

108



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**“CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES (EMPRESAS E
INSTITUCIONES) PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD EN EL
AREA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO
PARA AGUAS RESIDUALES”**

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JUAN MANUEL CONCEPCION VAZQUEZ DAZA

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMUDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

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



U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

"Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones)"

Propuesta de Mejora de Calidad en el Area de Mantenimiento
de Equipos de Bombeo para Aguas Residuales".

que presenta el pasante: Juan Manuel Concepción Vázquez Daza
con número de cuenta: 9206360-1 para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Septiembre de 2000

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>I y III</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zemudio</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Julio Moisés Sánchez Barrera</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Dr. Armando Aguiler Márquez</u>	<u>[Firma]</u>

Agradecimientos

A Dios:

*Quien me dio la vida y la oportunidad de concluir una carrera profesional
y quien siempre me ha tendido la mano.*

A mis padres:

*Quienes me han apoyado siempre y han visto por mí desde que vine al mundo. Agradezco
especialmente a mi madre quien no ha escalimado ni escalimará esfuerzos por apoyarme.*

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por formarme profesionalmente y abrirme las puertas de su sabiduría.

A mis hermanos:

Por apoyarme siempre. Mucho debo a ustedes haber logrado este objetivo.

A mi cuñada:

Por su apoyo moral, porque siempre me ayudó a levantarme en los momentos difíciles.

*Agradezco a todos aquellos que han depositado su confianza en mí y han dedicado parte
de su valioso tiempo a escucharme.*

Gracias

Dedicatorias

A mi madre Olivia Daza

Porque siempre estuviste pendiente de mi desempeño académico.

Porque con muchos sacrificios me apoyaste en todo lo que pudiste.

Porque nunca dejaré de admirarte.

A toña y Edilberto

Porque han sido pilares importantes en mi desarrollo profesional,

me han escuchado y han valorado mi esfuerzo,

lo cual me ha impulsado a seguir.

A mis maestros

Porque ustedes han cultivado en mí, valiosos conocimientos,

que me ayudarán a servir mejor a la sociedad.

Hasta pronto

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I CLASIFICACION DE LAS BOMBAS.....	3
1.1 Consideraciones Generales	3
1.2 Concepto de Bomba	3
1.3 Clasificación	4
1.4 Clases y Tipos	6
1.5 Características Generales	6
CAPITULO II SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE BOMBAS	8
2.1 Generalidades	8
2.2 Aplicación en Agua Potable.....	8
2.3 Aplicación en Drenaje.....	8
2.4 Aplicación en Plantas de Tratamiento.....	9
2.5 Otras Aplicaciones.....	10
2.6 Criterios Básicos para la Selección de Bombas.....	11
2.7 Métodos de Selección.....	12
2.8 Determinación del Caudal.....	12
2.9 Conceptos Básicos.....	13
2.9.1 Columna de la bomba.....	13
2.9.2 Concepto de Presión.....	13
2.9.3 Columna.....	13
2.9.4 Columna Estática.....	14
2.9.5 Presión de Vapor.....	14
2.9.6 Columna Estática de Succión.....	14
2.9.7 Columna Estática de Descarga.....	14
2.9.8 Columna Estática Total.....	14

2.9.9	Columna de Fricción.....	14
2.9.10	Elevación de Succión.....	14
2.9.11	Columna de Succión.....	15
2.9.12	Columna de Descarga.....	15
2.9.13	Columna Total.....	15
2.9.14	Curva de Fricción del Sistema.....	15
2.9.15	Columna Neta de Succión Positiva.....	15

CAPITULO III FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UNA BOMBA 16

3.1	Funcionamiento	16
3.2	Bomba Centrifuga.....	17
3.2.1	Bomba de Flujo Radial.....	17
3.2.2	Bombas de Flujo Mixto.....	18
3.2.3	Bombas de Flujo Axial.....	19
3.3	Características Operativas de las Bombas.....	19
3.4	Accionamiento de Bombas.....	20
3.4.1	Motores Eléctricos	21
3.4.2	Motores de Combustión Interna	21
3.5	Materiales de Fabricación.....	28
3.6	Partes de la Bomba.....	23
3.6.1	Partes de una Bomba Centrifuga Horizontal.....	24
3.6.2	Partes de una Bomba Vertical Tipo Turbina.....	31

CAPITULO IV IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN LA ORGANIZACIÓN 39

4.1	Generalidades.....	39
4.2	Concepto de Mantenimiento.....	41
4.3	Responsabilidad del Mantenimiento.....	41
4.3.1	Objetivos.....	42
4.4	Tipos de Mantenimiento.....	39
4.4.1	Mantenimiento Correctivo.....	44
4.4.2	Mantenimiento Preventivo.....	45

4.5	El Sistema de Mantenimiento Preventivo	49
4.5.1	El Plan de Mantenimiento Preventivo.....	49
4.5.2	Recursos Técnicos.....	50
4.5.3	Periodicidad o Frecuencia.....	51
4.5.4	Inspección.....	52
4.6	Reglas Generales de Mantenimiento.....	54
4.7	Operación y Mantenimiento de las Bombas en Plantas de Aguas Negras.....	54
4.7.1	Funciones de las Cuadrillas de Mantenimiento.....	55
4.7.2	Actividades Principales de un Operador de Bombas.....	56

CAPITULO V CALIDAD EN EL AREA DE MANTENIMIENTO.....	59
--	-----------

5.1	Generalidades.....	59
5.2	Concepto de Calidad.....	60
5.3	Principales Filosofías de la Calidad.....	61
5.3.1	Los 14 puntos de Deming.....	61
5.3.2	Planificación de Juran.....	63
5.3.3	Programa de Phillip Crosby.....	63
5.3.4	Calidad de Kaoru Ishikawa.....	64
5.3.5	Enfoque de Calidad de Taguchi.....	65
5.4	Espiral de la Calidad.....	65
5.5	Normas ISO-9000.....	66
5.5.1	Política de Calidad.....	66
5.5.2	Sistema de Calidad.....	67
5.5.3	Control de Calidad.....	67
5.5.4	Administración de Calidad	67
5.5.5	Aseguramiento de Calidad.....	67
5.5.6	La Calidad Total y el Mantenimiento.....	68
5.5.7	Control Estadístico de Proceso.....	70
5.6	Aseguramiento de Calidad CEP para Mantenimiento.....	70

CAPITULO VI PROPUESTAS DE MEJORA.....	72
--	-----------

6.1	Generalidades.....	72
6.2	Funciones del Área de Mantenimiento.....	72
6.3	Características del Control del Servicio y de la Prestación del Servicio.....	76
6.4	Aplicación de Normas ISO-9000 en la DGCOH.....	77
6.5	Círculos de Calidad.....	93
CONCLUSIONES		95
BIBLIOGRAFÍA		97

INTRODUCCION.

Un buen servicio de conservación de instalaciones y equipos, busca reducir al mínimo las suspensiones del trabajo, al mismo tiempo hacer más eficaz el empleo de dichos elementos y que los recursos humanos, a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible. La necesidad de tener una organización apropiada de mantenimiento, de poseer controles adecuados, de poder planear y programar con acierto, ha sido puesta de relieve por varios motivos a saber:

Creciente mecanización; mayor complejidad del equipo; aumento en inventarios de repuesto y accesorios; controles más estrictos de la producción y servicios; menores plazos de entrega; exigencias crecientes de la buena calidad; costos mayores; etc.

En plantas de tratamiento de aguas negras y residuales son frecuentes las fallas en equipos de bombeo y compresores por falta de mantenimiento. Las consecuencias llegan a ser graves ya que se refleja en las redes de distribución de aguas tratadas, en efecto se advierten con frecuencia fugas que limitan el uso de las conducciones.

Hablaremos en el presente trabajo de la importancia del mantenimiento dentro de la organización, específicamente del mantenimiento a los equipos de bombeo del Departamento del Distrito Federal, cuyos equipos son de relevante importancia para el rebombeo y desalojo de aguas negras de la ciudad de México, mostrando la importancia de una filosofía de optimización con miras a implantar un proceso de mejora continua de productividad y competitividad en mantenimiento industrial.

Debido a la creciente competencia y las grandes exigencias de calidad de los productos y servicios a nivel internacional, nos obligan cómo país y cómo personas hacia un desarrollo que se fundamente ya en una filosofía de calidad para todas las tareas productivas y de servicios, incluyendo el mantenimiento industrial, sustentada en el aspecto humano de las organizaciones, porque precisamente cambiando hábitos, costumbres y vicios es cómo se puede avanzar en el camino de la mejora continua y para ello hay que **querer, saber y poder** implementar metodologías que se adapten al perfil de dicha organización.

