



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



FALLA DE ORIGEN

**" METODOLOGIA DE CONTROL TOTAL DE
CALIDAD PARA UN MANTENIMIENTO MECANICO
DEL TURBO COMPRESOR EN UNA TURBINA
DE GAS "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

BENJAMIN BUSTOS ACOSTA

ASESOR: ING. JESUS GARCIA LIRA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

D. N. A. A.
UNIDAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAINE KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

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

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

"Metodología de Control Total de Calidad para un mantenimiento mecánico del turbo-compresor en una turbina de gas.

que presenta el pasante Benjamín Bustos Acosta
con número de cuentas 7861903-4 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :

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

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 27 de Febrero de 199 5

PRESIDENTE	Ing. Ramón Osorio Galicia	
VOCAL	Ing. Enrique Cortés Glz.	
SECRETARIO	Ing. Jesús García Lira.	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Emilio Juárez Mts.	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Felipe Díaz del Castillo.	

DEDICATORIA

A MI PADRE Gracias por tu esfuerzo, apoyo y dedicación, gracias por todos tu consejos, por insistir constantemente en titularme para lograr una de las metas de mi carrera profesional, eres un ejemplo a seguir como padre y como hombre de bien.

A MI MADRE Gracias por llevarme de la mano en el sendero de la vida, que con cariño y orgullo siempre quisiste formar de mi, a una gran persona.

A MI ESPOSA Gracias por tu comprensión, por tu apoyo, por tu gran amor y altruismo, eres un pilar muy importante en el seno de nuestra familia.

A MIS HIJOS Porque con su cariño y ternura me han alentado para seguir adelante y dar más de mí mismo.

A MI ESCUELA Por darme la formación vital y necesaria para salir adelante en el mundo laboral de la industria en México.

**METODOLOGIA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD
PARA UN MANTENIMIENTO MECANICO DEL
TURBO COMPRESOR EN UNA TURBINA DE GAS**

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	01
CAPITULO I Descripción del Proceso: el Mantenimiento Mecánico del Turbo compresor de una turbina de gas.	03
I.1.- Antecedentes	
I.2.- Generalidades	
I.3.- Datos operativos	
CAPITULO II Componentes de la calidad en un Servicio de Mantenimiento Mecánico	12
2.1.- Principios de Calidad	
2.2.- Comparación de servicios Esperado vs servicio obtenido.	
CAPITULO III Metodología del Proceso de Control Total de Calidad.	20
3.1.- Diferencia entre los Micro y Macro Procesos.	
3.2.- Pasos para lograr la Calidad en los Microprocesos.	
CAPITULO IV Aplicación Tecnológica de los Micropro- cesos. en el Mantenimiento Mecánico del Turbo Compresor.	28
4.1.- Sistograma, Organigrama y Flujograma.	
4.2.- Indicadores, Medidores y Normas de Eje- cución.	
4.3.- Situación Actual y Situación Deseada del Mantenimiento.	
4.4.- Metas del Proceso.	
4.5.- Estandarización del Proceso.	
CAPITULO V Factores causales que afectan la Calidad en los Procesos.	76
5.1.- Costos (C.I.R) (C.A.R)	
5.2.- Factores Estratégicos.	
5.3.- Factores Tecnológicos.	
5.4.- Factores Sociales.	
5.5.- Factores Administrativos.	
5.6.- Diagrama de Causa-Efecto del Proceso de Mantenimiento.	

CAPITULO VI	Aplicación práctica para el mejoramiento del Proceso (Mantenimiento del Turbo Compresor).	105
6.1.-	Proceso de Autocontrol.	
6.2.-	Factores clave para la transformación.	
6.3.-	Aseguramiento de la Calidad en el Proceso.	
6.4.-	Mejora Continua del Proceso.	
CONCLUSIONES.		135
BIBLIOGRAFIA.		137

INTRODUCCION

Dentro de la modernidad empresarial, los conceptos y procedimientos de Control Total de Calidad se encuentran a la orden del día. Cualquier empresa o negocio, por muy pequeñas que sean, quieren y necesitan permanecer con éxito en el mercado, estando concientes de la necesidad de crear y producir bienes y servicios que satisfagan a los clientes y esto sólo puede lograrse mediante la Calidad.

Permanencia en el mercado es sin duda alguna el principal problema al que se enfrenta la industria en México, debido a la competencia; sin embargo, nadie puede estar ajeno e indiferente a la realidad, ya sean Directivos, Supervisores, Empleados u Obreros. Motivo por el cual se debe crear una conciencia positiva de cambio hacia la Calidad Total y, lo que es más importante, demostrar con hechos su veracidad.

Los beneficios que trae consigo la adaptación de este concepto de modernidad, ha logrado una mayor eficiencia, abatiendo tiempo y costos en los mantenimientos efectuados específicamente en las Centrales Generadoras de Energía, de tal forma que el desarrollo de esta tesis tiene como objeto principal optimizar los sistemas ejemplificados en un Mantenimiento Mecánico del Turbo Compresor de una Turbina de Gas.

Por último, pretendemos, en base a los conocimientos adquiridos y a la experiencia misma, aplicar los métodos de mejora continua del Control Total de Calidad sustentados en un cambio de actividades y políticas, así como de estandarizar los criterios para un mejor ambiente de trabajo, que por sí mismo asegure los requisitos y necesidades de nuestros clientes externos e internos.

**CAPITULO I DESCRIPCION DEL PROCESO: EL MANTENIMIENTO
MECANICO DEL TURBO COMPRESOR DE UNA TURBINA DE
GAS-**

I.1.- ANTECEDENTES-

La elaboración e informe de este proceso fueron extraídos directamente de la Central Ciclo Combinado Tula, Hidalgo, planta que pertenece a Comisión Federal de Electricidad y forma parte de la Subgerencia de Generación Termoeléctrica Central, integrada en red por las Centrales Termoeléctricas de Celaya, Salamanca, Valle de México, Francisco Pérez Ríos Tula y el Sauz Oro.

Dicha Central se encuentra a 83 Km. al norte de la Ciudad de México y a 8 Km. de la Ciudad de Tula de Allende, Hidalgo, a una altura de 2100 Mt. sobre el nivel del mar.

La construcción de la Central Ciclo Combinado se realizó principalmente debido a las contingencias del plan de Emergencias para el suministro de Energía Eléctrica, en dos etapas: la primera abarcó la construcción de las unidades de Turbinas de Gas 1, 2, 3 y 4, iniciando su operación comercial el 22 de noviembre de 1981; la segunda etapa se complementó con la construcción de los recuperadores de calor 1, 2, 3 y 4 y las turbinas de vapor 1 y 2, que en conjunto constituyen el

Ciclo Termodinámico, entrando en operación el 20 de marzo de 1985.

Las razones que influyeron para la ubicación de la Central en este lugar fueron, entre otras: La cercanía a la Ciudad de México, que es el mayor centro de consumo del país; la existencia de vías de comunicación; la disponibilidad de aguas negras y de pozos para la alimentación de los sistemas de enfriamiento; la cercanía de la Refinería Miguel Hidalgo de Pemex, lo que a su vez significa una ventaja en el suministro por bombeo directo de combustible por una parte y por otra el paso de los ductos de gas.

La generación de las cuatro Turbinas de Gas en operación a carga base es de 200 Mw, y la generación de las dos turbinas de vapor es de 200 Mw, haciendo un total de 400 Mw. de capacidad instalada; su modo de operación se considera de respaldo, sin embargo, debido a la alta demanda de energía eléctrica, se le ha dado un uso continuo, o sea que la mayor parte del tiempo las unidades se encuentran en línea a carga base. Cada una de éstas opera con sus controles de presión en automático, regulando la carga del gobernador en cada turbina, respondiendo, dentro de sus características de estatismo, a las variaciones de frecuencia del sistema. Así mismo, cuentan con sistemas de control de generación remota, los cuales permiten modificar la generación desde el Área central.

La organización de la central cuenta con la Superintendencia de Mantenimiento y Producción que, en total, tiene ocho departamentos técnicos, además de los departamentos Administrativo, de Trabajo y de Capacitación.

1.2.- GENERALIDADES.

Las turbinas de gas instaladas en esta central son del tipo simple y se componen de una turbina, un compresor axial, una cámara de combustión y varios dispositivos auxiliares que dependen básicamente de la velocidad y de la relación Peso-Potencia. Los dispositivos auxiliares son los de lubricación, regulador de velocidad, alimentación de combustible y puesta en marcha. Las turbinas de gas presentan varias limitaciones de índole práctica, las cuales determinan en gran parte la actuación de estas máquinas motrices. Entre estas limitaciones se encuentran la temperatura y la velocidad de los álabes, el rendimiento de la turbina y el del compresor.

La función del trabajo se efectúa enviando aire comprimido a la cámara de combustión, en donde el combustible entra con caudal constante, manteniendo una llama continua; la ignición inicial se obtiene generalmente por medio de una chispa. El aire calentado en la cámara de combustión se expande a través de las toberas y adquiere una elevada velocidad; parte de la energía cinética de la corriente de

aire es cedida a los álabes de la turbina, una fracción de esta energía se emplea para accionar el compresor y el resto para producir trabajo.

Lo mismo que para las turbinas de vapor, el proceso total constituye un ejemplo típico de flujo constante, pero la diferencia primordial consiste en emplear aire, el cual es un gas relativamente perfecto, en lugar de vapor u otro medio condensable.

Una vez descrito el funcionamiento en forma breve de la turbina de gas, consideraremos únicamente para su estudio y mantenimiento a la turbina y al compresor, a los que en forma acoplada llamaremos turbo-compresor, aplicando para esto la metodología del Control Total de Calidad para los ensayos de mejora en los Mantenimientos Mecánicos de estas piezas; optimizando su funcionamiento para que permita elevar la disponibilidad del equipo dentro del comportamiento operativo, así como el de la vida útil del mismo.

1.3.- DATOS OPERATIVOS.

Los datos operativos del sistema de mantenimiento requieren de una analogía explícita que detalle por pasos la secuencia en que se lleva a la práctica, previendo tecnológicamente satisfacer ampliamente las necesidades del

mantenimiento; para esto describiremos en forma ordenada el proceso:

Marca de la turbina de gas: Westinghouse W501-D
Tipo : Simple
Capacidad de Generación . . . : 100 MW
Compresor Tipo : Axial de 19 pasos
Turbinas : 4 pasos

Proceso ordenado secuencialmente de un mantenimiento mecánico del turbo compresor con duración de 30 días:

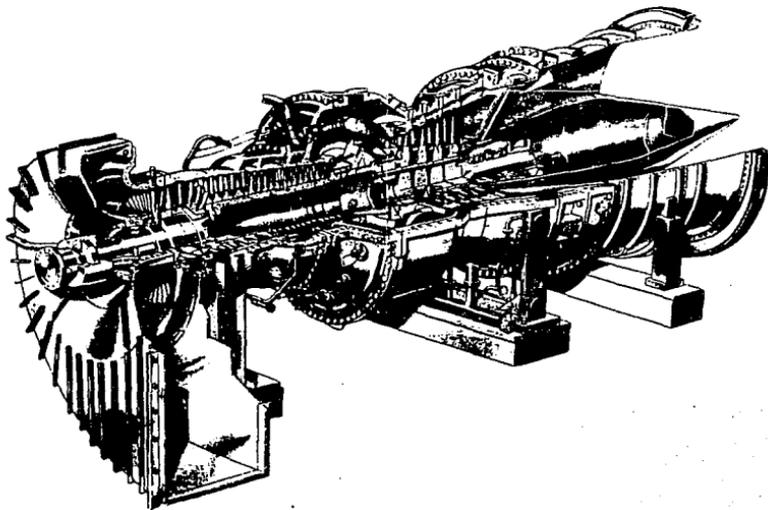
- 1.- Enfriamiento de la turbina de gas.
- 2.- Apertura de los registros entrada-hombre, cámara de combustión y ducto de aire.
- 3.- Retirar partes calientes.
- 4.- Retirar techos.
- 5.- Retirar toberas.
- 6.- Retirar tubería superior de enfriamiento a turbina.
- 7.- Retirar tornillería a carcasa de turbina.
- 8.- Maniobra de izaje a carcasa de turbina.
- 9.- Retirar blade ring superiores 1,2,3 y 4.
- 10.- Retirar sellos radiales superiores R-1,2,3 y 4.
- 11.- Retirar álabes móviles R-1,2,3 y 4.
- 12.- Retirar blade ring inf. R-1,2,3 y 4.
- 13.- Insp. y Rep. de álabes móviles R-1.

- 14.- Insp. y Rep. de álabes móviles R-2.
- 15.- Insp. y Rep. de álabes móviles R-3.
- 16.- Insp. y Rep. de álabes móviles R-4.
- 17.- Insp. y Rep. de sellos axiales R-1,2,3 y 4.
- 18.- Insp. y Rep. de segmentos de vena R-1.
- 19.- Insp. y Rep. de segmentos de vena R-2.
- 20.- Insp. y Rep. de segmentos de vena R-3.
- 21.- Insp. y Rep. de segmentos de vena R-4.
- 22.- Limpieza e insp. del rotor.
- 23.- Limpieza e insp. de ductos de transición.
- 24.- Limpieza e insp. de canastas de combustión.
- 25.- Limpieza e insp. de toberas.
- 26.- Reparación de partes calientes.
- 27.- Armado y alineamiento de blade ring R-1.
- 28.- Armado y alineamiento de blade ring R-2.
- 29.- Armado y alineamiento de blade ring R-3.
- 30.- Armado y alineamiento de blade ring R-4.
- 31.- Montaje de álabes móviles R-1.
- 32.- Montaje de álabes móviles R-2.
- 33.- Montaje de álabes móviles R-3.
- 34.- Montaje de álabes móviles R-4.
- 35.- Montaje de blade ring inf. R-1.
- 36.- Montaje de blade ring inf. R-2.
- 37.- Montaje de blade ring inf. R-3.
- 38.- Montaje de blade ring inf. R-4.
- 39.- Montaje de sellos radiales R-1,2,3 y 4.

- 40.- Tomar huelgos y centrar B.R. inf.
- 41.- Montaje de blade ring sup. R-1.
- 42.- Montaje de blade ring sup. R-2.
- 43.- Montaje de blade ring sup. R-3.
- 44.- Montaje de blade ring sup. R-4.
- 45.- Tomar huelgos y centrar B.R. sup.
- 46.- Montaje de carcasa sup. de turbina de gas.
- 47.- Instalación de tornillería de carcasa.
- 48.- Instalar tubería sup. de aire de enfriamiento.
- 49.- Instalar partes calientes.
- 50.- Instalar techos.
- 51.- Inspección final a cámara de combustión.
- 52.- Lavado químico a compresor.
- 53.- Limpieza de tornillería de turbina.
- 54.- Revisar venteo de chumacera de escape.
- 55.- Revisar disparo por sobrevelocidad.
- 56.- Colocar registros entrada-hombre C.C. y compresor axial.
- 57.- Lubricar IGV.
- 58.- Revisar desgaste de tubería de lubricación.
- 59.- Unidad en tornaflecha.
- 60.- Prueba de arranque.
- 61.- Balanceo dinámico (si es necesario).
- 62.- Prueba de disparo por sobrevelocidad.
- 63.- Sincronizar máquina.

Actualmente en la Central Ciclo Combinado Tula se lleva esta secuencia, que comprende el mantenimiento del turbo compresor y la revisión de la cámara de combustión de una turbina de gas.

La figura 1.3.1 muestra los componentes de un turbo compresor que servirán de base para la aplicación metodológica del control total de calidad.



© Westinghouse W501-D 100 MW Single Shaft Heavy Duty Combustion Turbine

figura 1.3.1

CAPITULO II COMPONENTES DE LA CALIDAD DE UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO MECANICO.

2.1.- PRINCIPIOS DE CALIDAD.

La competencia en la industria eléctrica se ha vuelto un reto en los últimos años, sobre todo en los mantenimientos de los componentes generadores y motrices de las turbinas de gas debido principalmente al contratismo de compañías externas a C.F.E.; sin embargo, hoy día se está haciendo frente a esta situación mediante estrategias de mejora, como lo es el control de calidad en el servicio. Pero..., ¿qué significa la calidad en una empresa? De acuerdo a la definición etimológica del latín qualitas, la calidad se traduce como el conjunto de cualidades o condiciones para que un producto o servicio sea deseable; estas mismas cualidades permiten apreciar si el servicio es igual, mejor o peor que otros. Debido a esto deducimos que la meta de cualquier servicio es tratar de ser el mejor para competir y resistir la comparación con otro de su clase.

Por eso la calidad es y debe ser ante todo de reflexión y evaluación, que cree acciones más acertadas de servicio, para el éxito de la empresa.

Su filosofía es un esfuerzo sistemático de reflexión, de profundizar y de organizar, que en lugar de complicarnos y sacarnos de la realidad, nos fuerza a aprenderla mejor para dirigirla y dominarla.

Una forma de ver los distintos aspectos de la calidad se muestra en la tabla 2-1-1

Clasificación	Nomenclatura	Elemento de Calidad morfológico	Evaluación cuantitativa	Evaluación cualitativa
Calidad Primaria	C. Inherente C. Inasente	Desempeño, función, seguridad, valor nutritivo, etc.	Aseguramiento de la Calidad física o química	Parámetro estadístico Sondeo/ investigación
Calidad Secundaria	C. Selectiva C. Externa	Forma, color, Sabor, etiqueta empaque, etc.	Sensorial Insp. (prueba)	Util o vendible
Calidad Terciaria	C. Sensorial C. Psicológica	Nombre de la marca, marca registrada, etc.	Sondeo psicológico (experimento)	Distribución y cantidad de ventas y demandas
Calidad Cuaternaria	C. Servicio C. Conducta	Servicio "Software" o tecnología suve	Frecuencia de re-visitas/ re-compras	Satisfacción del cliente

Tabla 2-1-1.