El término de mejora continua significa la búsqueda interminable de la excelencia: búsqueda que debe comenzar con la superación personal de cada uno de los integrantes de una empresa porque la empresa es lo que su gente es. La mejora continua es entonces la estrategia que los mexicanos debemos seguir para salir del siempre “fuera de especificación” o “apenas en límite” y progresar hacia el siempre “dentro de especificación” y de buena vez hacia la “excelencia permanente”. En México poco estamos acostumbrados a trabajar bajo un sistema, un modelo, o procedimientos establecidos, ordenado y diseñado para nuestra realidad y encaminado a cumplir paso a paso en cada uno de los puntos hasta llegar a cumplir todo lo que implica la responsabilidad del manteniendo, Mientras sigamos obedeciendo a estas costumbres y no estemos interesados en establecer modelos y sistemas específicos de trabajo bien fundamentados y orientados a una realidad industrial cada vez más agobiante, el mantenimiento en nuestro país seguirá siendo un mantenimiento “bombero”, dedicado a resolver emergencias y apagar fuegos, ocasionando paros prolongados en la producción y elevando los costos de la producción y los servicios.

Clasificación de las Bombas

1.1 Consideraciones Generales.

Las bombas se clasifican según dos consideraciones generales diferentes:

- 1) La que toma en consideración las características de movimiento de líquidos.
- 2) La que se basa en el tipo de aplicación específica para los cuáles se ha diseñado la bomba.

1.2 Concepto de bomba.

Bomba: Es una máquina que se utiliza para pasar líquidos de un nivel más bajo a un nivel más elevado, o para impulsar fluidos en una dirección determinada.

Las bombas reciben energía mecánica, la comunican al líquido que pasa por ellas, y éste la asume como energía fluída o hidráulica. En general, las bombas se construyen para que trabajen en posición horizontal (aunque también las hay inclinadas).

Una bomba será vertical, horizontal o inclinada según la posición de su eje de rotación. Tanto la forma de la bomba como el material que se use para construirla dependerán de la función que ésta deba cumplir.

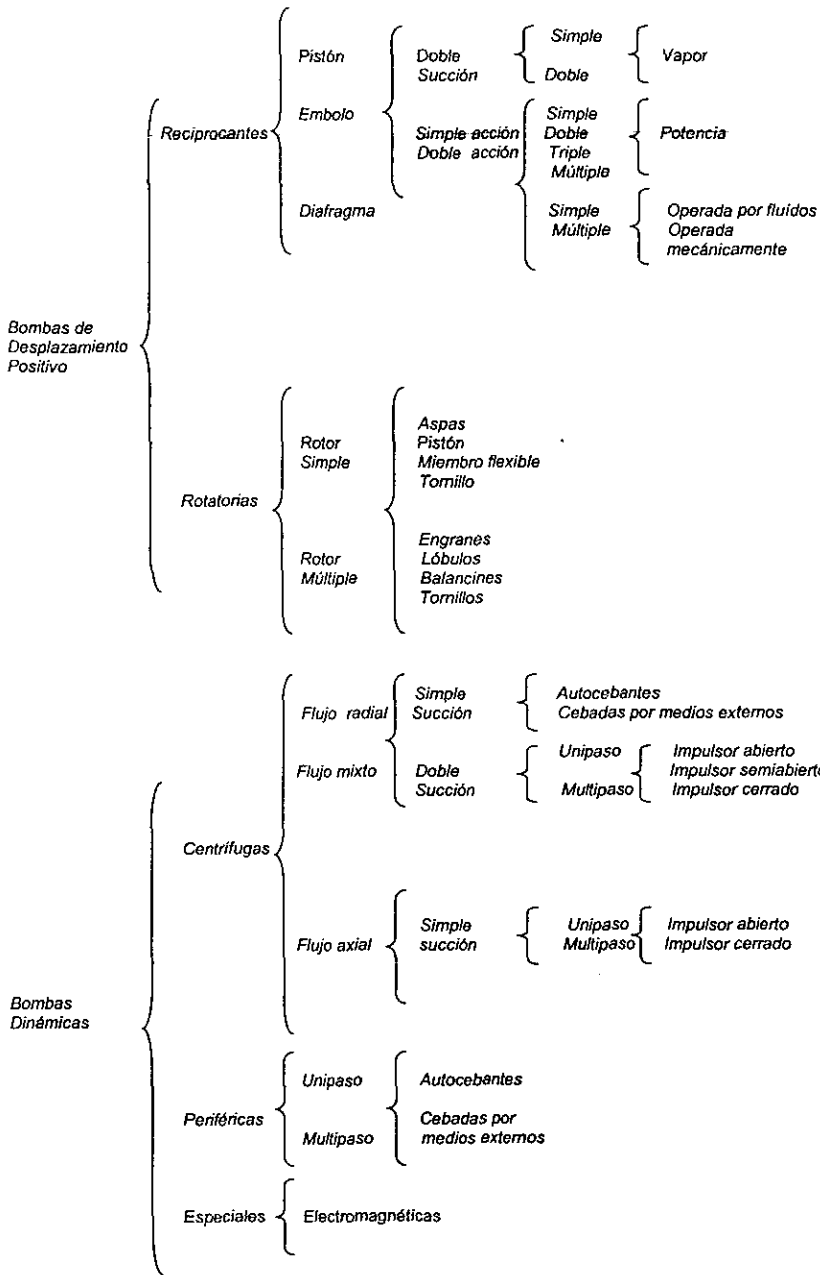
Por ejemplo, para bombeo de pozos profundos son más comunes las de operación vertical, tipo turbina; mientras que para bombeo se utilizan bombas centrífugas de construcción horizontal y vertical.

1.3 Clasificación.

Las bombas pueden clasificarse de diversas maneras, se acuerdo con los intereses y las necesidades del usuario o de los fabricantes:

CLASE	TIPO
Centrífuga	Voluta Turbina
Rotatoria	De leva y pistón De engranes De lóbulo De aspas, paletas o álabes De tubo o cámara flexible
Reciprocante	De acción directa Pistón Diafragma De potencia o para servicio pesado

Existe otra clasificación según el Instituto de Hidráulica de los EE.UU.



1.4 Clases y Tipos.

La clasificación anterior tiene por objeto el aclarar mucho del misterio que circunda a los tipos y clases de bombas. Se le podría llamar un mapa del mundo de las bombas. Hay tres clases de bombas en uso común: centrífuga, rotatoria y recíproca. Estos términos se aplican solamente a la mecánica de movimiento de líquido y no al servicio para el que se ha diseñado una bomba. Esto es importante porque muchas bombas se construyen y venden para un servicio específico, y en el complejo sistema de elegir la que tenga los mejores detalles de diseño pueden perderse de vista los problemas básicos de clase y tipo. Cada clase se divide a su vez en un número de tipos diferentes. Cada una es tipo particular de bomba rotatoria. Viendo más allá demos un vistazo a la bomba de aceite combustible tan extensamente usada al presente. Es un tipo rotatorio de tres tornillos, que se presenta con rotores hechos de diferentes materiales.

1.5 Características Generales.

La siguiente tabla es una exposición general de las características habituales para una clase dada de bomba. Por ejemplo para encontrar una bomba para manejar capacidades relativamente pequeñas de líquidos claros y limpios con una columna alta, hay que remitirse a la tabla. Hay que recordar que la columna de succión no debe exceder el límite máximo recomendado. La capacidad en litros por minuto (lpm), determina el tamaño de la bomba y afecta la elección de la clase de unidad.

Consideraciones	Centrífuga		Rotatoria	Recíprocante		
	Voluta y difusor	Flujo axial	Tornillo engrane y	Vapor de acción directa	Doble acción	Triplex
Tipo de descarga	Continuo	Continuo	Pulsante	Pulsante	Pulsante	Pulsante
Máxima elevación de succión en metros	4.5	4.5	6.6	6.6	6.6	6.6
Líquido que maneja	Limpio; claro; sucio; abrasivo; alto contenido de sólidos		Viscoso no abrasivo	Limpio y claro		
Variación de la presión de descarga	Baja a alta		Medía	Pequeña a la máxima que se produce		
Región de la capacidad habitual	Pequeña a la mayor obtenible		Pequeña a media	Relativamente pequeña		
Cómo una columna aumentada afecta:						
Capacidad	Disminuye		Nada	Disminuye	Nada	Nada
Potencia de entrada	Depende de la velocidad específica		Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Como afecta una columna disminuída:						
Capacidad	Aumenta		Nada	Pequeño aumento	Nada	Nada
Demanda de potencia	Depende de la velocidad específica		Disminuye	Disminuye	Disminuye	Disminuye

Capítulo II

Selección y aplicación de las Bombas

2.1 Generalidades

Las bombas se emplean para bombear toda clase de líquidos: agua, aceites, combustibles, ácidos, alimentos (cerveza o leche), y también para líquidos espesos o con sólidos en suspensión como pasta de pastel, lodos, desperdicios y otros materiales.

2.2 Aplicación en Agua Potable.

- a) Cuando la fuente de captación se encuentra en lugares muy lejanos y bajos.
- b) Para incrementar la presión en las líneas de conducción y llevar el agua a tanques de regularización, desde donde se distribuye por gravedad.

El incremento de presión es necesario para vencer los niveles topográficos y compensar las pérdidas por fricción de la tubería.

2.3 Aplicación en el Drenaje.

En sistemas de aguas negras, las bombas se utilizan para:

- a) Elevar aguas residuales desde los sótanos o áreas secundarias de drenaje a bajo nivel, hacia el sistema principal desde el drenaje de sistema de colectores profundos hacia líneas de continuación a un nivel muy alto, o a las descargas de los interceptores principales que desalojan el agua fuera de la ciudad.
- b) Evacuar tanques de contención para aguas de tormenta en los sistemas combinados.
- c) Elevar aguas de desecho hacia plantas de tratamiento.

2.4 Aplicación en plantas de tratamiento de aguas negras.

- a) Desalojar tanques de sedimentación u otras unidades de tratamiento.
- b) Distribuir aguas residuales tratadas en sistemas de riego y de recarga de lagos artificiales.
- c) Evacuar lodos de las aguas residuales e impulsarlos a las unidades para su tratamiento.
- d) Abastecer agua a las unidades de tratamiento que lo requieran.
- e) Descargar aguas negras y sus lodos a través de las bocas de salida.
- f) Bombear productos químicos a unidades de tratamiento.

En nuestro estudio hablaremos de bombas centrífugas de eje vertical. Las cuáles son más aplicables al tratamiento y rebombeo de aguas residuales y se clasifican, como se vio anteriormente como: 1) flujo radial; 2) flujo mixto, y 3) flujo axial. Por lo general, las bombas de flujo radial y mixto se emplean para el bombeo de aguas residuales y pluviales. Las bombas de flujo axial pueden utilizarse para bombeo de escorrentías pluviales sin mezclar con aguas residuales o efluentes de plantas de tratamiento.

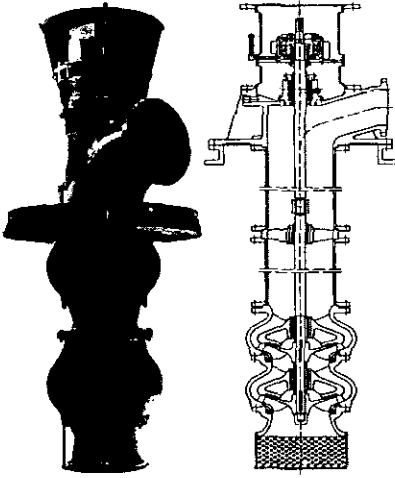


Fig. 1 Bomba sumergible para pozo profundo con motor eléctrico externo.

2.5 Otras Aplicaciones.

La aplicación de las bombas es bastante extensa para efectos prácticos se hará mención de algunas otras más aplicaciones.

1. Servicios para plantas de fuerza.
2. Aplicaciones en energía nuclear.
3. Industria petrolera.
4. Industrias químicas.
5. Papel, textiles y hule.
6. Proceso y manejo de alimentos
7. Servicios de atarjeas y sumideros
8. Acondicionamiento de aire y calefacción.

9. Irrigación y control de avenidas.
10. Minería y construcción.
11. *Servicios marinos.*
12. Bombas industriales, hidráulicas y de vacío.
13. Fierro, Acero y otras industrias.

Al seleccionar una bomba, se toman en cuenta determinados factores, siendo los principales el gasto, en l/s y la presión manométrica total.

2.6 Criterios Básicos para la Selección de Bombas.

Gasto	Cantidad de agua a manejar en l/s.
Presión	Baja presión (elevación menor de 15 m.c.a). Media presión (15 a 50 m.c.a). Alta presión (mayor de 50 m.c.a).
Admisión del líquido	Succión simple Succión doble
Movimiento del líquido según el impulsor	De flujo radial o centrifugas puras (tipo volutas o turbinas). De flujo mixto (turbina). De flujo axial (hélice).
Tipo de impulsor	Cerrado Semiabierto Abierto Inatascable
Número de etapas o pasos	Una etapa Dos etapas Tres etapas Múltiples etapas
Posición del eje	Vertical Horizontal Inclinado

2.7 Métodos de Selección.

Las bombas se eligen generalmente por uno de tres métodos: (1) el cliente suministra detalles completos a uno o más fabricantes, de las condiciones de bombeo y pide una recomendación y oferta de las unidades que parezcan más apropiadas para la aplicación; (2) el comprador efectúa un cálculo completo del sistema de bombeo procediendo luego a legir la unidad más adecuada de catálogo y gráficas de características, o (3) se usa una combinación de éstos dos métodos para llegar a la selección final

2.8 Determinación del Caudal.

La cantidad y variación del caudal de aguas residuales debe conocerse antes de efectuar la selección adecuada de bombas y otros componentes de una estación de bombeo de aguas residuales. Se realizarán estimaciones no sólo del intervalo de caudales iniciales sino tambien de los futuros que se puedan presentar en la estación. Se deben tomar en consideración:

1. Los caudales máximos y mínimos de tiempo seco y húmedo.
2. La existencia de aliviaderos, su situación y la posibilidad de inundación de sótanos y calles.
3. Especificaciones de los servicios reguladores locales o estatales.
4. La capacidad que tenga el proceso de tratamiento para admitir grandes aumentos de caudal, o si la recirculación del caudal se incorpora en el proyecto de la planta.

2.9 Conceptos básicos .

En el diseño de un sistema de bombeo hay muchos elementos que deben considerarse, no importa la clase o tipo de bomba que finalmente se escoja para la instalación éstos elementos incluyen: columna, capacidad, naturaleza del líquido, tuberías, motores, y economía.

2.9.1 Columna de la bomba. Un estudio cuidadoso de condiciones de columna y localización de la bomba pueden producir ahorros apreciables en potencia, por un periodo largo sin aumentar substancialmente el costo inicial del proyecto. Una elección cuidadosa de tamaños de tubos, basada en cargas futuras predecibles o estimadas, es otro ejemplo de cómo puede hacer que un diseño cuidadoso produzca dividendos en cuánto a economías de operación.

2.9.2 Concepto de presión. Cuándo se habla de bombas generalmente se consideran tres tipos de presión: *absoluta, barométrica, y de columna.*

La presión absoluta es la presión arriba del cero absoluto. Puede encontrarse arriba o debajo de la presión atmosférica existente en el punto de consideración. La presión barométrica es la presión atmosférica de la localidad estudiada, y varía en las condiciones de altitud y clima. La presión de columna es la presión arriba de la atmosférica en la localidad en que se mide. Un vacío es una presión de columna negativa.

2.9.3 Columna. Una columna de agua u otro líquido en un tubo vertical desarrolla una cierta presión (fuerza por unidad de área) sobre la superficie horizontal en el fondo del tubo. Esta presión puede expresarse en kilogramos por centímetro cuadrado Kg/cm^2 . La altura de la columna del líquido que produce la presión en cuestión se conoce cómo columna sobre la superficie.

2.9.4 Columna Estática. Generalmente se le llama así a la columna del líquido que actúa sobre la succión o descarga de la bomba y se expresa cómo un cierto número de metros del líquido.

2.9.5 Presión de Vapor. Todo líquido a cualquier temperatura arriba de su punto de congelación ejerce una presión debida a la formación de vapor en su superficie libre. Esta presión es función de la temperatura del líquido: mientras más alta sea la temperatura, mayor será la presión de vapor.

2.9.6 Columna Estática de Succión. Cuándo la bomba se encuentra más abajo del nivel de suministro de líquido existe una columna de succión estática. Numéricamente, es la distancia vertical en metros, entre el nivel de suministro de líquido y el eje central de la bomba.

2.9.7 Columna Estática de Descarga. Es la distancia vertical, en metros del eje central de la bomba al punto de entrega libre del líquido.

2.9.8 Columna Estática Total. Es la distancia vertical, en metros, entre el nivel de suministro y el nivel de descarga del líquido que se maneja.

2.9.9 Columna de Fricción. Se mide en metros de líquido, y es la columna equivalente necesaria para vencer la resistencia de las tuberías, válvulas y aditamentos del sistema de bombeo. Esta columna existe tanto en el extremo de succión cómo en el de descarga y varía con la velocidad del líquido, tamaño del tubo, condición interior del tubo, tipo de tubo y naturaleza del líquido que se maneja.

2.9.10 Elevación de Succión. Numéricamente es la suma de la elevación estática de succión, la columna de fricción de succión y las pérdidas de admisión en el tubo de succión.

2.9.11 Columna de Succión. La columna de succión, es la columna de succión estática menos la columna de fricción de succión y las pérdidas de admisión de la tubería de succión, más cualquier presión que se encuentre en la línea de succión.

2.9.13 Columna de Descarga. Es la suma de la columna de descarga estática, la columna de fricción de descarga y la columna de velocidad de descarga.

2.9.14 Columna Total. Es la suma de las columnas de elevación de succión y de descarga. Cuando hay una columna de succión, la columna total de la bomba es la diferencia entre las columnas de descarga y de succión.

2.9.15 Curva de Fricción del Sistema. Las pérdidas de columna por fricción en un sistema de bombeo, son una función del tamaño del tubo, longitud, número y tipo de los accesorios, velocidad del flujo del líquido y naturaleza de éste.

2.9.16 Columna Neta de Succión Positiva. Es la presión disponible o requerida para forzar un gasto determinado, en litros por segundo, a través de la tubería de succión, al ojo del impulsor, cilindro o carcasa de una bomba. Se da en metros del líquido manejado, equivalentes a la presión en Kg/cm^2 requeridos para forzar el líquido a la bomba.