Dentro de este cuadro, es obvio que los diferentes aspectos de la calidad como concepto y como práctica no funcionan por decreto, ni es responsabilidad de un área, nivel o persona específica.

Una característica de los modelos de control total de calidad el concepto de "grupo", donde uno solo no puede tomar la decisión, pero uno solo es responsable.

2.2.- COMPARACION DE SERVICIO ESPERADO VS SERVICIO OBTENIDO.

El servicio se considera actualmente como un resultado psicológico y en gran parte personal, diferente al producto físico proporcionado; debido a esto, es importante visualizar que la prestación de un servicio se realice en términos temporales, es decir: antes, durante y después, siendo necesario cuidar cada una de estas etapas para asegurar la calidad deseada en nuestros servicios.

La calidad en el servicio varía según factores diversos, interactúa sin intervención de controles administrativos y se evalúa durante todo el proceso del servicio y comparación entre lo esperado y lo obtenido.

La tabla 2.1.2 muestra los diversos factores interactuando con la calidad en el servicio.

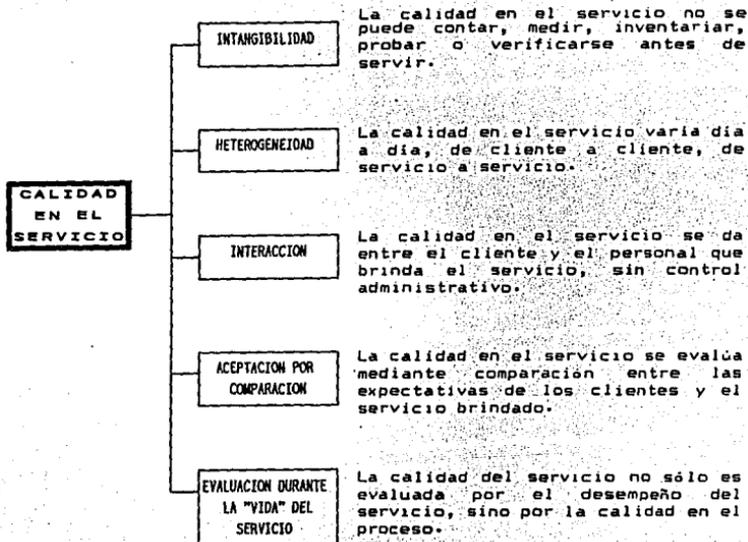


Tabla 2-1.2

Analizando estos factores, podemos establecer como principios para que un servicio sea deseable y de calidad los siguientes aspectos:

a).- En el servicio el cliente es el único juez de la calidad.

- b).- En el servicio siempre hay que dar más, porque siendo el cliente quien determina el nivel de excelencia, el siempre quiere más.
- c).- Una empresa que quiera distinguirse en el servicio debe formular compromisos que le permitan acercarse a los deseos del cliente y salir ganando de la comparación que se haga con la competencia.
- d).- La empresa debe gestionar las necesidades y expectativas de los clientes, disminuyendo cada vez más la diferencia entre la forma como se presta el servicio y lo que los clientes esperan.
- e).- Aunque la calidad del servicio es intangible y por eso se puede considerar subjetiva, eso no es un obstáculo para que se definan normas y objetivos.
- f).- No es posible prestar un servicio de calidad a medias; el servicio debe ser de excelencia. Sólo prestando atención a los detalles es como se mejora la calidad. Lo que algunos llaman "las características de encantamiento" son las que pueden hacer la diferencia entre el servicio común y el servicio que provoca entusiasmo y fidelidad en los clientes.

Sin embargo es importante mencionar lo bueno y lo malo, ya que también pueden existir desajustes en el proceso de servicio que debemos cuidar en la práctica, chequeando muy de cerca estos factores que a continuación describimos, para colocar en la balanza de equilibrio lo que queremos y lo que deseamos.

- 1).- Diferencia entre lo que quieren los clientes y lo que cree que quiere.

Esta es una de las situaciones más comunes que se dan cuando no hay formas o mecanismos de averiguar las necesidades y expectativas de los clientes; en otras palabras, la dirección no conoce de manera directa el mercado, no habla con sus clientes y empleados, incurriendo por lo general en decisiones equivocadas.

- 2).- Los planes que establece la dirección no responden al conocimiento sobre las expectativas de los clientes. Esto se debe principalmente al compromiso insuficiente por parte de la dirección, es decir que aunque se sabe lo que necesita y espera el cliente, no se le cumple, ya que las normas establecidas son pobres, informales y generalizadas.

3).- El servicio que se ofrece es diferente a los planes de la dirección.

Al contrario del párrafo anterior, aquí la dirección si conoce además las expectativas de sus clientes; sin embargo, por conflictos internos con sus empleados, no ofrece el servicio de calidad especificado debido al poco esfuerzo y preocupación para ello.

4).- Lo que se dice del servicio en comunicados externos de la empresa es diferente al servicio que se ofrece: "se predica pero no se aplica".

Es decir que lo que se promete no se cumple perjudicando a la empresa misma, por falta de credibilidad, ocasionando que se rompan los compromisos existentes a futuro.

Por eso para obtener un servicio que sea satisfactorio entre lo esperado y lo obtenido, debemos estar cerca de nuestros clientes, hablar con ellos y saber qué es lo que requieren de nosotros, ya que la principal pérdida de participación en el mercado se debe a clientes insatisfechos que platican su mala experiencia a 9 ó 10 personas, mientras que uno que está satisfecho solamente lo expresa a 3 influenciando a clientes potenciales que quieran o no adquirir los servicios de nuestra empresa.

Gráficamente en la figura 2.1.3 entonces mostramos lo que nuestro cliente espera del servicio.

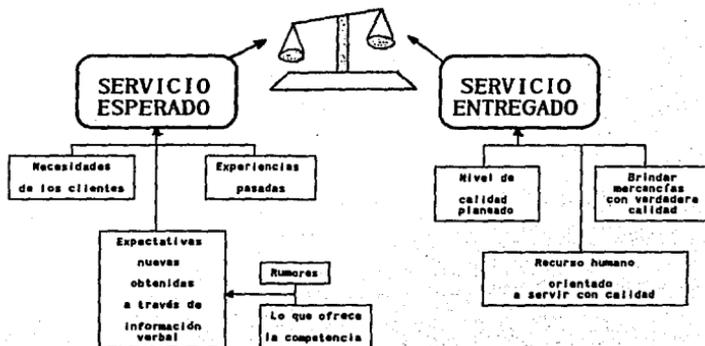


Figura 2.1.3

CAPITULO III. METODOLOGIA DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD.

3.1.- DIFERENCIAS ENTRE LOS MICRO Y MACRO PROCESOS.

La metodología conocida como la "ruta de la calidad" está basada en los conceptos y en la práctica del ciclo de control. Por lo tanto, el comenzar cualquier proyecto de mejora, es conveniente tener siempre presentes los conceptos que están alrededor del ciclo de control y la forma de aplicarlo. El ciclo de control, conocido también como "ciclo Deming" es un método que busca la mejora continua.

El Dr. W. Edwards Deming decía que para que el desarrollo de nuevos productos fuera exitoso, debía seguirse una serie de cuatro etapas: diseño, producción, ventas e investigación de mercado y servicio, como lo muestra la figura 3.1.1. Sin embargo, al terminar el ciclo se debía proseguir con otro, comenzando ahora una etapa de re-diseño o reingeniería, aprovechando la experiencia anterior.

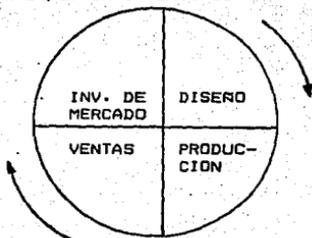


Figura 3.1.1

A través de este ciclo se empezó a darle importancia a la calidad en los negocios y a la responsabilidad que ello implica. En consecuencia, este ciclo se constituyó en una de las herramientas vitales del Control Total de Calidad para asegurar el mejoramiento continuo.

El ciclo Deming fue utilizado por los japoneses para el desarrollo de nuevos productos; posteriormente, se llegó a la idea de aplicar en las actividades y operaciones diarias en cualquier nivel organizacional, obteniendo como resultado el denominado ciclo PHVA: planear, hacer, verificar, actuar.

La forma de ejecutar este ciclo se muestra en la figura 3.1.2.

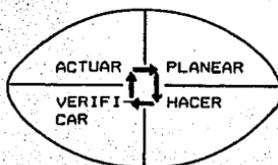


Figura 3.1.2

- P.- Establecer planes para el propósito del negocio o del grupo. Cuando se tiene un proyecto o un problema que deba resolverse, el grupo de trabajo diseña un plan de operaciones o un plan de solución.

- H.- Luego se lleva a cabo el plan.
- V.- Después, el grupo verifica si los resultados concuerdan con lo planeado.
- A.- Por último, se actúa para corregir o eliminar los problemas encontrados en la fase de verificación. También se pueden tomar decisiones respecto a un plan futuro.

Estas actividades pueden llevar a la aceptación de los resultados obtenidos o bien al diseño de un nuevo plan, y el ciclo avanza girando, generando mejora continua.

El ciclo de control ha evolucionado con el tiempo; se le han agregado nuevos conceptos que lo han hecho más fácil de trabajar y de comprender. Por ejemplo, el Dr. Ishikawa definió el ciclo PHVA en seis categorías, considerando que la etapa de planeación debía incluir la definición de los métodos que serían necesarios para lograr las metas o los objetivos; sin embargo, la principal contribución del Dr. Ishikawa fue darle la debida importancia a la educación y capacitación de la gente que trabajaba en la realización de algún proyecto. Además aportó la idea de que las acciones que habían sido exitosas para resolver un problema debían mantenerse, para asegurar que el problema no se volviera a presentar.

La figura 3.1.3 muestra el Ciclo del Control Total de la Calidad.



p	1	Determinar metas y objetivos.
	2	Determinar métodos para alcanzar las metas.
H	3	Dar educación y capacitación.
	4	Realizar el trabajo.
V	5	Verificar los efectos de la realización.
A	6	Empezar la acción necesaria para que el objetivo o meta lograda se mantenga.

Figura 3.1.3

Estos ciclos de control son base fundamental en la metodología de los micro y macro procesos:

Microproceso.- En el entorno estadístico, los microprocesos son controlables e involucran para su estudio de servicio a clientes y proveedores internos de una empresa o negocio, particularmente diremos C.F.E. + internos.

Macroproceso.- La planeación de este proceso sólo es regulable con un sinnúmero de procedimientos fuera del entorno inmediato, éstos contemplan a los clientes y proveedores externos, particularmente diremos C-F-E. + externos.

En conclusión, diremos que: las diferencias específicas en ambos procesos son básicamente el control y los procedimientos aplicados a nuestro ciclo PHVA.

Por tal motivo, empezaremos con la aplicación directa de los microprocesos como entorno para el análisis de los sistemas y subsistemas que impliquen el mantenimiento mecánico de un turbo compresor.

3.2.- PASOS PARA LOGRAR LA CALIDAD EN LOS MICROPROCESOS.

Los pasos para lograr la verdadera calidad en un sistema mediante trabajo arduo pero efectivo, ofreciendo al consumidor productos y servicios adecuados a la satisfacción de sus necesidades son los siguientes:

a) Microdiagramas.- Es la identificación de las funciones de una empresa, cada una de ellas se convierte en un microsistema, sistograma, organigrama y diagrama de flujo, elevándonos a una mejor identificación de los microprocesos.

b) Identificación cliente-proveedor.- En este paso ponemos en claro las relaciones que anteceden a nuestro proceso y las que le siguen. En

síntesis: ¿Quiénes son nuestros proveedores? y ¿Quiénes nuestros clientes externos e internos?

c) Contratación de requisitos.- Una vez identificados, es preciso investigar los requisitos, negociarlos y concretarlos en un acuerdo firmado por ambas partes y de preferencia con un testigo.

d) Medición e Indicadores.- Hay tres clases: de satisfacción al cliente, de resultados y de requisitos.

e) Determinación de las metas de calidad.- Una vez que ya quedé bien definido lo que debe hacerse en el microsistema, es importante fijar lo que se puede esperar y lo que no se puede en base a las metas.

f) Establecimiento de medios.- Una vez fijadas las metas, ahora se necesita establecer los medios para alcanzar éstos; estos medios se convierten en factores causales que hacen producir los resultados deseados.

g) Observación y retroalimentación.- Todo el secreto para lograr la calidad se encuentra aquí. Los primeros seis pasos han construido la plataforma de la calidad, pero sólo este paso bien realizado es el que puede cristalizar la calidad. Aquí es donde se ve si hay liderazgo o no; aquí está la prueba de la madurez del hombre a cargo del microproceso; aquí se mide su agudeza; aquí se manifiesta su compromiso con la calidad o la ausencia de él; aquí se observa, se controla, se retroalimenta y se corrige o se mantiene la marcha del proceso.

En conclusión, tenemos que un sistema se define como el conjunto de elementos que están íntimamente relacionados entre sí trabajando unidos para un resultado final.

Gráficamente podemos expresarlo como lo muestra la figura 3.1.4.



Figura 3.1.4

Por norma tenemos que: a mayor conocimiento de los procesos tenemos como resultado un mejor sistema; a mayor variación de los procesos obtenemos como resultado un menor control de calidad.

Por último, debemos tener en cuenta que para lograr la calidad en los microprocesos debemos observar estos 7 pasos, planificando sólo lo vital, basados en el principio de Wilfrido Pareto (80%/20%), quien formuló la regla 80-20 (no todo urge, sólo lo vital); observando estos pasos u objetivos estaremos avanzando hacia el éxito en los procesos críticos.

**CAPITULO IV APLICACION TECNOLOGICA DE LOS MICROPROCESOS EN
EL MANTENIMIENTO MECANICO DEL TURBO COMPRESOR.**

4.1.- SISTEGRAMA, ORGANIGRAMA Y FLUJOGRAMA.

La aplicación tecnológica de estos microprocesos da como resultado un despliegue gráfico de las funciones requeridas en un sistema.

Por ejemplo: El sistema de mantenimiento mecánico, como su nombre lo indica, sirve para mantener en buen estado los componentes mecánicos de la turbina de gas, con la finalidad de generar la energía eléctrica que por medio del sistema de transmisión y transformación se distribuye a los centros de consumo.

Para la debida aplicación del mantenimiento secuencial, iniciaremos con el "sistograma", denominado también Sistema Organizado; para la conformación gráfica del mismo, necesitamos evaluar los conceptos y procesos, dándoles nombre y dependencia. Así, por ejemplo tenemos que:

- a) Nuestro sistema es: Sistema de Mantenimiento.
- b) Detección del proceso central: Se determina preguntándonos ¿para qué sirve o que utilidad tiene?

- c) Detección de los procesos ligados intimamente con la función del proceso central.
- d) Detección de clientes y proveedores: internos + C.F.E.
- e) Detección de clientes y proveedores: externos + C.F.E.
- f) Detección de insumos y resultados: entrada y producto (salida).

SISTEGRAMA.

De este sistograma procedemos a la identificación de nuestros clientes y proveedores externos e internos.

Los clientes y proveedores externos son aquellos puntos de contacto con los que nuestro microproceso tiene contacto hacia el exterior de la empresa.

Los clientes y proveedores internos son los puntos de contacto de nuestro microproceso con otros microprocesos de la misma empresa.

En la figura 4.1.1 se muestra de manera gráfica la correlación de los procesos involucrados con nuestro proceso central en un Sistograma de Mantenimiento.

SISTEMA DE MANTENIMIENTO

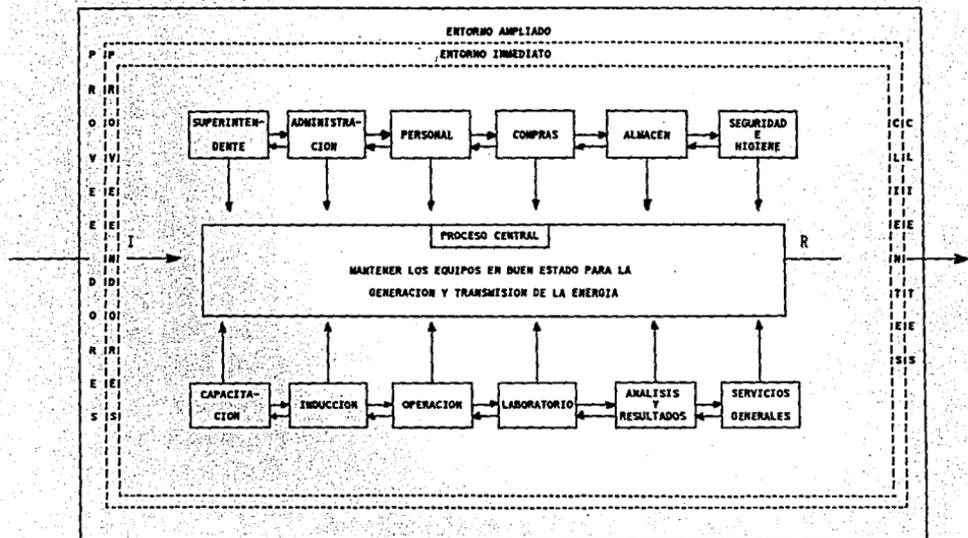


Figura 4.1.1

En la tabla 4.1.2 se incluye una relación de clientes y proveedores externos e internos, así como los insumos y productos derivados de nuestro Sistegrma.

PROVEEDORES INTERNOS	CLIENTES INTERNOS
<ul style="list-style-type: none"> - PERSONAL DE MANTT. MECANICO DE LA CENTRAL C.C.T. - ALMACEN - DPTO. DE COMPRAS CONCURSO Y CONTRATOS 	<ul style="list-style-type: none"> - OPERACION DEPTO., - ANALISIS Y RESULTADOS - SUPCIA GENERAL
PROVEEDORES EXTERNOS	CLIENTES EXTERNOS
<ul style="list-style-type: none"> - WESTINGHOUSE - MITSUBISHI - A.S.E.A. BROW BOVERY - BYRON JACKSON - PEMEX - COMPAÑIAS CONTRATISTAS - CENACE 	<ul style="list-style-type: none"> - SUBESTACION - TRANSMISION - C.E.N.A.C.E.
INSUMOS	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> - POLITICAS Y PROCEDIMIENTOS - MAND DE OBRA CALIFICADA - OPTIMIZACION EN TIEMPO Y COSTO - SERVICIO DE CALIDAD 	<ul style="list-style-type: none"> - DISMINUCION EN MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS - OPERACION CONFIABLE DE SISTEMAS - EXPERIENCIA DE MEJORA PARA MANTENIMIENTOS FUTUROS

Tabla 4-1-2

ORGANIGRAMA-

Los organigramas nos ayudan a definir las líneas de mando. La Central Ciclo Combinado Tula tiene implementada una estructura básica que es elemental dentro de un marco de optimización de recursos, integrando en cada uno de sus elementos un mínimo de cantidad y un máximo de calidad, estructurando hacia la meta común que es la de mantener los equipos de generación en buen estado.

En el organigrama de la figura 4.1.3 mostramos las líneas de mando y sus funciones exclusivamente del área mecánica.

FLUJOGRAMA.

Los diagramas de flujo nos ayudan a ejecutar las funciones de manera ordenada; éstos guardan un orden descendente, coordinando las actividades para integrar la metodología, alcanzando de esta forma los objetivos pretendidos.

El desarrollo del flujograma que se anexa en la figura 4.1.4 está basado en los índices para la determinación y evolución de objetivos, que bajo las siglas (D.E.V.O.), la empresa ha establecido como medio para la evaluación de comportamiento con el siguiente registro de valores:

ORGANIGRAMA

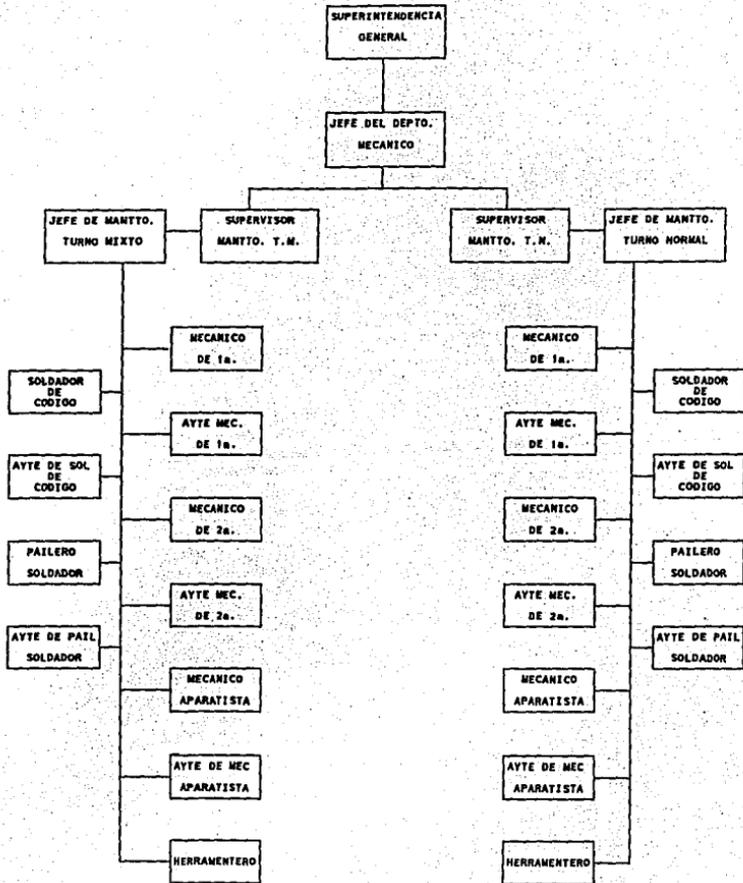


Figure 4.1.3

1.- Disponibilidad	93.71%
2.- Indisponibilidad por mantenimientos	2.16%
3.- Factor de Planta Operación	75.43%
4.- Régimen Térmico	93.59%
5.- Mantenimientos programados 94-99	De acuerdo a vida útil de equipos
6.- Capacidad instalada por trabajador	3.0 min/trabajador
7.- Rentabilidad	7.42
8.- Frecuencia	2.860
9.- Gravedad	0.057
10.- Sinici	10.30531
11.- Reemplazo	81.29%
12.- Costo unitario de producción	0.0714

Para entender entonces el diagrama de flujo y sus actividades es necesario mostrar el significado de la simbología utilizada, la cual se muestra en la figura 4.1.5.

A partir de la observación de estos microdiagramas, podemos comentar que los errores de servicio resultan caros, no sólo por el costo de su corrección, sino también por su tendencia a provocar el descontento en el cliente, provocando

SIMBOLOGIA

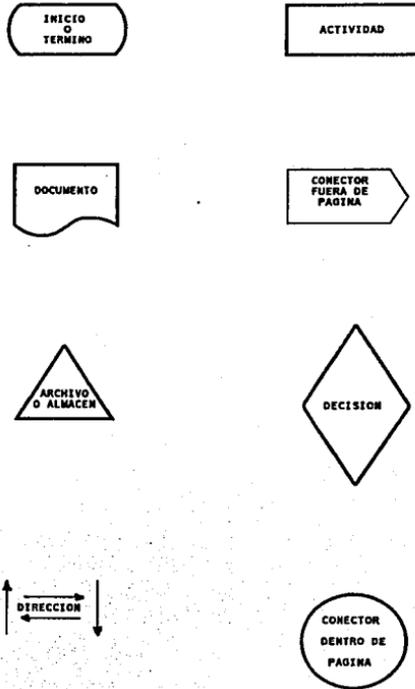


Figura 4.1.4

que los costos producidos a largo plazo para enmendar los resultados de una mala calidad superen con mucho los costos de inversión para la adquisición y preparación del personal y la obtención de un mantenimiento de los medios necesarios para proporcionar un servicio que sea de gran calidad.

Por tal motivo, se sugiere, dentro de los microdiagramas, identificar en forma esquemática a nuestros clientes y proveedores, despejando toda duda y confusión; por ello es preciso preguntar y cuestionar hasta conseguir un acuerdo de todos los involucrados en el proceso, recordando que cuando se habla de clientes y proveedores, se está reconociendo que todos son clientes y proveedores a la vez. El que da algo, espera algo a cambio también; el que recibe algo de un proceso es porque, en reciprocidad, entrega otro beneficio como compensación.

La comprensión clara y precisa de los requisitos y expectativas forma la base de todo proceso en la calidad, para lograrlo de una manera objetiva es necesario identificar y saber que reciben de nosotros, nuestros clientes externos e internos del proceso.

El cuadro 4.1.6 nos muestra en forma clara lo que reciben nuestros clientes, y el cuadro 4.1.7 nos muestra a los proveedores y lo que éstos aportan a nuestro proceso.

Asimismo la carta a mi cliente especifica claramente que espera y que requiere de nuestro proceso, elaborándose para una mejor atención hacia él tal y como se puede observar en la tabla 4.1.8.

Por último se realizará el contrato cliente-proveedor en razón de los resultados y requisitos de nuestro proceso, involucrando a un testigo para dar fe de la fecha de cumplimiento de éstos (ver cuadro 4.1.9).

SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO

IDENTIFICACION DE CLIENTES

CLIENTES EXTERNOS	QUE RECIBEN DE NUESTRO PROCESO
SUBESTACION TRANSMISION C.E.N.A.C.E.	UN ALTO INDICE DE DISPONIBILIDAD OPERATIVA DEL EQUIPO SERVISION INMEDIATO
CLIENTES INTERNOS	QUE RECIBEN DE NUESTRO P.
OPERACION ANALISIS Y RESULTADOS SUPCIA. GENERAL	LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO TANTO PROGRAMADOS COMO REALIZADOS A LO LARGO DEL AÑO, PARA MANTENER EL SISTEMA OPERANDO DE MANERA CONFIABLE

Cuadro 4.1.6

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO
IDENTIFICACION DE PROVEEDORES**

PROVEEDORES EXTERNOS	QUE APORTAN A NUESTRO PROCESO
WESTINGHOUSE ENTECTIC+CASTOLIN PEMEX C.E.N.A.C.E. BROW BOVERY ATLAS COPCO BYRON JACKSON CIAS CONTRATISTAS	ASESORIA TECNICA CAPACITACION PERSONAL DE SOLDADURA DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLE MANEJO DE LIBRANZAS DE LOS EQUIPOS A DAR MANTENIMIENTO HERRAMIENTAS EQUIPO Y REFACCIONES MANO DE OBRA CALIFICADA A BAJO COSTO
PROVEEDORES INTERNOS	
ALMACEN COMPRAS PERSONAL DE MANTTO MECANICO "TECNICOS"	HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO REFACCIONES DE CALIDAD DE ACUERDO CON ESTANDARES - REALIZAR LAS ACTIVIDADES Y REPORTES DE MANTENIMIENTO - TRABAJOS BIEN EJECUTADOS

Cuadro 4.1.7

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO
CARTA A MI CLIENTE**

NOMBRE CLIENTE: ING. VICTOR M. MARTINEZ G. PUESTO: SUPERINTENDENTE GRAL.

FECHA DE PETICION: 20/NOV/94

FECHA DE RESPUESTA: 16/DIC/94

ESTIMADO CLIENTE:

Como parte del Programa de Calidad Total, estoy efectuando un levantamiento de los requisitos de mis clientes con respecto a mi trabajo.

Mucho le agradeceré me haga saber los resultados que espera de mi y sus requisitos correspondientes.

RESULTADOS -LO QUE ESPERA-	REQUISITOS -COMO QUIERE CADA RESULTADO: CANTIDAD, TIEMPO, INDICES, PRECISION, ETC.
<ul style="list-style-type: none"> * NO HAYA LICENCIAS DE EMERGENCIA * EJECUCION ADECUADA DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS * NO SE PRESENTE FALLAS INTERNAS EN TURBINAS DE GAS 	<ul style="list-style-type: none"> * ATENCION INMEDIATA A LAS FALLAS DE EQUIPO * PERSONAL CAPACITADO PARA EFECTUAR TRABAJOS ESPECIALIZADOS * EVITAR MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS * DISPONIBILIDAD DE LOS SISTEMAS OPERACIONALES EN UN 100% * CUMPLIMIENTO A TIEMPO DE LOS MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS * OPTIMIZAR COSTOS DE TIEMPO EXTRAORDINARIO POR TRABAJOS DE EMERGENCIA.

ATENTAMENTE
SU PROVEEDOR

NOMBRE: BENJAMIN BUSTOS ACOSTA

FIRMA: _____

PUESTO: JEFE DEL DEPTO. MECANICO

AREA: MANTENIMIENTO

Cuadro 4-1-B

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO
CONTRATO CLIENTE-PROVEEDOR**

PROVEEDOR: ING. BENJAMIN BUSTOS A. AREA: MANTENIMIENTO MECANICO

CLIENTE: ING. VICTOR M. MARTINEZ G. AREA: SUPCIA GENERAL

TESTIGO: ING. PEDRO CELMA ARBIOL AREA: SUPERINTENDENTE REGIONAL DE
PRODUCCION

LO QUE REQUIERE MI CLIENTE

RESULTADOS	REQUISITOS COMPROMETIDOS
ALTA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE SUPERVISORIO EN LOS EQUIPOS	DISPONIBILIDAD DE LOS SISTEMAS OPERACIONALES EN UN 100%
EJECUCION ADECUADA DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	ATENCION DE FALLAS EN EQUIPOS EN FORMA INMEDIATA, CON CALIDAD
NO HAYA LICENCIAS DE EMERGENCIA X TRABAJOS MAL EJECUTADOS (MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS)	CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN TIEMPO Y FORMA A UN MINIO DEL 90%

EN RECIPROCIDAD, PARA PODER CUMPLIR LOS REQUISITOS, EL CLIENTE DEBERA ENTREGAR AL PROVEEDOR LO SIGUIENTE:

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1.- RESPETAR LAS LICENCIAS PROGRAMADAS A UN MINIMO DE 90% 2.- PROPORCIONAR REFACCIONES SEGUN ANEXOS 3.- CUANDO SE REQUIERA EQUIPO NUEVO PROPORCIONAR CAPACITACION COMPLETA POR EL FABRICANTE 4.- PRESUPUESTO AUTORIZADO, POSTERIOR A LA ENTREGA DE PROGRAMA DEFINITIVO DE MANTENIMIENTO. |
|---|

FECHA 16/NOV/7 DE 1994

PROVEEDOR

CLIENTE

TESTIGO

Cuadro 4.1.9

En resumen podemos decir que tanto los requisitos que establece el cliente, como las aportaciones que entrega el proveedor, no son más que una negociación sana de calidad para el bien mutuo de las partes.

Las fallas que se registren en los procesos anteriores no son para buscar culpables, sino más bien para enmendarlos a futuro, buscando prevenirlos, precisando además las necesidades exactas, y estableciendo requisitos formales para después actuar conforme a ellos.

Medir la capacidad de un proceso no debe ser nunca un secreto; por el contrario lo que se espera es una negociación abierta entre clientes y proveedores de los requisitos de nuestro producto o servicio, con normas que sean:

- explícitas.- que cubran los requisitos esenciales
- implícitas.- que cubran las expectativas
- sorprendentes.- que cubran ambas

4.2.- MEDIDORES, INDICADORES Y NORMA DE EJECUCION-

El Dr. Deming dice que lo que no se mide no mejora. Medir es comparar o, mejor dicho, es determinar una cantidad comparándola con la unidad. La medición es "acción de medir".

Se puede afirmar que se sabe algo acerca de lo que se está hablando cuando se es capaz de medir y expresarlo en cifras.

Todo proceso, ya sea micro o macro, puede ser medible y evaluable, ya sea cuantitativa o cualitativamente; por tanto, la definición de los siguientes aspectos nos ayudará como introducción de este tema.

Medición: Es el proceso de cuantificación para evaluar el grado en que se desempeña un proceso sometido a estudio.

Norma: Es el modelo al cual deberán ajustarse las cosas. Es el conjunto de elementos de control bajo los cuales se establecen los resultados a obtener de una actividad proceso, producción, calidad, etc.

Estándar: Es una norma o modelo.

Evaluación: Es la valoración de los resultados de un proceso con respecto a la norma establecida.

Indicador: Es lo que sirve para indicar, aquello que le señala a uno lo que busca.

Índice: Es la fracción cuyo numerador expresa la intensidad del fenómeno objeto de observación y el denominador expresa el número total de posibilidades que pueden darse de dicho fenómeno.

Parámetro: Cantidad sujeta a determinarse, satisfaciendo ciertos valores condicionales y que una vez determinada se vuelve valor constante que se toma como punto de referencia.

Rango: Grado de variación que se determina por la distancia existente entre un valor máximo y un valor mínimo que resultan al analizar un proceso.

De esta manera, el propósito principal de medir es en esencia poseer una herramienta que nos informe de lo sucedido durante el proceso. Es tan importante como contar con un termómetro para medir la temperatura de un enfermo. Esto nos permite actuar en consecuencia para corregir lo que marcha mal. De otro modo, en un cuerpo sano la temperatura tiene rangos de aceptabilidad.

De la misma manera, en cada proceso habremos de establecer rangos de aceptabilidad fijando límites superiores y límites inferiores de control.

El control estadístico del proceso nos da el orden secuencial para medir los puntos críticos del flujograma y son los siguientes:

- 1.- Medir
- 2.- Identificar
- 3.- Cuantificar
- 4.- Registrar
- 5.- Acumular
- 6.- Representar
- 7.- Interpretar

INDICADOR Todo aquello que quieres y debes medir
PROCESO del proceso
MEDIDOR Con qué o cómo vas a medir el indicador.

Ejemplo:

INDICADOR Talla
PESO
MEDIDOR Kg, lb. gr.

Mediciones de Calidad

"INDICADOR"	"UNIDAD DE MEDICION UTILIZABLE"
a) Cantidad	Número de casos (defectos, errores, aciertos, etc.).
b) Duración/Puntualidad ...	Segundos, minutos, horas, días, etc.
c) Experiencia/Precisión ..	Indices, promedios, proporciones
d) Confiabilidad	Porcentajes
e) Costo	En unidad monetaria

NORMAS DE EJECUCION.— La manera más sencilla y frecuente de obtener la norma de ejecución es dividiendo el número de incumplimientos entre el número de tareas efectuadas y se expresa en términos de "porcentaje de defectuosos", "defectos por unidad" "errores por día", etc.

Las cifras específicas de incumplimientos para cada proceso que se seleccionen como norma, surgen en función de datos históricos, del análisis del proceso, de los promedios de la industria o de otros datos. Una vez definidas, estas normas se utilizan para determinar el nivel de ejecución que se considera "aceptable" o como objetivo de la ejecución por cumplirse.