Funcionamiento y Partes de una Bomba

3.1 Funcionamiento.

Una bomba hidráulica es una máquina compuesta por dos elementos principales:

- Un elemento móvil (el impulsor), que adiciona energía al fluido.
- Uno estacionario (la carcasa), donde la energía de velocidad impartida al líquido se convierte en energía de presión.

Aunque el diseño y la forma de la operación varía de un tipo a otro, todas las bombas funcionan con base a un mismo principio: la transformación de energía mecánica en energía hidráulica.

Lo anterior puede lograrse mediante:

- a) El desplazamiento del líquido a una cámara cerrada para que desde ahí sea empujado a presión. Es el caso de las bombas de desplazamiento, con las que se utilizan en los pozos domésticos.

b) Mediante la acción centrífuga que produce un rotor con aletas curvas que, al girar transmiten a la porción del líquido existente entre ellas la energía proporcionada por una fuerza motriz externa.

Al incrementarse la velocidad, se desarrolla una fuerza centrífuga, la cuál desaloja la columna líquida que se encontraba en las aletas del rotor.

Al mismo tiempo se crea una acción que aspira una nueva porción de agua desde el tubo de alimentación hasta el interior de la bomba, repitiendo así el ciclo de funcionamiento.

3.2 Bombas Centrífugas.

Anteriormente mencionamos que las bombas centrífugas se clasifican de acuerdo al flujo:

- 1) Flujo radial
- 2) Flujo mixto
- 3) Flujo axial

A continuación se describirá cada una de éstas y la aplicación más común.

3.2.1 Bombas de Flujo Radial.

Estas bombas utilizan la fuerza centrífuga para transferir energía al fluido. El agua entra axialmente en el rodete y descarga en ángulos rectos con el eje. Es recogida seguidamente por un canal con un área que aumenta gradualmente llamado voluta, que se extiende hasta la tobera de descarga de la bomba. Esta bomba es conocida cómo de simple aspiración tipo voluta. Si el agua entra axialmente al rodete por ambos lados, el rodete se denomina de doble

aspiración. Debido a que los trapos y hojarasca que arrastran las aguas residuales, aún cuando sean éstas filtradas, obstruyen fácilmente los pequeños canales de las bombas típicas de flujo radial para agua limpia, las utilizadas para aguas negras cargadas son generalmente de simple aspiración tipo voluta, provistas de rodetes especiales que impiden las obstrucciones. En la bomba de doble aspiración el eje se extiende por completo a través de ambos oídos de aspiración y cualquier trapo que lleven las aguas residuales tendrá una tendencia a arrollarse en los ejes.

Las bombas inatascables tienen canales de paso más anchos y un número mínimo de álabes. Los rodetes son casi todos del tipo cerrado. En el servicio de aguas negras sin tratar, las bombas de 10 cm (diámetro de la boca de descarga) deberán ser capaces de dejar pasar esferas de 7.5 cm de diámetro; y las bombas de 20 cm, esferas con un diámetro de 10 cm; etc. Las bombas inatascables menores de 10 cm no deben usarse en estaciones de bombeo municipales para manipular aguas negras sin tratar.

3.2.2 Bombas de Flujo Mixto.

Las bombas con rodetes de flujo mixto ocupan un lugar intermedio entre las bombas de flujo radial en las que un vórtice forzado está superpuesto sobre un flujo radial hacia el exterior y de flujo axial en las que un vórtice forzado está superpuesto sobre el flujo axial.

La velocidad específica (parámetro utilizado para caracterizar las bombas) de éstas bombas varía de 70 a 190.

La forma del rodete y el diseño de la bomba varían igualmente. Los rodetes de flujo mixto pueden instalarse en cámaras tipo voluta, en cuyo caso se denominan bombas de flujo

mixto con voluta, o bien en cámaras tipo difusor semejantes a las bombas de hélice, en cuyo caso se llaman bombas heliocentrífugas.

Las bombas de flujo mixto con voluta son idóneas para el bombeo de aguas residuales no tratadas y pluviales, especialmente para velocidades específicas entre 70 y 110. Están disponibles en tamaños de 20 cm y superiores y para alturas de elevación de 15 a 18 m. Operan a velocidades más elevadas que las bombas inatascables, son generalmente más ligeras y en los casos en que son aplicables, su coste es menor que el de las bombas inatascables. El tamaño de las esferas que pueden pasar por una bomba de flujo mixto con voluta es mucho menor que el manipulable por una bomba inatascable del mismo tamaño, pero por la bomba de 20 cm deberá pasar una esfera con un diámetro de 7.5 cm. Los rodetes pueden ser abiertos o cerrados, si bien este último tipo es el preferido.

3.2.3 Bombas de Flujo Axial.

La bomba se compone de una hélice de múltiples álabes o propulsor situada en un envolvente con álabes-guía fijos y por delante y detrás del rodete. La acción es similar a la de una hélice de barco, ya que arrastra el agua a través de los álabes directrices de entrada y descarga a través de los álabes guía de salida. Este tipo de bomba no deberá utilizarse para aguas residuales no tratadas o fangos, ya que los trapos pueden quedarse enredados en los álabes-guía.

3.3 Características Operativas de las Bombas.

Las características de funcionamiento dependen del tamaño, velocidad y diseño de la bomba. Las curvas características, llamadas en la práctica curvas de bomba, muestran la altura de elevación total H en m, el rendimiento E en tanto por ciento y la potencia absorbida P en CV, representadas como ordenadas respecto al caudal Q en l/m como abscisas. La forma general de dichas curvas depende de la velocidad específica.

Para cualquier bomba funcionando a una velocidad dada, Q y H se toman en el punto de rendimiento máximo. Cuando se utiliza la fórmula de la velocidad específica para bombas con rodete de doble aspiración, se utiliza la mitad del caudal a menos que se indique lo contrario.

Las características de diseño de una bomba, los parámetros de cavitación y funcionamiento anormal en condiciones transitorias pueden correlacionarse satisfactoriamente con la velocidad específica.

El análisis de la ecuación de la velocidad específica reveló lo siguiente:

1. Si se eligen unidades mayores del mismo tipo para aproximadamente la misma altura de elevación, se deberá reducir la velocidad de funcionamiento.
2. Si se seleccionan unidades de velocidades específicas más elevadas para la misma altura de elevación y caudal, funcionarán a mayor velocidad; por ello la unidad completa, incluyendo el motor, será más barata.

3.4 Accionamientos de Bombas.

Los accionamientos más frecuentes en bombas de aguas residuales son motores eléctricos acoplados directamente. A veces se instalan unidades accionadas por motores de combustión interna para asegurar el funcionamiento durante los cortes de corriente eléctrica o en los casos en que se utilice el gas que desprenden las aguas residuales como combustible.

3.4.1 Motores Eléctricos.

Las bombas de velocidad constante pueden accionarse por motores de inducción con rotor bobinado o de jaula de ardilla o por motores síncronos.

Los motores de jaula de ardilla son los que normalmente se seleccionan debido a su sencillez, fiabilidad y economía. Los motores síncronos resultan más económicos para accionamientos de gran potencia a baja velocidad.

Los motores de rotor bobinado se utilizan habitualmente en funcionamientos a velocidad variable. Pueden lograrse reducciones de velocidad de hasta un tercio de la velocidad a plena carga.

El motor se arranca con resistencia total en el circuito. A medida que los contactores magnéticos desconectan las resistencias por escalones, la velocidad del motor y el caudal de aguas residuales aumentan también escalonadamente.

3.4.2 Motores de Combustión Interna.

En las plantas de tratamiento de aguas residuales las bombas pueden ser accionadas por motores de gas, aprovechando el que desprenden las aguas residuales, o dos

combustibles. Estas bombas pueden ser horizontales y estar acopladas directamente o a través de engranajes o árboles verticales accionados por engranajes en ángulo recto.

Los motores Diesel o de encendido por chispa que queman gas o gasolina pueden utilizarse para impulsar bombas de aguas residuales y cuando las bombas deban funcionar durante cortes de energía. Se suele instalar por lo menos uno. En ésta disposición, se monta un motor eléctrico encima del engranaje en ángulo recto y se acopla directamente al árbol de la bomba. El motor de combustión interna o similar se conecta al árbol horizontal del engranaje en ángulo recto por medio de un embrague o acoplamiento de desconexión rápida. Si éste motor ha de funcionar automáticamente, el embrague será de tipo rueda libre.

3.5 Materiales de Fabricación.

En la fabricación de bombas se emplean varios tipos de metales, siendo los más comunes el Fierro y el Bronce. También se utilizan bombas de acero con partes internas de éste mismo material (todas de acero), o de Fierro.

Los principales criterios para determinar el material que se usa en la fabricación de bombas son las condiciones de servicio y la naturaleza del material disponible (densidad, maleabilidad, resistencia a la corrosión, etc.).