Después de definir la norma de ejecución específica, se mide el proceso en los mismos términos y se comparan las medidas con la norma. Si las medidas indican un número de incumplimiento mayor al que determina la norma, entonces hay que actuar para mejorar. Si por el contrario la ejecución produce un número menor de incumplimiento, se considera que el proceso funciona adecuadamente.

El riesgo que implica sujetarse a la norma, es que las personas que ejecutan el proceso se conforman con llegar a ella y toda acción de mejora se estanca por completo.

Es por esto que Crosby sostiene que es necesario adaptar una sola norma de ejecución en nuestro proceso que induzca a las personas a creer que no se aceptan errores o incumplimientos en los requisitos, que son inaceptables y que deben ser eliminados para siempre. A esta norma de ejecución se le llama cero defectos.

Sin embargo, aunque es incuestionable que cero defectos debe ser el objetivo a alcanzar, establecerla como norma puede parecer utópica, por lo que consideraremos que es necesario tener parámetros reales que nos permitan fijar metas a corto plazo, que se vayan guardando conforme los logros y las capacidades lo indiquen y, por supuesto, aspirar a la obtención de cero defectos en todos los procesos.

4.3.- SITUACION ACTUAL Y SITUACION DESEADA DEL MANTENIMIENTO.

En resumen, no basta establecer simplemente los requisitos de un proceso, hay que comprobar si el proceso es capaz de producir resultados que cumplan con esos requisitos en forma constante y tener una norma de comparación con la cual podamos evaluar la ejecución de ese trabajo.

La tabla 4.3.1 nos da la situación actual y la situación deseada del mantenimiento mecánico después de aplicar la norma de ejecución.

RESULTADOS	SITUACION ACTUAL	SITUACION DESEADA
EJECUCION EFICIENTE DE LOS TRABAJOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	$\frac{\text{No. MANTTOS EFECTUADOS}}{\text{No. MANTTOS PROGRAMADOS}} = \frac{20}{27}$ 74%	99%
COSTOS POR ACTIVIDAD REALIZADA	$\frac{\text{TIEMPO}}{\text{COSTO}} = x = 22$	12
REQUISITOS	SITUACION ACTUAL	SITUACION DESEADA
DOMINIO DE FUNCIONES	$\frac{\text{CURSOS TOMADOS}}{\text{TOTAL CURSOS PROPUESTOS}} = 60\%$	100%
SUMINISTRO DE MATERIALES	$\frac{\text{ENTREGADOS}}{\text{SOLICITADOS}} = 90\%$	100%
PRESUPUESTO AUTORIZADO	$\frac{\text{AUTORIZADO}}{\text{SOLICITADO}} = 50\%$	100%

Tabla 4.3-1

4.4. METAS DEL PROCESO.

Una meta en cualquier proceso debe considerarse como un resultado concreto y medible que se desea lograr.

En concordancia con los pasos previos de la metodología de calidad hay tres niveles de metas:

- 1) El cumplimiento de requisitos (calidad explícita)
- 2) La satisfacción de expectativas (calidad implícita)
- 3) El proporcionar un nivel sorprendente al cliente.

El Dr. Ishikawa señala que si no se han fijado políticas, no se pueden establecer metas.

Determinada una política las metas se hacen evidentes; éstas deben formularse para cuestiones prioritarias únicamente, es decir deben ser en número reducido (tres es un buen número de metas, cinco sería el límite máximo).

Las metas deben expresarse de manera concreta y con cifras, para ser explicadas racionalmente; además se debe proporcionar a los empleados toda la información que necesiten, incluyendo datos sobre costos, utilidades, volumen de producción, calidad, tiempos de entrega, etc. para que sean suficientemente informativos. Deben evitarse términos ambiguos

que no producen buenas prácticas de control. Se deben determinar los límites de tiempos mínimos y máximos para que los plazos asignados se entiendan claramente.

Las metas deben fijarse con base en resultados que la empresa desee alcanzar; es mejor formularlos asegurando la cooperación entre todas las divisiones que asignando metas independientes para cada área. Por supuesto plantearlos siempre con base en datos y hechos.

Aparentemente es muy sencillo poner por escrito las metas, pero la práctica revela lo contrario. Cuando las exposiciones son ambiguas no se explican bien los resultados por conquistar y tampoco ofrecen una guía funcional para actuar.

Para una elaboración correcta de las metas se pueden tomar como base los lineamientos que se siguen en la elaboración de objetivos, que en síntesis persiguen enunciados que determinen con precisión lo que debe realizar la compañía, el área o la persona dentro de un periodo concreto.

Es preciso que se tenga claridad en las metas, así como cada una de las etapas indispensables para alcanzarlas, por ejemplo estas son algunas normas que deben seguirse:

- a) Definirlas en función de los resultados, condiciones por conquistar y no en función de los trabajos a ejecutar.
- b) Redactarlas de manera que puedan analizarse cada determinado tiempo.
- c) Manifestarlas en términos positivos, es decir, diciendo lo que se quiera lograr, y no lo que se quiera evitar.
- d) Esponerlas en forma concisa y breve, no caer en descripciones minuciosas o complejas.
- e) Destinarlas a un solo resultado final y no obligar a contraer compromisos múltiples.
- f) Difundirlas y darles importancia para que se consideren algo trascendental y valioso.
- g) Redactarlas en términos que puedan cuantificarse y sean fácilmente medibles.

Referente a los puntos anteriores deben evitarse enunciados de este tipo:

- 1) "Lograr la mayor eficiencia posible".
- 2) "Mejorar el servicio".

- 3) "Mejorar la rapidez en las entregas".
- 4) "Lograr la mejor calidad posible".
- 5) "Mantener buenas relaciones".
- 6) "Aumentar las ventas".

En su lugar, se deben emplear términos que puedan comprobarse; palabras que expresen cantidad o que indiquen operaciones susceptibles de controlarse y medirse, términos demostrables como: porcentajes, coeficientes, promedios, correlaciones, desviaciones de norma, etc.

En síntesis, mientras más concretas sean las metas, más probable será que se pueda actuar conforme a lo requerido para alcanzarlas. En cuanto a la fuente para determinar las metas de calidad serán tres:

- a) Los planes y objetivos de la empresa en su conjunto.
- b) Los datos históricos acerca del comportamiento pasado del proceso, y
- c) La capacidad del proceso particular.

De esta manera, el documento que contiene las políticas y metas anuales, referentes a los procesos de Mantenimiento Mecánico en la Central Ciclo Combinado Tula, establecen deliberadamente la capacidad de logro en base a la revisión

detallada de los resultados de los programas de los años anteriores.

Para el proceso escogido en esta tesis, las metas deseadas serán:

- a) El cumplimiento en tiempo y forma dentro del plazo estipulado de 30 días al 95% para nuestro Mantenimiento Mecánico.
- b) Límites de error mínimos en 0.8% de los trabajos ejecutados.
- c) Optimización de Recursos Económicos y Humanos (se anexa tabla 4.4.1 para la Determinación de Metas de Calidad).

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO
DETERMINACION DE METAS DE CALIDAD**

FECHA INICIAL: 25-OCTUBRE-1994 FINAL: 31-DICIEMBRE-1994

RESULTADOS	SITUACION ACTUAL	SITUACION DESEADA	META (CIFRA)
EJECUCION EFICIENTE DE LOS TRABAJOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	74%	99%	95%
COSTOS POR ACTIVIDAD REALIZADA	22	12	15
REQUISITOS	SITUACION ACTUAL	SITUACION DESEADA	META
DOMINIO DE FUNCIONES	60%	100%	70%
SUMINISTRO DE MATERIALES	90%	100%	95%
PRESUPUESTO AUTORIZADO	50%	100%	80%

Tabla 4.4.1

En base a los incisos anteriores (4.1, 4.2, 4.3 y 4.4), aplicaremos la metodología del Control de Calidad para nuestro Mantenimiento Mecánico, reorganizando las actividades y funciones desglosadas en orden secuencial, asignando a cada una de éstas los parámetros: tiempo (Hr. días, semanas), avance (%) y rendimiento (hr/hombre) normales y extraordinarios.

Tal y como se aprecia en la tabla 4.4.2.

4.5.- ESTANDARIZACION DEL PROCESO.

Una vez establecidas las políticas, las metas y los objetivos, no es posible intentar lograrlas aplicando la "administración por latigazo". El buen trabajo no se puede producir de esa forma.

La compañía debe formular reglas de operación, indicando cuáles son los procedimientos y normas para lograr sus metas y objetivos y qué debe hacer cada empleado. Es decir, se deben preparar estándares en el sentido más amplio: de operación, técnicos, de diseño, etc.

Los estándares son indispensables para el avance de la compañía, son esenciales para cada gerencia y no se deben definir únicamente con propósitos de control de calidad.

La estandarización es necesaria por tres razones básicas:

- para asegurar el cumplimiento de los requerimientos o necesidades de los clientes;
- son una medida objetiva del cumplimiento;
- son una forma de minimizar la variabilidad de cualquier actividad.

¿Qué es un estándar?

Podemos definir un estándar como un parámetro frente al cual puede medirse si los requisitos y necesidades de los clientes están del todo cubiertos con los productos o servicios que se ofrecen.

La estandarización es el proceso mediante el cual se establecen, de manera sistemática, normas, reglamentos o especificaciones empresariales, junto con información o instrucciones acerca de cómo utilizar adecuadamente tales normas.

Para ser operativas, las normas de calidad deben:

- expresarse desde el punto de vista del cliente;
- ser ponderables, o sea, posibles de medir;
- servir a la organización de arriba a abajo.

En la norma se debe:

- especificar lo que el cliente espera o sea los resultados esperados; este aspecto es de suma importancia para que el trabajador entienda las razones de una tarea y se motive a su realización;

- especificar los trabajos que se deben realizar para alcanzar el resultado esperado: el supervisor hará, el operario se encargará, al auxiliar le corresponderá, el almacenista tendrá que...
- definir la forma como se va a llevar a cabo el trabajo (procedimientos, métodos).

Las normas de calidad deben poder ser utilizadas por todos los empleados de una empresa. Es así como una empresa de aviación cuyo lema es la puntualidad, refleja esta misión en normas generales como es la de un pasajero no puede esperar más de 30 minutos en cada etapa de su vuelo, o en normas específicas para el personal de documentación, para el personal de equipajes, para la tripulación del avión, de tal manera que ya sea el capitán, el copiloto, el personal auxiliar de vuelo o los responsables de suministrar la comida, se guían en su trabajo por el mismo lema y con normas que respondan a él.

Las normas corresponden al "deber ser" de una empresa y pueden no tener un carácter de absolutas para ser eficaces. Lo que hacen muchas veces es recoger un compromiso respecto a una promesa hecha a los clientes.

Las normas no sólo sirven como el "deber ser" del trabajo; también son un importante instrumento de formación. En ocasiones, en sesiones de entrenamiento sólo se le dan al empleado instrucciones sobre cómo hacer, pero no por qué hacerlo y ello no contribuye a su motivación. Si usted ensaya a explicarle a la gente las razones de algo, el motivo, se asombrará de cómo podrán ayudarle con iniciativas y creatividad a obtener éxito en la tarea.

Para que las normas no sólo se obedezcan sino que se cumplan, es necesario divulgarlas y dar capacitación. Esto puede hacerse a través de diversos medios como seminarios, instructivos, cursos, videos, entrenamiento en el puesto de trabajo y otros.

Para lograr sus propósitos, cada estándar se organiza de la siguiente manera:

- un diagrama de flujo del proceso de la actividad,
- procedimientos escritos sobre cómo llevarla a cabo y
- un formato para registrar lo procesado, así como los resultados.

Objetivos

La estandarización tiene como objetivos, entre otros, los siguientes:

- Mantener la calidad y mejorarla para:
 - asegurar la función y su mejoramiento
 - asegurar la confiabilidad y el mantenimiento
 - garantizar la seguridad
 - mejorar el intercambio dimensional y funcional en todos los componentes
 - utilizar los mínimos componentes
 - lograr una fabricación de calidad uniforme
 - eliminar dificultades durante el proceso

- Reducir costos para:
 - mejorar el intercambio dimensional y funcional en todos los componentes
 - utilizar los componentes mínimos
 - simplificar

- Mantener la productividad y mejorarla para:
 - diseñar el proceso de producción en masa
 - realizar mejoras durante el proceso
 - mejorar la operación automatizada

- Disponer de información y divulgarla para:

- transferir tecnología y habilidades
 - notificar al cliente (relaciones públicas, catálogos...)
 - realizar notificaciones internas (reglamentos de la compañía...)
 - mejorar la moral.
- Brindar contribuciones sociales para:
- garantizar la seguridad del cliente
 - controlar y prevenir la contaminación
 - garantizar la seguridad de los empleados.

Tipos de estándares

Existen diversos tipos de estándares:

1) **Estándares internacionales.**- Son aquéllos que se aceptan en todo el mundo y que son emitidos por organismos internacionalmente reconocidos como la ISO (International Organization for Standardization).

2) **Normas nacionales.**- Son las que se generan y utilizan dentro de un territorio nacional para determinar la calidad técnica de servicios y productos. Pueden ser:

- **obligatorias:** creadas por organismos oficiales; su función principal es asegurar la calidad en cuanto a seguridad de uso. Su no cumplimiento es causa de sanciones legales.
- **voluntarias:** generadas por asociaciones o grupos industriales; se utilizan como guías generales, pero no son obligatorias.

3) **Normas o estándares empresariales.**- Los estándares internos de la empresa se presenta en la forma de reglamentos y especificaciones.

- Los reglamentos se refieren a la administración de la empresa y a las funciones de operación; son establecidos por los accionistas, la dirección de la empresa y los directores de unidades organizacionales.
- Las especificaciones se presentan en la forma de requerimientos tecnológicos y técnicos para todo proceso operacional, en todos los departamentos; son establecidos por las personas involucradas directamente en cada operación, con base en los requerimientos de los clientes.

A modo de ejemplo se citan algunos reglamentos y especificaciones empresariales:

Reglamentos

Fundamentales

- principios del director general o del fundador de la compañía y filosofía de la empresa
- estatutos
- atribuciones del presidente del consejo
- atribuciones de las juntas de consejo
- normas para el manejo de acciones

Organizacionales

- Normas del trabajo (promociones, sistema de pagos, código de ética...)
- reglamento de organización
- normas para la asignación de labores
- normas para los comités

Funcionales

- normas para hacer descripciones de trabajo
- normas generales de comportamiento

- normas para el establecimiento de reglamentos
- normas de documentación
- normas del departamento de personal
- normas del departamento de finanzas

Administrativos

- normas sobre relaciones laborales
- reglamento para la junta de directores
- procedimientos para la preparación del balance general
- procedimiento para la preparación de reportes
- normas para la implementación del concepto de CTC

Especificaciones

De producto o servicio

- especificaciones del producto o servicio
- especificaciones de materia prima
- diagrama de presión de estampado
- estándares de instalación
- estándares de desarrollo de nuevos productos

Estándares de operación o proceso

- estándares de análisis de procesos

- procedimientos estándares de operación
- instrucciones para control de inventario
- instrucciones para el control de transportación

Procedimientos previos a la estandarización

Antes de proceder a un proceso de estandarización se recomienda desarrollar los siguientes procedimientos:

- Establecer un comité directivo de estandarización para toda la compañía, subordinado al Comité Directivo de CTC como se aprecia en la figura 4.5.1.



Figura 4.5.1

- Instalar una sub-secretaría en los departamentos de nivel superior.
- Iniciar un proceso de estandarización, si aún no lo hay en la empresa, para lo cual es necesario:

- a) Estar consciente del compromiso de la alta dirección por la estandarización; entender por qué es necesario preparar en primer lugar al gerente y luego a los empleados.
- b) Establecer un programa de preparación de estándares dentro del marco de programas a cinco años.
- c) Definir qué aspectos tienen prioridad de estandarizarse, a partir de una sesión de diagnóstico que se haga en cada departamento, en la cual puede utilizarse una lluvia de ideas.
- d) Evaluar los aspectos que resulten e identificar los puntos débiles de la estandarización.
- e) Determinar los sectores donde es necesario establecer estándares con mayor prioridad, con base en el concepto de satisfacción del cliente.
- f) Asignar personas apropiadas para trabajar en el establecimiento de los estándares.
- g) Dialogar con todos los subordinados sobre estándares tentativos.

- h) En caso de ser conveniente, interactuar con otros departamentos relacionados.
 - i) Enviar los productos que se obtengan al superior correspondiente, para su aprobación.
 - j) Remitir al departamento de archivo para su numeración, distribución y clasificación.
 - k) Evaluar periódicamente su efectividad y revisar, si es posible, cada dos años.
- Proceso de estandarización (cuando todo está estandarizado).

En caso de que en la empresa haya finalizado casi todo el proceso de estandarización, es necesario:

- a) Concentrarse en el mejoramiento de los estándares establecidos con base en:
 - especialización (procedimientos o métodos más específicos y económicos);
 - simplificación (desarrollar productos con el menor número posible de piezas o partes para

ensamble, diseños más simples, procesos de producción más simples);

- integración (usar piezas o partes más comunes y disponibles en tiendas comerciales...).

b) Realizar el anterior trabajo de manera oportuna, para que las ideas de mejoramiento se implementen con miras a lograr el dominio competitivo, especialmente para cambiar:

- políticas de administración
- estructura organizacional
- desarrollo de nuevos productos
- u otros aspectos

Evaluación de la estandarización.

La evaluación debe considerar tres diferentes aspectos que implican respectivamente tiempo, calidad y utilización.