Las bombas para aguas residuales se construyen de hierro fundido con guarnición de bronce o acero inoxidable y con rodetes de hierro fundido o bronce: Cuando las aguas negras contienen arenilla se conseguirá una mayor duración con rodetes de hierro fundido. Las bombas mayores van normalmente provistas de anillos desgastables de bronce en el lado de la

succión del rodete. Si así se desea, pueden suministrarse con anillos de acero inoxidable. Los cojinetes para bombas verticales en foso seco son, por lo general, del tipo antifricción y van colocados en el bastidor principal sobre el rodete y normalmente se lubrican con grasa. Las bombas sumergidas van equipadas con cojinetes de manguitos lubricados con aceite. Los árboles de las bombas deberán ser de acero forjado de alta calidad e irán protegidos con manguitos renovables de acero inoxidable o bronce allí donde el árbol atraviese el prensaestopas. En las bombas pequeñas, el árbol debe construirse de acero inoxidable y sin manguitos en el árbol. Las cajas de estopas pueden estar provistas de entradas de agua o grasa para contribuir al cierre. Los cierres de grasa no se usarán en bombas que manipulen aguas residuales que contengan arena, si se puede disponer de un abastecimiento público de agua o bien se obtiene a coste razonable.

Para las carcasas de bombas centrífugas están hechas de hierro fundido. Sin embargo tienen limitaciones debido a su baja resistencia a la tensión, por lo cuál no se puede usar ni para altas presiones ni altas temperaturas en donde deberán usarse materiales como acero, el cual con menores espesores podrá soportar presiones mayores.

El Hierro es, difícil de soldar, cosa que no sucede con el acero. Se utiliza también el bronce, donde no se quiere tener contaminación en el agua o se tengan sustancias ligeramente ácidas.

También se usa acero inoxidable en sus diferentes tipos, si el líquido es altamente corrosivo o erosivo.

3.6 Partes de la Bomba.

Las bombas tienen muchas partes, y aunque todas son muy importantes para asegurar su buen funcionamiento, hay algunas que son verdaderamente indispensables y que se conocen cómo los componentes principales de una bomba.

3.6.1 Partes de una Bomba Centrífuga Horizontal.

En términos generales, se distinguen siete partes principales.

- a) Impulsor
- b) Carcaza
- c) Flecha
- d) Soportes de eje (baleros o chumaceras)
- e) Anillos de desgaste
- f) Sellos (estoperos y empaques)
- g) Camisas.

a) Impulsor

Es el corazón de la bomba centrífuga.

Recibe el líquido y le imparte una velocidad. De ésta dependen la carga y el gasto producidos por la bomba.

El impulsor está constituido por un mamelón, con sus correspondientes álabes. Se monta sobre un eje rotor y se asegura mediante una cuña. El número de impulsores o pasos de una bomba. Cuando ésta posee sólo un impulsor, se dice que es de una etapa. La que tiene más de dos

impulsores es una bomba de etapas múltiples o multipasos. Según los detalles de los álabes, los impulsores se clasifican según:

Tipo de succión	{ Simple succión Doble succión
Forma de las aspas	{ Aspas cuvas radiales Aspas tipo Francis Aspas para flujo mixto Aspas tipo propela
Dirección del flujo	{ Radial Mixto Axial
Construcción mecánica	{ Abierto Semiabierto Cerrado
Velocidad específica	{ Baja Media Alta

Simple succión.

El líquido entra por un solo extremo es el más práctico y usado, debido a razones de manufactura ya que simplifica considerablemente la forma de la carcaza, usado preferentemente para gastos menores.

Doble succión.

El líquido entra por dos extremos y una salida común, podría considerarse cómo uno formado por dos de simple succión colocados espalda con espalda. Es recomendable para grandes gastos, ya que a la misma carga maneja el doble de gasto. Tiene la ventaja de que

debido a la succión por lados opuestos no se produce empuje axial; sin embargo, complica bastante la forma de la carcasa.

Aspas curvas radiales.

Están sobre un plano perpendicular. Generalmente son impulsores para gastos pequeños y cargas altas, por lo cuál son impulsores de baja velocidad específica. Manejan líquidos limpios sin sólidos en suspensión.

Aspas tipo Francis.

Las aspas tienen doble curvatura. Son más anchas y el flujo tiende a ser ya radial, ya axial. La velocidad específica va aumentando y la curva de variación del gasto con la carga se hace más plana.

Aspas para flujo mixto.

Es decir de flujo radial-axial, en el cuál empieza ya a predominar el flujo mixto. Se pueden manejar líquidos con sólidos en suspensión.

Aspas tipo propela.

Son de flujo completamente axial para gastos altísimos y cargas reducidas, que vienen a ser los de máxima velocidad específica. Tienen pocas aspas y pueden manejar líquidos con sólidos en suspensión de tamaño relativamente grande.

De flujo radial.

El flujo se mueve en dirección de las aspas o rotacional.

De flujo axial (hélice).

En éste impulsor el flujo es axial al eje de rotación. Cómo su nombre lo indica, el líquido se mueve a lo largo del eje.

De tipo mixto.

Tiene componentes tanto de flujo radial cómo de flujo axial.

Abiertos.

Son aquellos en los cuales están unidas al mamelón central sin ningún plato en los extremos. Si estos impulsores son grandes en diámetro, resultan muy débiles.

Semiabiertos.

Estos poseen un plato de un solo lado. Pueden manejar líquidos ligeramente sucios ya que la inspección visual es mucho más simple y posible. Tienen la desventaja de tener que trabajar con claros muy reducidos.

Cerrados.

Pueden trabajar con claros mayores entre ellos y la carcaza, ya que en realidad el líquido va canalizado entre las tapas integrales con las aspas que cubren ambos lados del impulsor. Por ésta razón no se presentan fugas ni recirculación. Tienen tapas en ambos lados para dirigir el flujo del líquido. En los de admisión simple, el líquido entra por un solo lado, mientras que en los de doble admisión es por ambos.

b) Carcaza

La función de la carcaza es convertir la energía de velocidad impartida al líquido por el impulsor, en energía de presión. Esto se lleva a cabo reduciendo la velocidad mediante un gradual aumento del área.

En las bombas horizontales, ésta área se incrementa alrededor del impulsor, hasta llegar a la garganta; de ahí se une a la boca de descarga. La forma en que se logra éste incremento determina las características de diseño de la carcaza, que en el caso de las bombas horizontales, generalmente es del tipo voluta o caracol.

El seccionamiento es generalmente horizontal porque así se pueden inspeccionar las partes internas sin necesidad de quitar las tuberías de succión y de descarga. El seccionamiento horizontal divide a la carcaza en dos partes:

- Cubierta inferior
- Cubierta superior

Carcaza tipo voluta.

Se llama así por su forma de espiral. Su área se incrementa a lo largo de los 360° que rodean al impulsor hasta llegar a la garganta de la carcaza donde conecta con la descarga. Debido a que la voluta no es simétrica, existe un desbalanceo de presiones, lo cual origina una fuerza radial muy apreciable sobre todo si la bomba se trabaja con gastos alejados y menores al gasto del punto de máxima eficiencia.

Carcaza de tipo difusor.

Consiste en una serie de aspas fijas que además de hacer cambio de energía de velocidad a presión, guían el líquido de un impulsor a otro. Su aplicación más importante es en las bombas de pozo profundo que son bombas de varios pasos con impulsores en serie.

Según su construcción las carcazas pueden ser de una sola pieza o partidas.

Las carcazas de una sola pieza, deben tener una parte abierta por donde entra el líquido. Las carcazas que están partidas por un plano horizontal tienen la gran ventaja de que se pueden inspeccionar las partes internas sin tener que quitar las tuberías, y se designan como bombas de caja partida.

Materiales de construcción:

c) Flecha

Es el eje alrededor del cuál giran todos los elementos móviles de una bomba. El eje es una pieza cilíndrica rectificada y pulida; transmite a la bomba el movimiento que le imparte una fuerza motriz. Las flechas, generalmente son de acero inoxidable con determinados porcentajes de cromo o carbón para aumentar su resistencia.

El diámetro de las flechas varía según:

- La potencia máxima que va a transmitir la bomba.
- El peso de los elementos giratorios.
- El empuje radial.
- Las bombas centrífugas horizontales tienen una sola flecha, que las recorre a lo largo.

d) Soportes de eje

Se utilizan para sostener y mantener la flecha correctamente alineada. Estos soportes pueden ser baleros de bolas o rodillos, o bujes de bronce como los utilizados en las bombas de pozo profundo. Estos bujes se conocen cómo chumaceras. En mecánica se conoce cómo chumacera la pieza de metal en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

e) Anillos de desgaste

En aquellas partes de la carcaza más próximas al impulsor y en los extremos de éste último, el desgaste es más pronunciado. Para prolongar su vida útil se instalan anillos de desgaste en la carcaza y/o en el impulsor.

Estos anillos, que se montan a presión en la carcaza o en el impulsor, son piezas removibles adecuadas a las condiciones de trabajo de la bomba y al líquido que ésta circula. Cuando los anillos de desgaste se colocan en la carcaza se denominan anillos de cubierta.

f) Sellos

Se utilizan para evitar filtraciones de lubricantes o fugas del líquido bombardeado a lugares inconvenientes, impidiendo que el aire entre a la bomba. Los sellos pueden tener distintas formas y estar elaborados con diversos materiales, procurando su adecuación al uso al

que se destinan. En las bombas para aguas negras y potable es común encontrar juntas, empaques, estoperos y retenes cumpliendo la función de sellos.

g) Camisas

En algunas bombas centrífugas horizontales se emplean bujes intercambiables, que envuelven a la flecha en las partes más propensas al desgaste. Estos elementos protectores se conocen como camisas de flecha. Por lo general, se ubican en la sección del empaque, entre el impulsor y una cuña o tuerca que las asegura en su lugar. Pueden ser de latón, bronce o acero inoxidable.