1) Evaluación de la actividad de promoción de estándares (tiempo):

- avance del proceso de implantación, según lo programado

- porcentaje de avance
- estándares terminados, estándares revisados y estándares eliminados
- nivel de comprensión y utilización de los estándares establecidos
- disponibilidad de uso de los estándares que necesita cada departamento
- oportunidad y efectividad en el establecimiento y revisión de todos los estándares

2) Evaluación del nivel de generación de estándares en toda la organización (calidad):

- ¿cuántos tipos de estándares se han establecido? por producto terminado, materia prima, materiales, servicio, función, unidad, producto en proceso, operación, etc.
- ¿qué tanta semejanza hay entre los diversos estándares establecidos? ¿podemos agrupar algunos de ellos?
- ¿cómo comparar nuestras normas contra las de la competencia?

3) Evaluación de los beneficios obtenidos mediante el uso de los estándares establecidos (utilización).

$$\text{Beneficio} = (\text{ahorros directos} + \text{ahorros indirectos}) - \text{inversión en estandarización}$$

- ahorros directos: cantidad ahorrada por la estandarización;
- ahorros indirectos: cantidad ahorrada por medio del mejoramiento de la productividad, reducción de fallas, reducción de reclamaciones, etc.
- inversión: costo para el establecimiento de nuevos estándares, costo por equipo retirado...

Sugerencias para la estandarización

Durante el establecimiento de los estándares, es necesario prestar atención a los siguientes aspectos:

- El estándar debe establecerse como una instrucción de acción, no como un deseo o expectativa.
- Debe tener un enunciado claro y preciso de tal manera que no haya malentendidos en quien lo lea.
- No se deben hacer excepciones
- Debe estar de acuerdo con el ambiente específico de todos los departamentos y ser fácil de usar.
- Debe establecerse para procedimientos de control durante el proceso y no para procedimientos de control de resultados.

- Debe especificar criterios de evaluación que puedan aplicar los propios operarios y mencionar qué acciones se deben realizar cuando no se cumplan estos criterios.
- Los estándares deben poder entenderse fácilmente y contar con ilustraciones o fotografías que faciliten su aplicación.
- Debe ser factible darles seguimiento para revisión o eliminación.
- Deben ser fáciles de seguir por todo el personal.

Lineamientos para los estándares de procedimientos de control

Cuando se trata de control del proceso, primero se diseña el proceso, luego se preparan las gráficas de control de calidad de éste, a continuación se analiza el proceso, se formulan los estándares y se revisan.

En este trabajo es necesario tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Los estándares, particularmente los técnicos y de operación, deben estar relacionados con las causas.
- Debe decidirse cómo controlar los factores claves del control de proceso. Para identificar esos factores

claves debemos tener nuestro propio conocimiento tecnológico acerca del proceso, observar cuidadosamente las condiciones actuales de trabajo y ser capaces de analizar el proceso estadísticamente.

- La estandarización se lleva a cabo con el propósito de delegar autoridad. En tanto que la autoridad se delega, no toda la responsabilidad se puede delegar.

Por consiguiente, es necesario estandarizar lo que debe hacerse en situaciones excepcionales o anormales. Estos estándares se conocen con el nombre de estándares de control.

En caso de que ocurra una anomalía en el proceso, debe decidirse con anticipación quién debe hacer qué (responsabilidad) qué tan lejos puede ir (autoridad) y quién debe recibir instrucciones de quién.

- Los estándares se deben formular para lograr los objetivos, es decir, para alcanzar las características deseadas.
- En la elaboración de estos estándares, debe estar involucrada tanta gente como sea posible.

- Es natural que los seres humanos cometan errores, y es erróneo enojarse por los errores de los subordinados. Si se comete un error, se debe invitar a los involucrados a discutir sobre cómo éste se puede prevenir.
- Un estándar que no se revise es un estándar que no se usa.
- Los estándares deben estar adecuadamente documentados, con el registro de todos los cambios. Este esfuerzo en particular, se debe hacer en forma sistemática para contar con un cuerpo de tecnología dentro de la compañía. De esta manera, la tecnología de la empresa tendrá una base muy sólida, a partir de la cual se podrán realizar mejoras y transferencia tecnológica.
- Todos los estándares deben ser mutuamente consistentes.

CAPITULO V FACTORES CAUSALES QUE AFECTAN LA CALIDAD EN
LOS PROCESOS

5.1.- COSTOS (C.I.R.) (C.A.C.R.).

Los principales objetivos que persigue una empresa respecto a costos son los siguientes:

- a) Generar utilidades (Rentable)
- b) Satisfacer una demanda (Productiva)
- c) Permanecer en el mercado (Competitiva)

Graficamente la figura 5.1.1 establece que:



Figura 5.1.1

"A mayor calidad, se incrementa la productividad".

El trabajo hecho sin calidad nos hace incurrir en retrabajos, desperdicios, devoluciones, productos defectuosos,

demoras, atención a quejas y costos de garantía; lo cual refleja que los insumos o entradas del proceso no se están utilizando adecuadamente, es decir:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital}}$$

Lógicamente que al utilizar de manera adecuada, organizada y eficientes nuestros insumos (entrada de proceso) y al no incurrir en estos costos mejorará nuestra productividad.

De aquí que se afirme que la productividad es una consecuencia de trabajar con calidad, no solamente en el producto, sino también en el diseño, en el servicio al cliente, etc., es decir en cualquier etapa del proceso organizacional y administrativo.

Pero, ¿qué son los costos de calidad?

Se consideran costos de calidad a todos aquellos que nos hacen disminuir la productividad de la empresa, debidos principalmente al incumplimiento de los requisitos que se establecen para las diferentes actividades, por ejemplo: 1) reprocesos, 2) desperdicios, 3) devoluciones, 4) defectuosos, 5) demoras, 6) atención a quejas, 7) cumplimiento de garantías.

Clasificación de los costos de calidad.- Los costos de calidad se clasifican para su estudio y análisis en dos clases: costos de incumplimiento de los requisitos (C.I.R.) (costos de entrada) y costos de aseguramiento de cumplimiento de requisitos (C.A.C.R.) (costos de salida).

El siguiente esquema de la figura 5.1.2 muestra la clasificación del costo total:

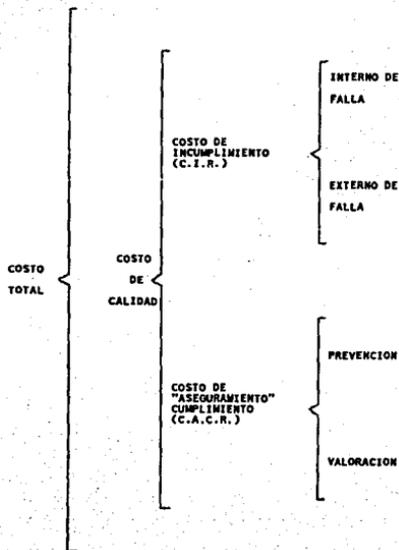


Figura 5.1.2

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

La magnitud de los costos relacionados con la calidad y su importante afectación a las utilidades, han llevado a la necesidad de aislar y medir dichos costos. Esto conduce a su vez al establecimiento de un Programa de Costos de la Calidad, el cual mejora la productividad al reducir los costos al mismo tiempo que se mantienen y mejoran los niveles de calidad.

El costo de la calidad está integrado por:

- a) Costos de Prevención.- Son aquellos que corresponden a gastos dirigidos a la prevención, como lo son: diseño del producto, capacitación, evaluación a proveedores, etc.
- b) Costos de Valorización.- Son aquellos que se refieren a la valorización o estimación de los niveles de calidad tales como: verificación, inspección, pruebas, etc.
- c) Costos por falla interna.- Son aquellos asignados a corregir defectos descubiertos antes de enviar el producto o servicio al cliente, tal es el caso de reparaciones, demoras, paros de producción, retrabajos, rechazos, etc.

- c) Costos de falla externa.- Son aquellos relacionados con defectos descubiertos después de enviado el producto o servicio al cliente. Estos gastos suelen ser críticos y costosos porque originan quejas de los clientes. Se consideran fallas externas aquéllas que son debidas a los proveedores. Así también los rechazos y fallas descubiertas por el cliente.

Análisis de tendencia

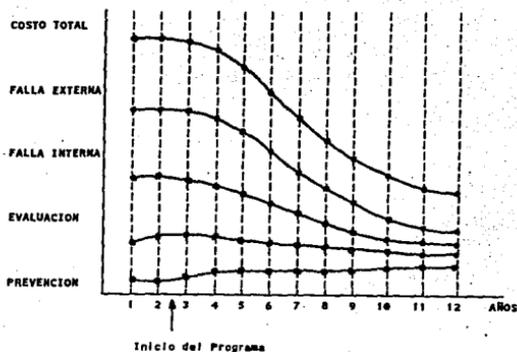


Figura 5.1.3

En la gráfica 5.1.3 se puede observar como disminuyen los costos de salida a medida que el sistema de calidad se va integrando a la empresa a través del tiempo, pero que requiere

de ciertos costos de entradas iniciales. Cada uno de los conceptos de costos de calidad pueden extenderse al futuro de marca individual, para planear las metas específicas que se deseen alcanzar y poder monitorear el progreso actual contra lo planeado.

La figura 5.1.4 muestra gráficamente el costo por unidad.

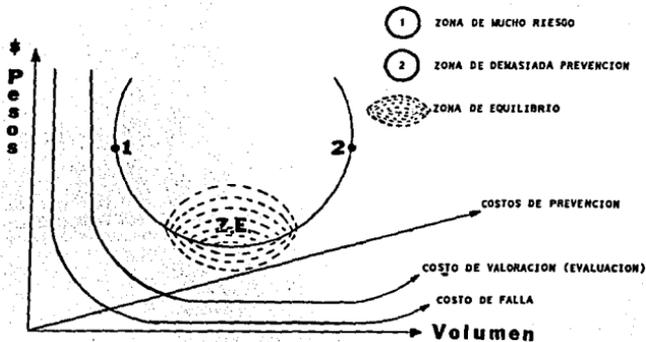


Figura 5.1.4

La diferencia entre el costo total de operación de la empresa y el costo de calidad representa los otros costos.

Entonces:

$$CDC = CIR + CARC$$

Donde:

CIR = Costos por incumplimiento de requisitos (lo que cuesta hacer las cosas mal).

CACR = Costo de asegurar el cumplimiento de requisitos (lo que cuesta lograr que las cosas se realicen correctamente, y en lo correcto).

CDC = Costo de Calidad.

De esta manera podemos decir que: los costos de calidad sirven como herramienta básica que permite planificar y orientar los programas de la calidad con el objeto de mejorar el nivel o deducir sus costos.

Para nuestro proceso de Mantenimiento Mecánico llevado a la práctica aplicaremos:

- 1.- Costo de calidad global.
- 2.- Costo de C.I.R.
- 3.- Costo de C.A.C.R.

SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO
COSTO DE CALIDAD GLOBAL

DEPTO: MANTENIMIENTO MECANICO.

COSTO DE INCUMPLIMIENTO DE REQUISITOS (CIR)
COSTO DE ASEGURAMIENTO DE CUMPLIMIENTO DE
REQUISITOS (C.A.C.R.)

CONCEPTO	DEFINICION	CRITERIO DE MEDICION	CRITERIO DE COSTOS
Incumplimiento del Programa de Mantenimiento (FI y FE)	No Realización de las actividades programadas	Medición en Hrs/hombre no utilizadas	Costo en horas-hombre
Fallas en ejecución de los trabajos (F.I.)	Tiempo invertido de retrabajos	No. de Hrs. extras y Costo de Materiales	Costo hora extra y materiales
Capacitación del personal (C.P.)	Preparación del Personal Autorizado	Horas-Hombre Viáticos-Transporte	Costo real del curso

Figura 5.1.5 . . .

La figura 5.1.5 muestra el costo de incumplimiento de requisitos (CIR) y el costo de aseguramiento de cumplimiento de requisitos (CACR)

SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO

COSTO DEL (C.I.R.)

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO.

MES: DICIEMBRE

AÑO: 1994

CONCEPTOS	FRECUENCIA	RORAS- HONBRE	COSTOS HORAS-HONBRE A	OTROS COSTOS DIRECTOS B	COSTOS INDIRECTOS C	COSTO TOTAL ANUAL (A+B+C)
Incumplimiento del Programa de Mantenimiento	560hr./año	560 hr.	₡ 6,300.00	₡ 4,200.00	₡ 4,725.00	₡ 15,225.00
Fallas en Ejecución de los Trabajos	240hr./año	240 hr.	₡ 5,400.00	₡ 3,600.00	₡ 4,050.00	₡ 13,050.00
SUMA	800hr./año	800 hr.	₡ 11,700.00	₡ 7,800.00	₡ 8,775.00	₡ 28,275.00

Figura 5.1.6

La figura 5.1.6 muestra los costos de incumplimiento de requisitos (CIR).

SISTEMA DE MANTENIMIENTO MECANICO

COSTO DEL (C.A.C.R.)

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO.

MES: DICIEMBRE

ARO: 1994

CONCEPTOS	FRECUENCIA	HORAS-HOMBRE	COSTOS HORAS-HOMBRE A	OTROS COSTOS DIRECTOS B	COSTOS INDIRECTOS C	COSTO TOTAL ANUAL (A+B+C)
Capacitación del Personal (C.F.)	120hr./año	120 hr.	₡ 2,362.00	₡ 1,600.00	₡ 720.00	₡ 4,682.00
Actualización y/o renovación de los equipos de pruebas (C.F.)	Annual	40 hr.	₡ 345.00	₡ 33,000.00	₡	₡ 33,345.00
SUMA		160 hr.	₡ 2,707.00	₡ 34,600.00	₡ 720.00	₡ 38,227.00

Figura 5.1.7

La figura 5.1.7 muestra los costos de aseguramiento del cumplimiento de los requisitos (CACR).

**Ejemplos de algunos conceptos del
Costo de Incumplimiento de Requisitos
(CIR)**

- Horas extras de mano de obra.
- Fletes extraordinarios.
- Retrabajos (todo lo que se hace dos veces o más).
- Inventarios obsoletos.
- Cartera incobrable.
- Multas, recargos, cláusulas penales, etc.
- Intereses moratorios.
- Error de facturación.
- Depreciación de equipo obsoleto.
- Juntas ineficaces.
- Tiempos perdidos (máquina, mano de obra, etc.).

**Ejemplos de algunos conceptos del
Costo de Aseguramiento del
Cumplimiento de Requisitos (CACR)**

- Mantenimiento preventivo.
- Manuales técnicos.
- Prueba de prototipos.
- Auditorías de ingeniería.
- Capacitación laboral.
- Vigilancia.
- Auditoría de tarjetas de asistencia.
- Estudio de mercado.
- Desarrollo de empleados.
- Procedimientos escritos.
- Afinamiento de sistemas.
- Juntas eficaces.

5.2.- FACTORES ESTRATEGICOS.

Una práctica que se debe desechar en toda organización es aquella mala costumbre de fijar cuotas, metas u objetivos que no estén acompañados de los medios que permitan alcanzarlos.

En consecuencia, la identificación de los factores causales de un proceso resulta imprescindible para encausar los recursos y esfuerzos hacia el logro de las metas del proceso.

En el siguiente cuadro mostramos en forma conjunta los cuatro factores causales que se describirán en forma detallada con la definición de cada uno.

La tabla 5.2.1 muestra la identificación de los factores causales de un Proceso.

<p style="text-align: center;">Factores Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> # Liderazgo # Manejo del Poder # Cultura # Clima 	<p style="text-align: center;">Factores Estratégicos</p> <ul style="list-style-type: none"> # Relación cliente-proveedor # Ubicación # Coordinación en otros procesos # Identidad # Subestructura
<p style="text-align: center;">Factores Tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> # Conocimiento técnico # Instalaciones # Regularidad y Tempo # Materiales # Innovación 	<p style="text-align: center;">Factores Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> # Planeación # Organización # Integración # Control

Tabla 5.2.1

FACTORES ESTRATEGICOS.

F.E.- Es el conjunto de fenómenos organizacionales relacionados con la interacción de un sistema con otros -qué se hace-.

F.E.1.- Comprende los sistemas que estén afuera del Sistema en cuestión.

F.E.2.- Sistema Proveedor-Cliente.- La fuerza de un sistema se mide en base a los resultados que brinda a sus clientes y proveedores.

F.E.3.- **Carácter y Personalidad.-** La identidad corporativa enbonada a su entorno.

F.E.4.- **Subsistemas.-** Los subsistemas que conducen, promueven y apoyan a la organización en sí.

5.3.- FACTORES TECNOLOGICOS.

F.T. **Factores Tecnológicos.-** Son los acontecimientos relacionados con el contenido del trabajo mismo.

F.T.1. **Conocimientos.-** Saber hacer el trabajo (métodos, sistemas y procedimientos) grado de dominio y difusión del conocimiento entre todos los miembros del sistema.

F.T.2 **Capacidad Instalada.-** Lo que se podría hacer con la capacidad de los recursos existentes en el sistema (instalaciones, personal, maquinaria, equipo, materiales, etc.).

F.T.3. **Capacidad Utilizada.-** Rendimiento obtenido de la capacidad instalada, lo que se hace realmente.

F.T.4. **Innovación.-** Grado de actualización que tienen todos los recursos, incluyendo sistemas,

procedimientos y tecnología, flexibilidad para implantar cambios.

5.4.- FACTORES SOCIALES.

F.S. Factores Sociales.- Es el conjunto de acontecimientos organizacionales relacionados con la interacción de los miembros. Quiénes y Cómo interactúan.

F.S.1. Dirección y Liderazgo.- Hace referencia a la conducción humana, tipo de liderazgo, toma de decisiones y las instrucciones.

F.S.2. Manejo de Poder.- Uso de la autoridad emanada del puesto, además, confianza, conocimiento, capacidad y manejo de información.

F.S.3. Cultura.- Serie de hábitos, costumbres y prácticas cotidianas, comportamiento y actitudes.

F.S.4. Clima.- Percepciones de la gente sobre su trabajo, su empresa, su ambiente físico y las relaciones con su jefe y compañeros (sus actitudes).

5.5.- FACTORES ADMINISTRATIVOS.

F.A. Factores Administrativos.- Es el conjunto de fenómenos organizacionales relacionados con la forma de hacer el trabajo o del cómo se organiza el trabajo.

F.A.1. Planeación.- Es la formulación de planes, programas, presupuestos y reglamentos. Normatividad del Sistema.

F.A.2. Organización.- Definición de funciones, jerarquías y flujo de trabajo.

F.A.3. Integración.- Incorporación de recursos materiales, financieros, técnicos y humanos.

F.A.4. Control.- Sistemas de Medición que facilitan el seguimiento y corrección oportunos de los sistemas.

5.6.- DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.

Derivado de estos factores causales de la no calidad, en nuestro proceso encontraremos fallas y problemas, éstos pueden ser desde quejas de los clientes internos, externos, hasta la repercusión en trabajos defectuosos o ausencias del mismo personal.

Cuando se analizan cualquiera de estos problemas, a menudo ocurre que se señalan algunas probables causas, dentro de las cuales a lo mejor no se encuentra la principal; de ahí que se dificulte encontrar la solución. Por eso se recomienda que cada uno de los involucrados en el problema contribuya con sus ideas en torno a las posibles causas, y que éstas se vayan organizando y relacionando con su efecto, de una manera gráfica.

El instrumento que permite tener un panorama global del problema y visualizar las relaciones que tienen las causas entre sí y con su efecto es el diagrama causa-efecto.

Como norma: si no se identifica la causa real del problema podrá hacerse mucho por solucionario, pero no se tendrá éxito.

El diagrama de causa-efecto es una técnica de análisis en la Resolución de Problemas, desarrollada formalmente por el profesor Kaoru Ishikawa, de la Universidad de Tokio, en 1943, quien la utilizó con un grupo de ingenieros en una planta de la Kawazaki Steel Works, para explicar cómo diversos factores que afectan un proceso pueden ser clasificados y relacionados de cierta manera.

El diagrama de causa-efecto es un gráfico que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas.

Al resultado fijo de la definición comúnmente se le denomina el "efecto", el cual representa un área de mejor: un problema que se deba resolver, un proceso o una característica de calidad. Una vez que se define el problema-efecto, se identifican los factores que contribuyen a él (causas).

Ejemplos:

a) El rotor del turbo compresor de la turbina de gas (causa) puede ser responsable de las vibraciones y resonancia en los alabes (efecto).

b) Las diferencias en el grado de dureza del rotor (efecto) se pueden deber a diferencias en la composición química de la materia prima (causa).

c) La falta de capacitación de los trabajadores (causa) puede propiciar el aumento en el porcentaje de trabajos defectuosos (efecto).

d) Un llenado incorrecto en las órdenes de trabajo (causa) puede provocar retraso en el avance del mantenimiento (efecto).

En tanto existan varias causas de los problemas, aparecerán otras más potencialmente (subcausas) derivadas, que podrían mencionarse en el diagrama de causa-efecto.

La presentación que en el diagrama se da a la relación existente entre las causas/subcausas y el efecto, asume la forma de un esqueleto de pescado. Razón por la cual también se le conoce con este nombre.

La estructura generalizada del diagrama se muestra en la figura 5.5.1.

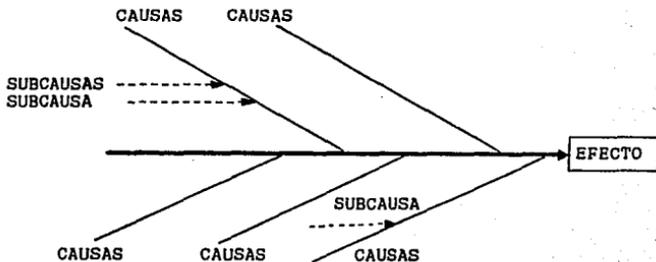


Figura 5.5.1

Pero, ¿para qué nos sirve el diagrama de causa-efecto?

a) Elaborar un diagrama de causa-efecto es una labor educativa en sí misma, en la cual se favorece el intercambio de técnicas y experiencia entre los miembros del grupo de mejoras, cada uno de los cuales ganará nuevo conocimiento ya sea al analizar el diagrama o al estudiar uno terminado.

b) El diagrama puede ser utilizado para el análisis de cualquier problema, ya que sirve tanto para identificar los diversos factores que afectan a un resultado, como para clasificarlos y relacionarlos entre sí.

c) El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos que se deben obtener para confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.

d) El diagrama se puede emplear, por otra parte, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integran el proceso. Cuando se detectan causas potenciales de un problema, éstas pueden prevenirse si se adoptan controles apropiados.

e) Finalmente, el diagrama de causa-efecto muestra la habilidad profesional que posee el personal encargado del proceso; cuanto más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.

Finalmente, para nuestro proceso del mantenimiento mecánico realizamos el diagrama de causa-efecto (esqueleto de pescado) en base a los factores causales de la no calidad, determinando las subcausas mediante evaluaciones de cada uno, en escala del 1-10, integrando los valores que nos den como resultado, primero en una tabla de control de avance para el mejoramiento y segundo en el diagrama de causa efecto; (resaltando) o denotando el factor causal que necesite mayor atención para la mejora del proceso.

A continuación en las tablas (5.5.2), (5.5.3), (5.5.4) y (5.5.5) se realizará una evaluación de Proceso con el Jefe del Departamento Mecánico para analizar el factor causal de mayor impacto, que repercuta en el sistema del mantenimiento mecánico, denotando a éste con la menor puntuación de calificación.

**FACTORES ESTRATEGICOS
LISTA DE VERIFICACION**

GRADO EN QUE EL PROCESO:	CALIFICACION
1.- Cuenta con definiciones claras de sus alcances (dónde empieza y dónde termina).	9
2.- Tiene identificados a los miembros del sistema cliente-proveedor (tanto internos como externos).	9
3.- Ha investigado, negociado y establecido por escrito las expectativas específicas de clientes y proveedores.	6
4.- Establece relaciones con otros procesos de la misma empresa.	8
5.- Colabora con otros procesos para obtener los resultados globales.	6
6.- Logra una imagen positiva hacia el exterior.	8
7.- Genera orgullo por pertenecer a él.	8
8.- Cuenta con indicadores para observar la satisfacción producida en sus clientes y proveedores.	8
9.- Cuenta con metas de largo plazo y las comparte con sus miembros.	8
10.- Obtiene resultados.	7
11.- Tiene definida su personalidad e identidad.	9
12.- Armoniza y se integra a la personalidad de la empresa en su conjunto.	8
13.- Cuenta con subsistemas definidos y equilibrados. Hay separación de responsabilidades.	9
14.- Conoce, analiza y corrige sus puntos débiles.	7
15.- Aprovecha sus fuerzas y las consolida.	8
SUMA	120

CALIFICACION DEL GRADO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOV DEFICIENTE					REGULAR		SATISFACTORIO	NOV ADECUADO	EXCELENTE

Tabla 5.5.2

**FACTORES TECNOLOGICOS
LISTA DE VERIFICACION**

GRADO EN QUE EL PROCESO:	CALIFICACION
1.- Cuenta con tecnología específica en documentos.	<u>9</u>
2.- Cuenta con métodos normalizados (todos aplican lo mismo en la misma forma).	<u>9</u>
3.- Cuenta con personal que domina sus métodos (han sido capacitados y tienen sólida experiencia).	<u>8</u>
4.- Difunde su tecnología.	<u>8</u>
5.- Cuenta con instalaciones con buenas condiciones de espacio, iluminación, comodidad y ventilación.	<u>9</u>
6.- Cuenta con higiene y seguridad.	<u>9</u>
7.- Cuenta con elementos necesarios para hacer lo que tiene que hacerse (máquinas, instrumentos, etc.).	<u>9</u>
8.- Cuenta con elementos materiales actualizados para lograr la rapidez, precisión y eficiencia.	<u>8</u>
9.- Cuenta con un sistema de Mantenimiento de equipos e instalaciones.	<u>9</u>
10.- Utiliza los datos de la no calidad para evitar los desperdicios y reprocesos.	<u>5</u>
11.- Cuenta con bajos niveles de desperdicio y reproceso a nivel internacional.	<u>5</u>
12.- Produce resultados (bienes o servicios) con calidad internacional.	<u>8</u>
13.- Cuenta con un sistema de mejoramiento permanente manifestado en hechos: innovación constante.	<u>5</u>
14.- Favorece la creatividad y la iniciativa generalizada en todos sus miembros.	<u>8</u>
15.- Se encuentra en la vanguardia tecnológica mundial.	<u>7</u>
SUMA	<u>116</u>

CALIFICACION DEL GRADO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MUY DEFICIENTE	INSATISFECHO		REGULAR			SATISFACTORIO		MUY ADECUADO	EXCELENTE

Tabla 5.5.3

**FACTORES SOCIALES
LISTA DE VERIFICACION**

GRADO EN QUE EL PROCESO:	CALIFICACION
1.- Cuenta con instrucciones claras.	<u>8</u>
2.- Cuenta con personal que sabe lo que debe hacer y como hacerlo.	<u>9</u>
3.- Tiene especificaciones por escrito de sus metas.	<u>10</u>
4.- Consigue que la toma de decisiones sea rápida y acertada.	<u>8</u>
5.- Logra que las decisiones sean ampliamente compartidas y comunicadas.	<u>8</u>
6.- Tiene distribuidas la autoridad y la responsabilidad.	<u>9</u>
7.- Cuenta con un equipo de trabajo cohesionado que se refleja en compañerismo.	<u>10</u>
8.- Cuenta con un ambiente de respeto mutuo.	<u>10</u>
9.- Obtiene cooperación de unos con otros.	<u>10</u>
10.- Cuenta con disciplina y dedicación al trabajo.	<u>9</u>
11.- Cuenta con una alta cultura de cumplimiento. No necesita presionar para conseguir resultados.	<u>9</u>
12.- Cuenta con un sistema de juntas semanales.	<u>10</u>
13.- Provee a sus miembros del orgullo por hacer bien el trabajo.	<u>9</u>
14.- Obtiene lealtad y permanencia en quienes trabajan allí. No hay rotación. Ni ausentismo. Ni quejas del personal.	<u>10</u>
15.- Cuenta con relaciones jefe-subordinado adecuados.	<u>10</u>
SUMA	<u>139</u>

CALIFICACION DEL GRADO				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
NOY DEFICIENTE	INSATISFECHO	REGULAR	SATISFACTORIO	NOY ADECUADO
				EXCELENTE

Tabla 5.5.4

**FACTORES ADMINISTRATIVOS
LISTA DE VERIFICACION**

GRADO EN QUE EL PROCESO:

CALIFICACION

1.- Precisa el conjunto de cualidades que debe reunir lo que entrega a sus clientes y proveedores.	<u>6</u>
2.- Diagrama las actividades.	<u>7</u>
3.- Cuenta con puntos de verificación en cada paso.	<u>6</u>
4.- Integra las distintas funciones para producir fluidez en el trabajo.	<u>6</u>
5.- Cuenta con esquemas preventivos evitando urgencias o desquiciamientos.	<u>1</u>
6.- Cuenta con programas de trabajo.	<u>9</u>
7.- Cuenta con asignación de funciones, autoridad y responsabilidad por escrito.	<u>6</u>
8.- Cuenta con sistemas y procedimientos para incorporar nuevos recursos (humanos, financieros, materiales y tecnológicos).	<u>4</u>
9.- Controla sus microprocesos.	<u>8</u>
10.- Consigue la optimización de recursos evitando desperdicios y reprocesos.	<u>8</u>
11.- Obtiene equidad en la distribución de tareas, evitando sobrecargar.	<u>8</u>
12.- Cuenta con un sistema para valorar y premiar los desempeños con justicia.	<u>3</u>
13.- Cuenta con sistemas y procedimientos para el manejo de información.	<u>8</u>
14.- Cuenta con instructivos que detallan la realización de actividades críticas.	<u>6</u>
15.- Cuenta con mecanismos de respuesta rápida ante las desviaciones de lo programado.	<u>3</u>
SUMA	<u>91</u>

CALIFICACION DEL GRADO					
1	2	3	4	5	6
MUY DEFICIENTE	INSATISFECHO	REGULAR	SATISFACTORIO	MUY ADECUADO	EJECLENTE

Tabla 5-3-5

Tabla de control de avance para el mejoramiento.- Una vez que se detectaron las causas y subcausas del proceso, se procede a evaluarlas en las tablas de avance; éstas, en la práctica, pueden hacerse cada semana, quincena, mes o año sirviendo como referencia para que los equipos de mejora continua, "Grupo Qualitich", analicen, evalúen y determinen la causa de mejora.

En la tabla 5.5.6 aparecen los datos de calificación de cada factor.

EVALUACIONES	1	2	3	4	5
FACTORES FECHAS	22/Nov/94				
Sociales	139				
Estratégicos	120				
Administrativos	91				
Tecnológicos	116				
Suma	466				
Porcentaje	77.6%				

Tabla 5.5.6

Nota 1: El porcentaje se obtiene dividiendo los puntos sumados entre 600 y multiplicándolo por cien.

Para la determinación del diagrama de causa-efecto se determina anotar los puntos vitales de cada factor, con la finalidad de identificarlos para su estudio y mejora, como se muestra en la tabla 5.5.7.

Factores Sociales	Factores Estratégicos
Sin novedad en proceso de mejora continua.	No se ha investigado, negociado y establecido por escrito las expectativas específicas de clientes y proveedores.
Factores Tecnológicos	Factores Administrativos
1.- No se utilizan los datos de la no calidad para evitar los desperdicios y reprocesos. 2.- No se cuenta con niveles de reproceso y desperdicio a nivel inter-nacional. 3.- No se cuenta con un sistema de mejoramiento permanente manifestado en hecho: Innovación constante	1.- No se precisa el conjunto de cualidades que debe reunir lo que se entrega a nuestros clientes y proveedores. 2.- No se cuenta con puntos de verificación en cada paso. 3.- No se integran las distintas funciones para producir fluidez en el trabajo. 4.- No se cuenta con esquemas preventivos evitando urgencias y desquiciamientos. 5.- No se cuenta con sistemas y procedimientos para incorporar nuevos recursos (humanos, financieros, materiales y tecnológicos). 6.- No se cuenta con un sistema para valorar o premiar los desempeños con justicia. 7.- No se cuenta con instrucciones que detallan la realización de actividades críticas. 8.- No se cuenta con mecanismos de respuesta rápida ante las desviaciones de lo programado.

Tabla 5.5.7

Una vez detectados los puntos vitales de cada factor causal, se procede a realizar el diagrama de causa efecto (esqueleto de pescado) como se muestra en la figura 5.5.8. Cabe señalar que en dicho diagrama sólo se anotan las causas y subcausas y no las soluciones del problema, ya que éstas se pueden examinar de un modo más detallado por separado.

**DIAGRAMA CAUSA-EFECTO
DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO**

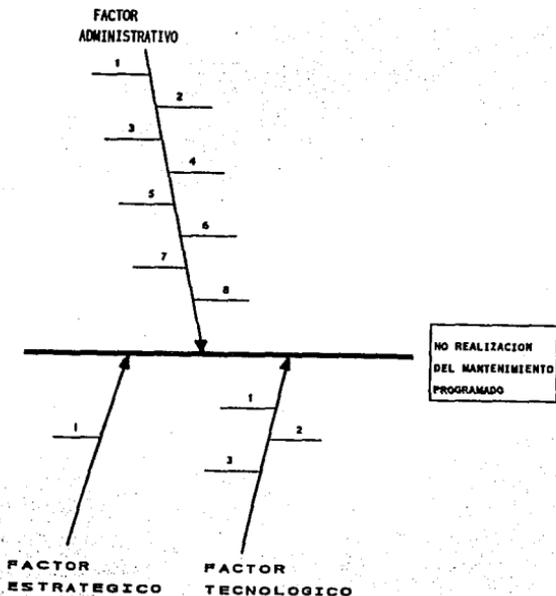


Figura 5.5.8

**CAPITULO VI APLICACION PRACTICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL
PROCESO (MANTENIMIENTO DEL TURBOCOMPRESOR)**

6.1.- PROCESO DE AUTOCONTROL.

En los capítulos anteriores se vio que una acción para el mejoramiento es fijar metas de calidad acompañándolas de los métodos para lograrlos; el paso inmediato es la realización del trabajo, que si se hace conforme a los pasos anteriores, no debe presentar problemas. Ahora bien, como ya se dijo, no basta con dar una orden, impartir instrucciones o dar capacitación, es necesario observar si se está cumpliendo con las responsabilidades asignadas. Lo ideal es que las cosas sucedan sin problemas y sin necesidad de verificación, pero en la realidad no es así. Si las cosas se desarrollan de acuerdo con las metas fijadas, entonces se deben dejar que sigan así; pero en la práctica surgen hechos inesperados o situaciones excepcionales que se apartan de lo establecido en las normas.

Es ahí donde la observación cumple con su verdadero cometido: descubrir las excepciones que originan la variación. Para realizar esta tarea de verificación, es necesario entender con claridad las políticas básicas, las metas y los procedimientos de normalización, ya que si no se tienen claramente planteadas y las normas no son confiables, no se podrá determinar cuáles son excepciones y cuáles no.