3.6.2 Partes de una Bomba Vertical Tipo Turbina.

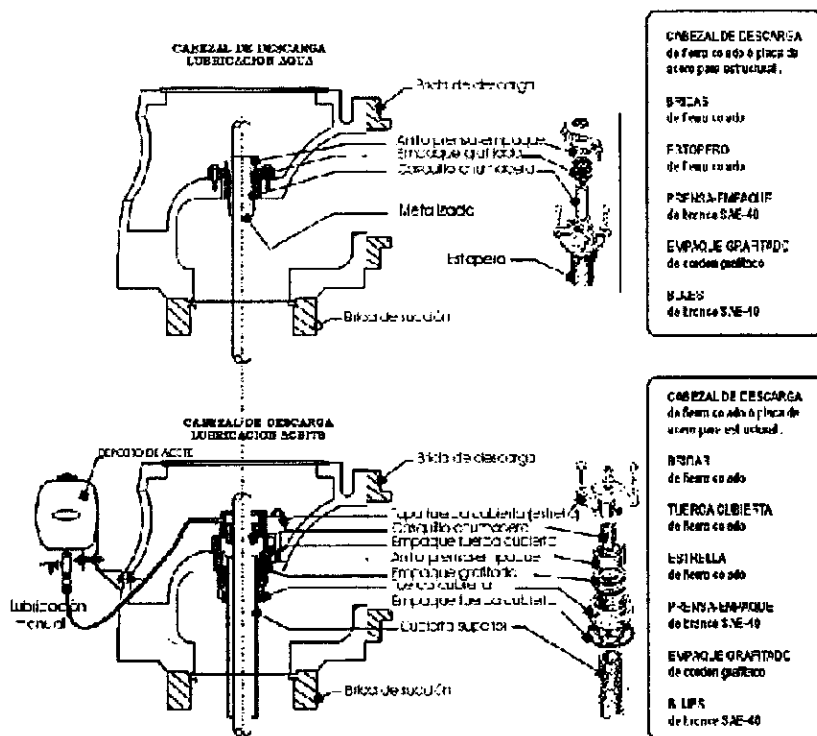
Las bombas verticales más comunes son las de tipo turbina para pozo profundo. Según su construcción, se distinguen dos tipos principales: las lubricadas por agua y las lubricadas por aceite. Entre los fabricantes existe la tendencia a estandarizar los componentes de las bombas a fin de permitir cambios o adaptaciones a diversas condiciones de operación. Esto ha llevado al diseño de bombas de tipo modular.

En las bombas verticales tipo turbina se distinguen tres módulos o subconjuntos principales:

- a) Cabezal de descarga
- b) Columna de descarga
- c) Cuerpo de tazones

a) Cabezal de descarga

Es el conjunto de las bombas de pozo profundo cuya función es soportar la tubería de columna en su parte inferior, y al motor en la parte superior. Es una pieza de alta resistencia por donde, además descarga la bomba. Generalmente está provisto de ventanas para permitir el acceso a los componentes de ajuste.



b) Columna de descarga

Es el subconjunto intermedio de las bombas de pozo profundo. Conduce el agua desde el cuerpo de tazones al cabezal de descarga.

En una columna de descarga se distinguen las siguientes partes:

- *Tubo de columna*
- *Flecha o árbol de transmisión*
- *Cubierta de la flecha*
- *Coples de línea*
- *Chumaceras*
- *Estabilizadores*
- *Coples de columna*

Tubo de columna

Es la parte exterior de una columna de descarga. Como su nombre lo indica, es una pieza cilíndrica dentro de la cuál se ubican los otros componentes de la columna.

Flecha o árbol de transmisión

La flecha de las bombas de pozo profundo de encarga de transmitir al mecanismo impulsor el movimiento que le proporciona un motor eléctrico u otra fuerza motriz. Recorre no sólo la columna de descarga, sino toda la bomba, desde el cabezal al cuerpo de tazones. Son de construcción muy precisa, normalmente las flechas son de acero estirado en frío. En el caso de las flechas metalizadas, no se utilizan manguitos. Esta capa asegura una mayor duración de las flechas en condiciones severas de operación.

Cubierta de la flecha

También llamada funda de aceite, consiste en uno o varios tubos de acero extrafuerte. Sus funciones son conducir el aceite que lubrica las chumaceras de línea, disminuir las vibraciones y el desgaste provocado por la fricción, y brindar un soporte rígido a la flecha. Dichos tubos se diseñan con una precisión tal que garantizan una alineación perfecta y una unión impermeable.

Coples de línea

Su misión es unir las flechas de línea. Para obtener mayor resistencia y lograr un ajuste perfecto a los extremos de la flecha en el centro del cople, se fabrican con un material sólido adecuado (generalmente una aleación de acero y otro metal), que corresponde al mismo material de las flechas. En los coples de línea existe un agujero de alivio que permite el escape del aire al unirse los extremos de las flechas.

Chumaceras

Sirven de guía y soporte a la flecha. En las bombas de pozo profundo lubricadas por aceite, las chumaceras son bujes de bronce. Como éste es más blando que el acero de la flecha, se reduce el desgaste de la misma, pues el buje sufre la mayor parte del deterioro producido por la fricción. Esta es una medida económica, ya que en lugar de cambiar la flecha únicamente se reemplaza el buje, que es más barato.

La ranura especial (vena de aceite) facilita el paso uniforme del aceite sobre la superficie interior de la chumacera. Un agujero adicional en la pared conduce el aceite a la próxima chumacera. En las chumaceras de las bombas de pozo profundo hay también un respiradero que evita la obstrucción del aire, de modo que el aceite pueda pasar fácilmente de una chumacera a otra. En las bombas lubricadas por agua se prefiere utilizar chumaceras de hule, pues éste material comparado con otros, tiene ventajas tales como costo relativamente bajo, impermeabilidad, amortiguación, adaptabilidad, facilidad de recambio, mayor resistencia a la corrosión, etc.

Estabilizadores

Tiene por función fijar y alinear las cubiertas de flecha o líneas de aceite dentro de la columna de descarga.

Generalmente son de hule con alma de acero, para amortiguar y soportar las vibraciones. Se instalan a presión. Sobre los tubos de cubierta, cada tres tramos de columna.

Tubos de columna

Los tubos de columna tanto para bombas lubricadas por agua cómo por aceite tienen una medida estándar de 10 pies (3.05 m).

También hay tubos de columna para bombas de alta velocidad, que se suministran en tramos de 5 pies (1.52 m).

c) Cuerpo de tazones

En las bombas verticales, la mayoría de los tazones son de tipo difusor. Se caracterizan por poseer una serie de álabes fijos moldeados en su interior para guiar el líquido de un impulsor a otro. Su función es convertir la energía de velocidad generada al líquido por los impulsores, en energía de presión, fenómeno que se produce al pasar por los álabes. La unión de tres o más tazones conforma el cuerpo de la bomba. El cuerpo de tazones está constituido por tres módulos:

- . Tazón de succión
- . Tazón intermedio
- . Tazón de descarga

Tazón de succión

Generalmente carece de impulsor; es aquel por donde entra el agua al cuerpo de tazones. Su parte inferior se une a un colador o a una tubería de succión. Está provisto de un

buje extralargo para asegurar mayor firmeza, y brindar un soporte rígido al extremo inferior de la flecha. Para permitir el funcionamiento estabilizado de la flecha, el buje está lleno de una grasa resistente al agua.

Además, el tazón dispone de un tapón que evita el paso del agua por el castillo, y de un desarenador. Unido al tazón de succión se encuentra un colador de rejilla, resistente a la corrosión, con aberturas que, al mismo tiempo que permiten el flujo sin restricciones a la bomba, evitan el paso de sólidos que pudieran obstruir el flujo normal del agua.



Tazón intermedio

Los tazones tienen venas o guías fundidas integralmente en ellos, que conducen el flujo hacia el siguiente tazón. En las bombas de pozo profundo, los impulsores generalmente son cerrados, o bien semiabiertos.

Para asegurar una operación suave, con un mínimo de vibraciones, todos los impulsores son previamente balanceados, pueden ser de fierro, bronce u otro material apropiado al uso al que se destinen.

Los impulsores se adaptan firmemente a la flecha mediante un candado cónico partido longitudinalmente. En algunos casos, las bombas arrastran arena junto con el agua, con el consecuente efecto abrasivo, que descarga todos los lugares donde hace contacto.

Para impedir que el agua entre a la línea de lubricación de aceite, se dispone en la unión de los tazones un sello anular denominado O-ring; es de hule rígido resistente a la abrasión. Con un refuerzo interior (alma) de cobre rígido.

Tazón de descarga

En los tazones de descarga lubricados por aceite, se encuentra un adaptador de cubierta, que sirve para conectar la cubierta de la flecha al tazón, asegurando una conexión impermeable. El uso de adaptadores de cubierta permite utilizar tazones de descarga de varios tamaños, además proporciona un apoyo adicional a la flecha.

*Importancia del Mantenimiento
en la Organización*

4.1 Generalidades.

La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal es la institución encargada de conservar las plantas y todo el equipo de bombeo del Distrito Federal en condiciones de operación adecuadas para evitar problemas de inundación y desabasto de aguas tratadas a industrias y parques ecológicos .

Un hombre y una máquina queman materia combustible, con lo que adquieren la energía que se manifiesta luego en calor y trabajo. Las mismas leyes concernientes al calor y al trabajo son aplicables tanto al hombre cómo a la máquina. Por consiguiente requieren atenciones similares. Si el hombre no procura cuidados a la salud, puede enfermar, incluso morir. Iguales requerimientos y perjuicios son aplicables a las máquinas es decir, requieren de conservación para asegurar su funcionamiento correcto. Los servicios de agua y drenaje de la ciudad dependen de miles de máquinas que se han ido incorporando al sistema hidráulico a lo largo de varias décadas con distintas tecnologías y multitud de marcas. El futuro se contempla desafiante el crecimiento de la ciudad y por tanto la necesidad de ampliar las instalaciones para

dotar de servicios a los nuevos pobladores. El panorama es poco alentador si se toma en cuenta que las instalaciones electromecánicas no han recibido la atención necesaria para operar en condiciones adecuadas, es decir, no han tenido el mantenimiento conveniente debido principalmente a razones presupuestales que obligaron a dirigir los esfuerzos y los recursos monetarios a la ampliación del sistema en forma prioritaria antes de dar servicios a los equipos que se encontraban en operación de ahí la importancia del mantenimiento preventivo en la organización.

Cabe mencionar que la acción del mantenimiento depende en gran medida del grado de cooperación que exista entre las unidades operativas y la de mantenimiento, es decir, debe recordarse que mientras la unidad de operación tiene que producir servicios en cantidad y calidad adecuados, a costo competitivo, la de mantenimiento deberá asegurarse de que el equipo de producción esté disponible al mínimo costo para utilizarlo en la producción durante los horarios necesarios, y de acuerdo con las especificaciones del equipo.

La ciudad de México es una de las más grandes y pobladas del mundo. Una de sus necesidades básicas es el suministro y desalojo del agua. Constantemente entran y salen del Distrito Federal millones de litros de agua. Esto obliga a traer el líquido desde lugares muy distantes, y elevarlo hasta más de mil metros para hacerlo llegar a la ciudad. Parte de éstas aguas se rehabilita para ser utilizada en riegos y en ciertos procesos industriales.

En todos los pozos y plantas es indispensable el uso de bombas. Las bombas tienen un papel de fundamental importancia dentro de una comparación común; un sistema hidráulico sin bombas equivale a un cuerpo sin corazón. Si en algún momento las bombas se paralizaran, los resultados serían desastrosos; la ciudad detendría su actividad por falta de agua y vastas zonas se inundarían con aguas negras.

4.2 Concepto de Mantenimiento.

El término mantenimiento desde el punto de vista de ingeniería puede definirse como el arte de conservar el equipo de la planta, sus estructuras y otros medios conexos, en condiciones apropiadas para llevar a cabo las operaciones o maniobras a que están destinados. Es el conjunto de actividades técnicas y administrativas cuyo objetivo principal es el de minimizar el costo de fabricación del producto, sin sacrificar la calidad y la seguridad del trabajador, a través de la aplicación económica de trabajadores, herramientas y materiales para proteger el equipo, maquinaria e instalaciones.

Con un mantenimiento correcto se previenen las emergencias o descomposturas imprevisibles. Tres factores deben tomarse en cuenta para el debido mantenimiento: diseño, construcción y operación. Si el diseño básico es adecuado y se construye el aparato con el mejor material y según las reglas del arte, la operación debe lograrse con un mínimo de mantenimiento. Los planos o copias de los diseños de la planta, mostrando las dimensiones de cada unidad, así como las tuberías, válvulas, compuertas, etc, deben tenerse a la mano para referencia inmediata.

Para el buen funcionamiento y conservación de una planta moderna de tratamiento de aguas residuales, es indispensable disponer de reservas de agua que se pueda usar a presión para limpiar y lavar los tanques, líneas, canales, etc.

4.3 Responsabilidades del Mantenimiento.

Dentro del conjunto de actividades del mantenimiento, están las reparaciones correctivas y preventivas a la maquinaria e instalaciones, los rediseños y las modificaciones a los mismos, las ampliaciones, etc. , la planeación y programación de todas ellas. Contribuye a obtener efectivo provecho, controlando la inversión en refacciones y material de reparación al nivel mínimo y de acuerdo con los requerimientos de la producción ya que resulta casi una obligación el tener a mano refacciones adecuadas así como material de reparación y todo esto a un costo mínimo, en un lugar especificado y sobre todo en la cantidad debida.

Es obligación primordial de la función de mantenimiento el propugnar por la obtención de los objetivos de la organización de la cuál es parte integrante. Para conseguirlo, las metas de ésa función deben figurar dentro del cuadro de los propósitos generales de la organización. Las susodichas metas particulares se enclavan, por lo regular de una manera modificada, en las diferentes subdivisiones de la función, llegando a ser en un momento dado, parte integral de los deberes laborales del trabajador con salarios. Por consiguiente, todo trabajador que forme parte de la actividad de mantenimiento tiene la responsabilidad de contribuir a la consecución de los fines generales de la organización:

4.3.1 Objetivos.

- Maximizar la responsabilidad de maquinaria y equipo.
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro.
- Conseguir éstas metas en la más económica posible y a largo plazo.

La autoridad se transmite al director de mantenimiento por un funcionario ejecutivo. Es precisamente esta delegación de autoridad la que hace posible la organización. El director de mantenimiento otorga, a su vez, autoridad a sus subalternos, y así sucesivamente a lo largo de la línea.

Al delegar autoridad un superior a un subalterno se crea una obligación por parte de éste último, en el sentido de realizar bien sus labores. Esta obligación o responsabilidad tiene que ver con el esfuerzo decidido del subalterno hacia la consumación de los fines de la organización. De hecho, toda organización en el área de mantenimiento tiene que estar sujeta a controles. Si éstos son pasados por alto o no se efectúan cómo debe de ser, tanto el mantenimiento cómo la organización sufrirán pérdidas computables en dinero.

Entre los quehaceres básicos del área de mantenimiento figuran:

1. Seleccionar y adiestrar a personal calificado para que lleve al cabo los distintos deberes y responsabilidades de la función reemplazos de trabajadores calificados.
2. *Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.*
3. Conservar, reparar y revisar maquinaria y equipo de producción.
4. Instalar, retribuir o retirar maquinaria y equipo, con miras a facilitar la producción.
5. Revisar las especificaciones estipuladas para la compra de nueva maquinaria, equipo y procesos, con objeto de asegurar que estén de acuerdo a las ordenanzas de mantenimiento.
6. Escoger y proveer a la aplicación, en los plazos requeridos, de los lubricantes necesarios para la maquinaria y el equipo.
7. Iniciar y sostener los programas de conservación para la adecuada utilización de aceites y grasas lubricantes, aceites de lubricación y desgastes, así como aceites hidráulicos.
8. Preparar estadísticas para su incorporación a los procedimientos y normas de mantenimiento, tanto locales cómo de toda la organización.

9. Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales de repuesto para máquinas y, en fin, todo el equipo necesario para efectuar con éxito la función de mantenimiento.
10. Preparar solicitudes de piezas de reserva para maquinaria y equipo, revisar las listas de ésta clase de artículos según sea necesario, y controlar el programa de conservación de partes de repuesto y material de mantenimiento.

4.4 Tipos de Mantenimiento.

Para la mejor aplicación de la ingeniería de mantenimiento al campo industrial. Consideraré dos enfoques del mantenimiento los cuáles tienen origen a través de la naturaleza del trabajo que se va a realizar.

4.4.1 Mantenimiento Correctivo.

Es la eliminación de fallas a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes. Una de las desventajas es que no se tiene el respaldo para su aplicación oportuna, eficiente y económica. No permite adelantarse a los problemas, es puramente de "apagafuegos" en su mayor parte. Definitivamente se recae en altos gastos por sobreprecios en mano de obra y materiales, trabajo adicional, altos riesgos y tiempo muerto excesivo en muchas ocasiones. Generalmente su implantación es fácil y barata, ya que no se requiere de análisis y estudios previos. Las tareas que se desarrollan en éste tipo de mantenimiento, son fundamentalmente la reparación y el reemplazo.

4.4.1.1 Mantenimiento Correctivo de Emergencia.

Es el trabajo no programado, que consiste en la reparación de los bienes físicos a medida que se presentan las fallas; necesario para corregir los imprevistos e incluye llamadas urgentes.

4.4.1.2 Mantenimiento Correctivo Programado.

No difiere mucho del anterior, posee casi todas las características excepto que aquí se incluye una programación muy sencilla y casi de forma inmediata obedeciendo ésta a las necesidades prioritarias de producción. Dicha programación se realiza para cada bien físico sólo y hasta cuando éste ya presenta síntomas claros de falla.