Mientras haya personas que piensen que bajo un proceso uniforme los efectos siempre son uniformes, se seguirán teniendo datos falsos en las industrias, ya que esto es erróneo; los efectos varían ampliamente aun cuando una misma persona utilice los mismos materiales y equipos y aplique el mismo método: los efectos pueden presentar variaciones.

La variación de los efectos para encontrar excepciones no sirve por sí sola, es necesario encontrar los factores causales que ocasionan tales efectos para tomar acciones apropiadas.

Controlar la acción.- El significado de la palabra control frecuentemente se asocia con el término inspección; de hecho, en algunos países europeos este término se usa en el sentido estricto de inspección de la producción, pero nosotros manejaremos la definición de control, entendida como un proceso:

Control.- Es el proceso a través del cual establecamos y cumplimos las normas, que siguen una serie de etapas.

Al aplicarse a problemas de calidad se deben considerar los siguientes puntos:

- a) Seleccionar lo que va a ser regulado.
- b) Elegir la unidad de medida.
- c) Establecer un valor normal o estándar, es decir, especificar la característica de calidad.
- d) Crear un dispositivo sensible que pueda medir la característica.
- e) Realizar la medición.
- f) Interpretar las diferencias entre lo real y el estándar.
- g) Tomar una decisión y actuar sobre la diferencia.

Ishikawa menciona que la palabra control provoca confusión, por lo cual es necesario hacer entender a todos los empleados el significado de este término, de tal manera que puedan ponerlo en práctica; además considera que hay que tener en cuenta los factores humanos, ya que no son iguales para todas las naciones.

Para establecer el control apropiado, es necesario encontrar primero los factores causales y así poder impedir que las excepciones vuelvan a repetirse (prevención), cosa que en la práctica resulta difícil; es más fácil tomar medidas temporales para resolver problemas por el momento, que llegar realmente al conocimiento profundo de las causas.

Entre los principales obstáculos que impiden el control y las mejoras resultantes están las actividades de las personas, como pueden ser:

- Pensar que todo marcha bien y no hay problemas. Estar satisfechos con los resultados.
- Pensar que la empresa es la mejor y por lo tanto se forma un ambiente de egocentrismo.
- Creer que la mejor manera de hacer las cosas es aquella que conocemos y ninguna otra.
- El seleccionalismo entre las decisiones que provoca el individualismo.
- No querer escuchar opiniones de otras personas.

Para erradicar estas actitudes erradas, se requiere de una convicción profunda por mejorar porque el principal obstáculo está dentro de la empresa y dentro de cada persona.

Si llegamos a establecer buenos métodos de control, estaremos en posibilidad de introducir métodos de mejoramiento sustanciales.

De esta manera cuando el trabajo está organizado de tal manera que capacita a las personas para tener la posibilidad completa de alcanzar los resultados planeados/planificados, puede trabajar en estado de autocontrol. Este concepto es aplicable en todos los niveles de una organización: desde un Director General hasta un (empleado) obrero.

Para que una persona pueda estar en situación de autocontrol, deben cumplirse algunos criterios fundamentales:

- 1.- Debe contar con el conocimiento preciso de lo que espera que haga (un presupuesto, un sello, una inspección, etc.).
- 2.- Conocer lo que se está haciendo realmente (grado de conformidad) con las especificaciones, beneficio real, tiempo de entrega, etc.
- 3.- Medios para regular lo que se está haciendo en caso de que falle en el cumplimiento de los objetivos.

Estos medios deben incluir la autoridad y la capacidad para regular, ya sea variando el proceso o variando su propia conducta.

Dentro del enfoque de calidad total, el estado óptimo de control es precisamente el autocontrol, el cual debe perseguirse consistentemente en todas las áreas de una organización y en todos los programas.

6.2.- SISTEMAS PRODUCTIVOS (FACTORES CLAVE PARA LA TRANSFORMACION).

Para determinar las enfermedades en los procesos críticos, es necesario conocer los resultados, evaluarlos y dar a conocer el diagnóstico preliminar, para que en base a la experiencia y tomando en cuenta los consejos de los grandes maestros del control total de la calidad, apliquemos los factores claves para la transformación que se detallan a continuación:

- 1) Convicción y compromiso equilibrante de la alta dirección hacia la calidad total.
- 2) Un plan estratégico para la implantación de la calidad total en un horizonte de tiempo de 5 años.
- 3).- Capacitación y adiestramiento permanente y a todo nivel, en la filosofía, tecnología para el mejoramiento de sistemas, procesos y cultura organizacional.

- 4).- Involucrar a todo el personal en el proceso de cambio.
- 5).- Los supervisores (Directores, Gerentes, Jefes, etc.) deben poner el ejemplo con su involucramiento y compromiso diario.
- 6).- Crear una estructura que dirija el sistema de calidad total de acuerdo al plan estratégico, impulse el cambio y evalúe resultados periódicamente.
- 7).- Ser pacientes, perseverantes y tenaces a lo largo de todo el proceso de cambio, pues no es fácil y hay muchos obstáculos que franquear.
- 8).- Evitar copiar modelos de calidad total de otras empresas (nacionales o extranjeras) y en su lugar desarrollar su propia estrategia con la asesoría de especialistas serios.
- 9).- Comprender que la calidad total y su administración no es responsabilidad única de una persona o departamento (ejemplo: del Gerente de Control y Aseguramiento de Calidad, o de un departamento), sino que por el contrario es responsabilidad de todo el personal, todos los días y en todo lo que se hace.

10). Comprender que la administración por calidad total no es un programa más, una moda pasajera o un objetivo en sí, sino que más bien es una "forma de vida y trabajo" permanente, en todo momento y lugar, y que es un medio para ser más competitivos, satisfacer mejor a nuestros clientes y crecer como organización.

El mejoramiento permanente de los procesos clave de la empresa (social, estratégico, administrativo y tecnológico) tiene como objetivo principal, cumplir con las cuatro dimensiones de la administración por control de calidad total que son:

Mejorar la eficacia (lograr resultados)

Mejorar la eficiencia (hacer bien lo que se hace)

Mejorar la efectividad (hacer lo que debes hacer)

Mejorar la innovación (hacer mejor lo que está hecho)

Eficacia.- Es definir lo que es correcto, hacer en el trabajo de todos, en todos los departamentos y para toda la organización.

Eficiencia.- Enseñar a todo el personal la manera correcta de hacer lo que es correcto y mejorar los sistemas y procesos de trabajo para que puedan hacerlo bien, con un mínimo de desviaciones, errores y fallas.

Efectividad.- Lograr los resultados u objetivos de mejoramiento que se desean y necesitan lograr a través de la correcta ejecución de lo que se debe hacer (sin eficacia ni eficiencia, no habrá efectividad).

Innovación.- Mejorar permanentemente la correcta ejecución de lo que se debe hacer. Esto es, buscar continuamente la forma de hacer mejor lo de por sí ya se hace bien.

En síntesis, podemos decir que el control total de calidad de cualquier proceso tiene éxito cuando:

Todo el personal de la empresa hace correctamente lo que es correcto hacer, logra resultados de mejoramiento de la calidad y busca nuevas maneras de mejorar continuamente en todo lo que hace para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de los clientes.

En todo proceso se recomienda empezar por las siguientes etapas:

a) **Fase Diagnóstica.-** Permite conocer los sistemas, procesos, cultura organizacional y el estado general de la empresa en sus procesos clave. Se determina lo que es.

b) **Fase Estratégica.**- Se establece el plan estratégico de calidad total de la empresa y se identifica lo que se quiere y debe ser, para contrastarlo con lo que se es. Se define cómo se va implantar el C.T.C. en la empresa y la estructura organizacional que la sustenta.

c) **Fase Filósifica (tecnología suave).**- Se sensibiliza a todo el personal acerca de la importancia del C.T.C. y de la necesidad impostergable que tiene la empresa de ser más competitiva. Se introduce la filosofía de los maestros de la calidad total y se brinda un esquema de cambio.

d) **Fase Tecnológica (tecnología dura).**- Se transmiten conocimientos y se brinda asesoría para que el personal pueda analizar, costear, medir, controlar, estabilizar y asegurar sus procesos y sistemas de trabajo.

e) **Fase de Mejoramiento Permanente.**- Se transmiten conocimientos y se brinda asesoría para la optimización, creatividad e innovación de los procesos y sistemas controlados. Esta etapa nunca termina por ser de manera propia evolutiva.

Por lo tanto, cada una de estas etapas deberá completarse secuencialmente para poder garantizar el éxito de la implementación en cualquier proceso, ya que de lo contrario se

corren grandes y graves riesgos, y todo por querer "ahorrar" tiempo, dinero y esfuerzo, saltándose las etapas.

La tendencia del falso ahorro en varias empresas que, a toda costa, quieren iniciar con la fase tecnológica, sin hacer un diagnóstico previo, sin definir la estrategia de implantación y sensibilización hacia el cambio y la calidad, han tenido como resultado un rotundo fracaso en su esfuerzo por hacer de su empresa una empresa productiva.

Finalmente, es importante señalar y enfatizar que el C.T.C. no es un fin en sí mismo, sino más bien un medio para alcanzar niveles de competitividad de clase mundial. Cuando esta perspectiva y visión del C.T.C. se pierde, también se corre el riesgo de fracasar al dejar a un lado factores como utilidades, la competencia, el cliente externo y otros elementos que impactan a toda la organización en su conjunto.

6.3.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL PROCESO.

Evolución de la Calidad.

Para hablar de Aseguramiento y Gestión de Calidad es necesario remontarnos a los orígenes de la calidad.

El desarrollo de la calidad como la conocemos hoy, ha abarcado todo este siglo.

Desde un punto de vista histórico, los cambios principales en el enfoque al trabajo de los esquemas de calidad, han incurrido aproximadamente cada 20 años como se puede apreciar en el cuadro 6.1.1.

Propósitos del Aseguramiento de Calidad.

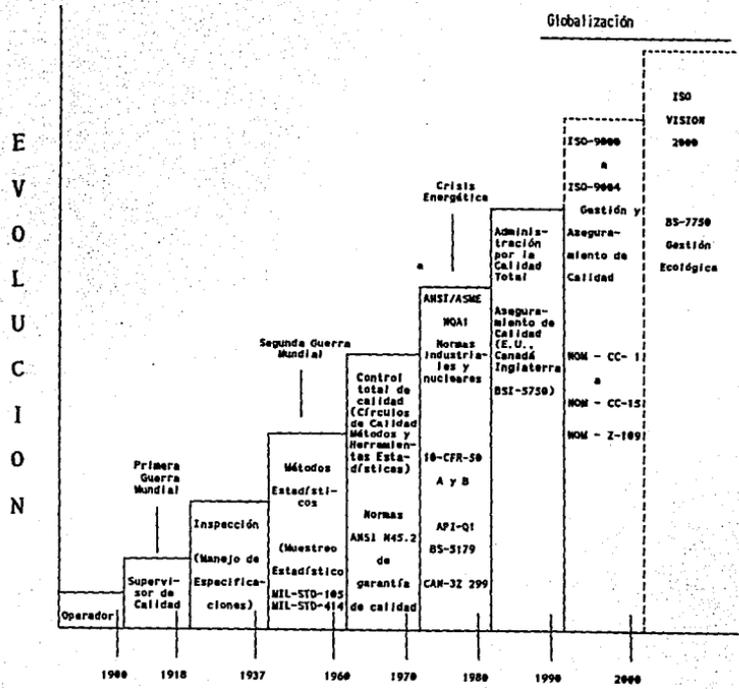
El propósito que persigue un Sistema de Aseguramiento y Gestión de la Calidad de un proveedor es brindar una garantía y seguridad al cliente de que los productos y servicios proporcionados cumplen con sus especificaciones y que éstos funcionan cuando se ponen en servicio.

La necesidad de implantar un Sistema de Aseguramiento y Gestión de Calidad surge a raíz de un requerimiento de seguridad del cliente; este requerimiento, en la mayoría de los casos se establece en los convenios o contratos Cliente-Proveedor en los que el proveedor se sujeta a una norma de calidad, que empleará y desarrollará para estructurar este sistema.

Este sistema tiene por objeto ordenar y controlar de manera sistemática la recepción de las especificaciones, su

Evolución de la Calidad

Cuadro 6.1.1

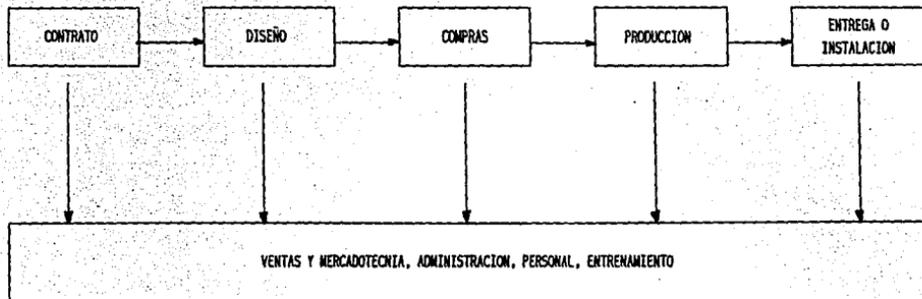


estudio y análisis, la adquisición de las materias primas para su elaboración, los procesos donde se emplearán y que darán como resultado el producto requerido por el cliente. La aplicación de inspecciones y pruebas, el manejo, almacenamiento y su envío al cliente así como su entrega, el servicio y la instalación.

Cada una de estas actividades las deben desarrollar los departamentos responsables; para que éstas se cumplan correctamente y de manera normal, se describen, en documentos denominados "guías", "instrucciones" o "procedimientos" que desarrollan y aplican las personas de cada área de manera consistente, asegurando con esto la obtención de productos que cumplan con las especificaciones y funciones; esto evidencia internamente la existencia de controles sobre las actividades que afectan la calidad y extremadamente proporciona al cliente una seguridad sobre la consistencia en los requisitos de los productos que se le proporcionan. Esto lo observamos en el cuadro 6.1.2., donde se muestra la interrelación y participación de cada departamento y como se retroalimentan entre sí, de tal forma que como resultado se tenga un producto correctamente elaborado.

Anteriormente los proveedores estaban sujetos a los requisitos de aplicación y desarrollo de sistemas de calidad por cada uno de sus proveedores, esto causaba desajustes y

Sistema de Retroalimentación de Necesidades

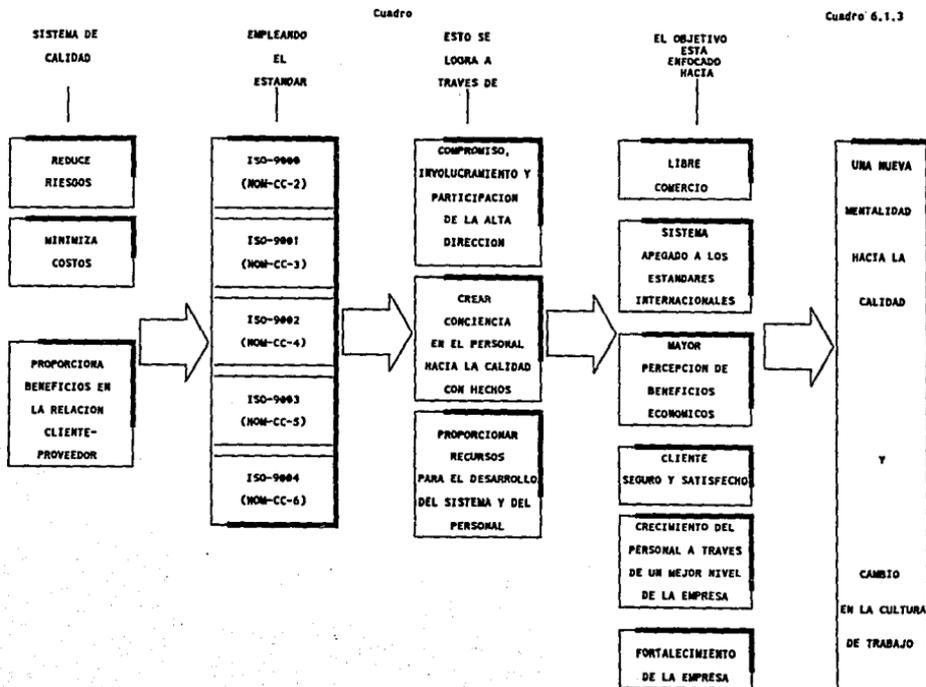


desequilibrios debido a las diferencias de criterios y severidad en la aplicación; a raíz de esto, hasta hace algunos años a nivel internacional se ha trabajado en el establecimiento de una serie de normas cuyos modelos aplicables a las empresas homologarán los criterios en su aplicación, beneficiando a los proveedores en el desarrollo y aplicación de un Sistema de Calidad único, que podría ser solicitado por uno o varios clientes.

Este trabajo dio como resultado una serie de normas de calidad denominadas ISO 9000 en las que los modelos de aplicación facilitan a los proveedores de común acuerdo con él o los clientes para el empleo de uno en especial. Estas normas ofrecen al proveedor resultados en su aplicación, tal como lo muestra el cuadro 6.1.3.

También en este nuevo enfoque al término de Aseguramiento de Calidad se le ha sumado la Gestión, esto significa que hoy en día la calidad se implanta a través de una política que debe dar a conocer la alta dirección, así como la planeación e implantación del Aseguramiento, la asignación, los recursos y la aplicación de acciones correctivas que sólo se logra cuando existe la participación e involucramiento de la alta dirección; en décadas pasadas, el aseguramiento estaba manejado a través de niveles demasiado técnicos como para llamar la atención de la alta dirección, asignando este

LO QUE OFRECE UN SISTEMA DE CALIDAD



trabajo a las áreas de calidad donde correspondía la parte técnica; hoy en día esta visión se ha modificado, debido a los avances en el desarrollo de normas más flexibles que ofrecen una mejor comprensión de sus criterios.

En el cuadro 6.1.4 se describe un ejemplo donde el Sistema de Mantenimiento Mecánico del Turbo Compresor identifica las diferentes actividades de reparación con respecto a los elementos de un Sistema de Aseguramiento y Gestión de la Calidad.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL TURBO COMPRESOR DE UNA TURBINA DE GAS	
1.- Organización	¿Quién realiza el trabajo? Personal técnico de mantenimiento
2.- Planeación	¿Cuándo se debe de realizar el mantenimiento de acuerdo a la vida útil de las piezas del turbo compresor?
3.- Instrucciones de trabajo	Ver Sistema Organizado en orden secuencial de actividades
4.- Registros	Manuales de procedimientos anteriores y archivo de cada pieza o elemento
5.- Control de artículos comprados	Refacciones (alabas, canastas, toberas, tornillos, tuercas, sellos, empaques, etc.)
6.- Control de producción	Avance del mantenimiento Optimización de Recursos
7.- Control de equipo de medición y pruebas	Prueba por sobrevelocidad y medición de disparos
8.- Procesos especiales (tratamiento técnico)	Balaceo dinámico
9.- Inspección durante el proceso (pruebas no destructivas)	Pruebas de vibración, excentricidad
10.- Protección y conservación de la calidad del producto	Operación de los Sistemas en forma adecuada
11.- Inspección y prueba de artículo terminado	Giro a 3600 R.P.M. con límites de vibración permitidos
12.- Control de material que no cumple con las especificaciones	Consulta de Normas y Estándares (tabla de revisión de materiales)
13.- Acción correctiva	Solicitar materiales y refacciones que cumplan con las normas estándares deseadas
14.- Entrenamiento	Capacitación permanente de nuevas técnicas de mantenimiento al personal de C.F.E.
15.- Uso de los métodos estadísticos	Analizar cómo se han realizado en otras ocasiones (tiempo, costo, mano de obra) y por qué?

6.4. MEJORA CONTINUA.

A partir de los resultados obtenidos de nuestro proceso: "El Mantenimiento Mecánico del Turbo Compresor", ahora es necesario redefinir metas, priorizar acciones correctivas y llevarlas a cabo sin perder de vista el enfoque hacia la mejora continua.

Al aclarar una meta o estándar mediante el ciclo planear, hacer, verificar, actuar, (P.H.V.A.), es necesario proponer una meta más alta en forma continua, innovar y volver a comprometerse mediante el empleo de otras metodologías, para poner en práctica el control total de calidad, de tal manera que se evite un estancamiento que cause rezago en un mercado altamente competitivo.

Las acciones de mejora continua, involucran a los responsables de las diferentes actividades de implantación, fijando compromisos y fechas límite para su estudio con los grupos Qualitech.

En resumen podemos decir que para contar con una completa identificación de acciones de mejorar y para asegurar sus etapas de aplicación es necesario determinar.

- 1) Acciones requeridas para implantarla
- 2) Fechas de inicio y término

- 3) Personas responsables de cada acción
- 4) Análisis de desventajas y beneficios.

Sólo una correcta identificación de alternativas servirá de base para la planeación del proyecto de mejora, es decir: El alcance de los nuevos objetivos se logra mediante los planes de acción conjunta en los puntos específicos de las actividades a realizar.

Como primer paso debemos determinar el objetivo en términos claros y cuantificables, es decir:

- a) **Objetivos.**- Los objetivos deben determinar propósitos, fines o resultados concretos y medibles que se desean obtener como resultado de los planes de acción; debiendo contener los siguientes elementos:

- * Fin o resultado concreto
- * Tiempo determinado
- * Medidas cuantitativas
- * Actividades para lograr los fines
- * Responsabilidades y Responsables.

Al definir Objetivos debemos preguntarnos:

- * ¿Se cuenta con una guía para la acción?
- * ¿Se cuenta con medidas de rendimiento?

* ¿Se cuenta con una fuente de motivación?

b) Principios para fijar objetivos:

Precisión: Deben fijarse cuantitativamente.

Flexibilidad: Deben considerar oportunidades no previstas durante la fijación de los mismos. Para poder dar precisión a los objetivos, sin perjuicio de su flexibilidad, se suelen establecer entre otros:

* Máxima y mínima

* Planes substitutos.

c) Participación.- Deben participar los jefes de área, considerando la esfera de acción de la que son responsables.

d) Realismo.- Deben ser de tal naturaleza, que sean posibles de alcanzar.

e) Objetividad.- Es necesario fijarlos sobre bases cuidadosamente estudiadas, con fundamento en la realidad, en hechos.

Reglas para fijar objetivos:

- 1.- No confundir el objetivo con uno de los medios para alcanzarlo.
- 2.- Los objetivos deben fijarse por escrito.
- 3.- Deben ser pocos en número.
- 4.- Deben establecerse por separado.
- 5.- Deben enunciarse en forma breve.
- 6.- Deben definirse en función de resultados a lograr y no en función de los trabajos por ejecutar.
- 7.- Deben redactarse en términos cuantificables de fácil medición.
- 8.- Deben representar un compromiso.

Proceso de fijación de objetivos:

- 1.- Determinar periodo de vigencia.
- 2.- Determinar la situación actual que se tiene en ese rubro de objetivo, especificar en términos cuantitativos.

- 3.- Identificar los niveles que se tiene pensado obtener, o sea la situación deseada.
- 4.- Redactarlos contestando las preguntas: ¿Qué, cómo, cuándo, cuánto, dónde, quién y por qué?
- 5.- Una vez redactados se procede a priorizarlos, considerando su importancia:

Categoría 1: Los que deben alcanzarse.

Categoría 2: Los que podrían alcanzarse.

Categoría 3: Los que pueden esperar.

Se deben determinar las actividades más importantes a realizar para obtener los resultados expresados. En esta etapa deben considerarse todas las alternativas vistas en el proceso anteriormente.

Cabe aclarar que un mayor número de alternativas aumenta la oportunidad de lograr con mayor éxito el objetivo deseado.

Validación de objetivos. El proceso de validación de objetivos consiste en la evaluación de la probabilidad de que el objetivo se alcance: ¿podemos lograrlo? ¿queremos lograrlo? (activo) ¿contamos con los recursos para lograrlo?

Al respecto se debe considerar y especificar la clase de recursos que se necesitan para llevar a cabo los planes, o sea que él debe especificar el presupuesto correctamente para el logro de los nuevos objetivos.

En resumen, el plan de acción de mejora continua debe contener por cada objetivo:

- * Descripción de actividades
- * Responsables
- * Tiempos
- * Evaluación

Para el logro de los nuevos objetivos no basta con tener un proyecto completo, sino que hay que justificarlo en cuanto costo-beneficios.

Al tener la seguridad de que el beneficio justifica el costo procedemos a elaborar el plan de implantación por escrito, ya que será más probable que la gerencia responda afirmativamente a un proyecto bien elaborado que ante opiniones o sugerencias verbales, dicho plan deberá contener:

- a) Características Generales: Este punto debe contener el nombre del proyecto, responsable, áreas participantes, objetivos, campo de aplicación y una breve introducción.

- b) Descripción de Proceso a Mejorar: Definir el proceso susceptible de mejora, incluir Sistograma, Organigrama y Flujoograma.
- c) Causas detectadas: Diagrama causa-efecto.
- d) Detallar actividades por desarrollar y sus tiempos, señalando cuál será la participación de quién y en qué.
- e) Detallar los instrumentos de medición a utilizar.
- f) Especificar cuál será el costo del proyecto y cómo será su financiamiento; así también se debe aclarar cuál será su influencia en otras áreas.
- g) Definición de medios de difusión: de que manera se darán a conocer los detalles.

El proyecto debidamente elaborado y justificado se presenta ante las autoridades correspondientes para su autorización.

Posteriormente se pone en marcha dándole seguimiento y evaluación mediante juntas periódicas, la periodicidad de las mismas la determinarán los equipos Qualitech. En dichas juntas se especificarán la situación actual del proyecto, compartimiento de indicadores, causas de retraso (en su caso) y acciones correctivas (en su caso).

Es recomendable presentar un informe final donde se describan los objetivos planteados al inicio y resultados obtenidos, explicando el comportamiento de indicadores y gráficas.

Esto permitirá evaluar los logros obtenidos y los obstáculos presentados, en base a ello podemos ir identificando los aspectos a mejorar en los procesos siguientes.

La figura 6.1 nos ayuda a entender gráficamente los logros obtenidos, manteniendo y mejorando nuestros procesos.

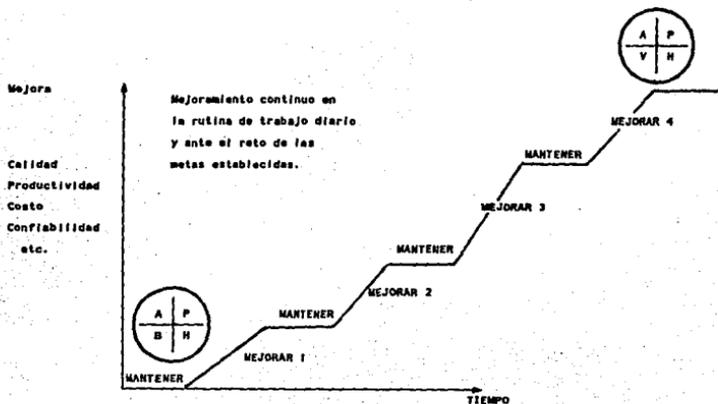


Figura 6.1

De igual forma que en los capítulos anteriores donde primero dimos el enfoque del proceso para luego continuar con el desarrollo del mismo, procederemos en este capítulo de Mejora Continua a dar la aplicación práctica para nuestro proceso del Mantenimiento Mecánico como sigue:

- 1.- Una vez analizados los factores de la no calidad en nuestro proceso mediante el diagrama de causa-efecto, nos resultó que el factor causal de mayor impacto es el administrativo repercutiendo en los costos de calidad (C.I.R.) (C.A.C.R.).
- 2.- Aplicaremos la Metodología para el Proceso Administrativo.
- 3.- Evaluaremos las acciones de mejora para este proceso.

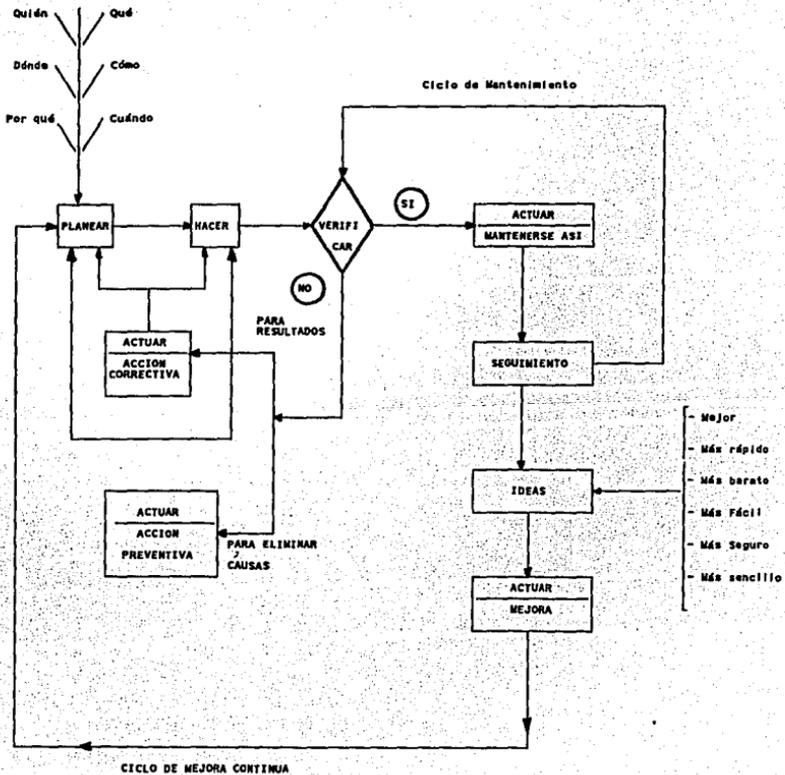
Prácticamente para inducir la mejora continua de nuestro proceso tenemos ahora que: analizar, estudiar y desarrollar los conceptos descritos anteriormente para el concepto administrativo, tal y como se detallan en la tabla 6.1.

En conclusión y en forma generalizada la figura 6.2 nos orienta mediante un diagrama de flujo el Ciclo del Control Total de la Calidad para un proceso determinado.

**EVALUACION DE ACCION DE MEJORA PARA EL
"FACTOR CAUSAL ADMINISTRATIVO"**

ACCION DE MEJORA	PROCESOS NECESARIOS	TIEMPO DE IMPLANTACION DESEADO	AREAS BENEFICIADAS	RESPONSABLES	FECHA DE CUMPLIMIENTO
1 Aplicación de Microdiagramas 2 Identificación de causas y subcausas 3 Metas	1 Humanos 2 Económicos	15 D.N.	1 Mantenimiento 2 Análisis y resultados 3 Clientes internos y clientes externos	1 Administrativo 2 Superintendente 3 Jefes de área	45 D.N.

Tabla 6.1



CONCLUSIONES

El control ha dejado de ser una simple moda, convirtiéndose en la actualidad como la herramienta necesaria para todas aquellas empresas que han comprendido que los niveles de competitividad exigidos a nivel nacional e internacional sólo se pueden alcanzar con un sistema debidamente implementado de calidad.

Los altos niveles de desperdicio, tiempos muertos, duplicidad de esfuerzos, reprocesos, quejas, devoluciones, mal clima laboral, inestabilidad, desconfianza mutua entre personal y entre clientes y proveedores, alta rotación de personal, ausentismo, etc. son apenas algunos síntomas inequívocos de empresas que requieren de un cambio radical y para siempre en su sistema administrativo.

Hoy día, en base a un sin fin de experiencias se sabe que un Sistema Administrativo de Calidad Total es la medicina eficaz contra todos estos males que aquejan a la inmensa mayoría de las empresas en nuestro país.

En México existen empresas e instituciones que han dado sus primeros grandes pasos en la ruta de la Calidad Total gracias a la visión de sus Directivos, quienes reconocen que esta herramienta vital es la única estrategia a seguir con el propósito de mejorar sus estructuras, procesos, insumos y

resultados, para obtener con ello una empresa de mayor productividad, competitividad y crecimiento sostenido a largo plazo en el mercado.

Implementar los modelos de calidad total en nuestros procesos de mantenimiento, producirá como resultado menores costos, mayor optimización de mano de obra y la reducción de tiempos, asegurando la pronta generación eléctrica para la satisfacción de nuestros clientes externos o usuarios de este servicio.

Aplicar correctamente la Metodología del Control Total de la Calidad en un solo departamento, no asegura la calidad en el servicio, por ende se debe de aplicar este modelo a todos los departamentos involucrados en los procesos de estudio.

Por tal motivo se concluye que:

La aplicación del Control Total de Calidad como herramienta básica, necesaria en todos los procesos evolutivos de mantenimiento, producción y distribución de C.F.E. traerá como consecuencia un servicio que cumpla las expectativas de satisfacción de nuestros clientes o usuarios.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ARANA de la Garza Rafael y Ginebra Joan. "Dirección por Servicio: la otra Calidad". Ed. McGraw Hill. México. 1990.
- 2.- BROCKA, M. Suzanne y Brocka Bruce. "Quality Management". Ed. Business One Irwin, Illinois, U.S.A. 1992.
- 3.- CENCADE, "Metodología de Calidad", Notas para el Diplomado en Calidad Productiva, Centro de Capacitación, Celaya.
- 4.- CROSBY, Philip B. "Hablemos de Calidad". Ed. McGraw Hill. México, 1990.
- 5.- GIRAL, José. "Cultura de Efectividad". Ed. Iberoamericana. México, 1991.
- 6.- GITLOW, Howard y Gitlow Shelly. "Cómo Mejorar la Calidad y Productividad con el Método Deming". Ed. Norma. Bogotá, 1989.
- 7.- HARRINGTON, James. "Cómo Incrementar la Calidad y Productividad en su Empresa". Ed. McGraw Hill. México, 1988.

- 8.- ISHIKAWA, Kaoru. "¿Qué es el Control Total de Calidad? La Modalidad Japonesa". Ed. Norma. Bogotá 1986.
- 9.- I.T.E.S.M. "Ideas actuales sobre el Control Total de Calidad". Versión 1.0, Edit. ITESM 1992.
- 10.- I.T.E.S.M. "La ruta de la calidad". Versión 2.0, Edit. ITESM 1992.
- 11.- I.T.E.S.M. "Las siete herramientas básicas". Versión 3.0, Edit. ITESM 1992.
- 12.- I.T.E.S.M. "Nueve aspectos clave para un ambiente de calidad en el trabajo". Versión 4.0, Edit. ITESM 1992.
- 13.- JURAN, Joseph. "La Planificación para la Calidad". Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1990.
- 14.- KOBAYASHI, Shigeru. "Administración Creativa". Ed. Técnica. México. 1982.
- 15.- PETERS, Tom. "En Busca de la Excelencia". Ed. Lasser Press. México, 1981.
- 16.- TOMASINI, Alfredo Acle. "Planeación Estratégica y Control Total de Calidad". Ed. Grijalbo. México, 1989.

17.- WALTON, Mary. "Cómo Administrar con el Método Deming".

Ed. Norma. Bogotá, 1988.

18.- WALTON, Mary. "El Método Deming en la Práctica". Ed.

Norma. Bogotá, 1992.