4.4.2 Mantenimiento Preventivo.

Se define básicamente por la detección de las posibles fallas y su corrección antes de que se presenten o bien en su fase inicial. Su propósito es prevenir fallas de consecuencia mayor y paros imprevistos que detengan la consecutividad del funcionamiento de los bienes físicos. La detección de las posibles fallas se logra a partir de la inspección y el análisis de información. El reemplazo de una pieza efectuado oportunamente, puede ser hecho como medida preventiva.

4.4.2.1 Mantenimiento Preventivo Rutinario o Progresivo.

Este es el conjunto de tareas repetitivas de servicio realizadas a un bien físico. Este tipo de mantenimiento debe efectuarse por costumbre.

Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del bien.
- Confiabilidad no estricta.
- Contar con historial de fallas y recomendaciones del fabricante que permitan fijar periodos de inspección y cambio.

Características:

- Periodicidad de los trabajos, computada cronológicamente.
- Cambio de partes por inspección y sólo si es necesario.
- Más económico que confiable.

4.4.2.2 Mantenimiento Preventivo Sistemático o Periódico.

Las tareas deben ser efectuadas en base a la planeación de la empresa, un programa preestablecido y un oportuno control de su desenvolvimiento.

Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer de equipo o del tiempo necesario para no afectar el servicio.
- Que se requiera alta confiabilidad.
- Conocer la vida útil de partes clave para determinar su cambio.

Características:

- Periodicidad de trabajos, computada por horas trabajadas.

- Cambio de partes sin inspección.
- Más confiable que económico.

4.4.2.3 Mantenimiento Preventivo de Mejora o Técnico.

En éste se desarrolla la ingeniería necesaria para reducir el mantenimiento requerido, *modificando el diseño original de acuerdo a nuestras necesidades y posibilidades específicas de mantenimiento.*

Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer periódicamente de mayor número y tiempo ocioso de los bienes para hacer todo el mantenimiento.
- Confiabilidad no estricta.
- Contar con estadística para poder fijar periodos de inspección y cambio.

Características:

- Periodicidad de trabajos computada por horas trabajadas.
- Combinación de cambio de partes, unas con otras *sin inspección.*
- Más económico y más confiable.

4.4.2.4 Mantenimiento Preventivo Creativo o Analítico.

En éste se determinan las bases para la inventiva, creatividad e investigación. Se trasciende más allá de la investigación original.

Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer de registro y estadística de las fallas.
- Que se requiera muy alta confiabilidad.
- Contar con estadísticas que permitan un análisis profundo para hacer diagnósticos confiables.

Características:

- Trabajos efectuados sólo si se requieren.
- Combinación de cambios de partes, unas con otras sin inspección.
- Mucho mas confiable que económico.

4.4.2.5 Mantenimiento Preventivo Predictivo .

El mantenimiento predictivo proporciona un medio eficaz de advertencia de fallas inminentes en el equipo: por ensayo de prueba y error de que partes deben ser reemplazadas o reparadas, permitiendo el uso continuo de otros componentes.

El mantenimiento predictivo es la determinación del desarrollo de las diferentes tareas del mantenimiento, previas a la falla con base en el diagnóstico del estado del bien físico, tiempo de servicio y condiciones de operación mediante análisis de ingeniería, información estadística y resultados de la inspección.

Un programa de mantenimiento predictivo involucra el uso de órdenes de trabajo, formas de planeación e inventario, etc. Se requieren herramientas de diagnóstico para proporcionar información específica sobre la eficiencia de los bienes físicos de la planta.

Condiciones requeridas para su aplicación:

- Disponer de equipo automático y de supervisores (técnicos o ingenieros) altamente calificados, que permitan un diagnóstico permanente.
- Requerir alta confiabilidad y seguridad en la operación.
- Disponer de máquinas redundantes en donde la importancia es vital.

Características:

- Trabajos efectuados sólo y cuando se requieran.
- Alto costo de implementación.
- Altos niveles de inspección a los equipos.
- Económico y altamente confiable.

4.5 El Sistema de Mantenimiento Preventivo.

Sabiendo que determinados grupos de propiedades físicas de la empresa requieren mantenimiento preventivo, se desarrolla el sistema que está constituido por un plan de mantenimiento preventivo.

4.5.1 El plan de Mantenimiento Preventivo.

El plan de mantenimiento preventivo no es más que las operaciones que deben efectuarse y la periodicidad con que con que deben realizarse cada una de dichas operaciones.

El problema de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para un determinado equipo consiste en determinar:

- a) *Qué debe inspeccionarse.*
- b) *Con qué frecuencia.*
- c) *A que debe dársele servicio.*
- d) *Con qué frecuencia o periodicidad se debe dar el servicio.*
- e) *A qué componentes debe asignárseles una vida útil.*
- f) *Cuánto debe ser la vida útil de esos componentes.*

Para determinar lo anterior se recurre a lo siguiente:

4.5.2 Recursos Técnicos.

1. Recomendaciones del fabricante

Los fabricantes del equipo dan recomendaciones mas o menos amplias respecto al mantenimiento del equipo así como algunas fallas comunes y la manera de corregirlas.

2. Recomendaciones de otros operadores.

Las experiencias del equipo son tambien muy útiles, aún cuando no apliquemos el sistema de mantenimiento preventivo.

3. Experiencia propia.

Es muy útil la experiencia propia de la empresa en la operación del equipo similar pues se conoce sus características y sus puntos débiles.

4. Análisis de ingeniería.

Cuándo los datos proporcionados por los 3 puntos anteriores no son suficientes se recurre al análisis de ingeniería o estudio detallado del equipo, sus características de construcción, operación y las condiciones en que va a operar.

4.5.3 Periodicidad o Frecuencia.

La mayoría de las operaciones de mantenimiento tienen una periodicidad o frecuencia que se puede medir en tiempo de operación ya que la mayoría de los componentes de un equipo se deterioran por el uso.

1. Tiempo de operación.

Se cuenta desde que el equipo empieza a prestar servicio hasta que ha adquirido cierta cantidad de horas, es reparado totalmente y queda listo para un segundo ciclo de operación.

2. Operaciones especiales.

Existen ciertos componentes cuyo desgaste depende principalmente de ciertas operaciones especiales.

3. Tiempo de calendario.

Ciertos componentes se deterioran por estar en contacto con el aire ambiente y otro fluido como combustible, lubricantes, etc.

4. Mixtos.

Ya se ha mencionado que los componentes se deterioran por más de una causa, el control se efectuará por las dos o más condiciones que le afecten y gobernará la que primero alcance su límite. Para que el programa de mantenimiento sea elástico, es condición indispensable que los periodos de inspección servicio y las vidas de las unidades sean múltiplos del menor periodo que se determine y de la frecuencia con que se efectúen los trabajos de mantenimiento.

4.5.4 Inspección.

La determinación de lo que debe inspeccionarse y con qué frecuencia debe hacerse, es uno de los puntos críticos y del que depende en gran parte el éxito o el fracaso de un programa de mantenimiento preventivo.

Debe inspeccionarse:

1. Lo que sea susceptible de falla mecánica progresiva cómo:

Desgaste

Partículas de impureza

Corrosión Arenas	Arenas
Vibración	Tierra, etc.
Suciedad	

2. Todo lo que esté expuesto a falla por acumulación de materias extrañas cómo en el caso de:

Filtros

Separadores de agua

Resumideros de tanques de depósitos

Ductos o tuberías de combustible y agua

Tanques de combustible.

3. Todo lo que sea susceptible de fugas como el caso de :

Sistemas de combustible

Sistemas hidráulicos

Sistemas neumáticos

Tuberías de distribución de fluidos.

4. Lo que con su variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas tales como:

Niveles de depósitos de abastecimiento.

Niveles y concentración de electrolitos.

5. Los elementos reguladores de todo lo que funcione con características controladas de:

Fuerza o torqueo

Presión hidráulica

Tensión mecánica

Temperatura

Voltaje, amperaje o resistencia, etc.

4.6 Reglas Generales de Mantenimiento.

Un programa de mantenimiento adecuado requiere de una buena dirección y observar las siguientes reglas sencillas :

5. Conservar la planta perfectamente aseada y ordenada.
6. Establecer un plan sistemático, para la ejecución de las operaciones cotidianas.
7. Establecer un programa rutinario de inspección y lubricación.
8. Llevar los datos y registros de cada pieza de equipo, enfatizando lo relativo a incidentes poco usuales y condiciones operatorias deficientes.
9. Observar las medidas de seguridad.

Es necesario insistir sobre la importancia de los registros, un operador puede determinar el desgaste o debilidad de diversas piezas del equipo y determinar que repuestos deben tenerse en existencia. Los registros pueden llevarse en tarjetas, destinándose una para cada pieza del equipo. En éstas tarjetas debe mantenerse un registro periódico regular de lubricación, revisiones, limpieza y reposición de partes gastadas y otros datos que se juzgue importante incluir en el registro. La fecha en que deba verificarse el siguiente servicio regular del equipo, debe aparecer en un lugar fácilmente visible de la tarjeta. De ésta manera el operador sabe la fecha en que debe lubricar nuevamente el equipo.

4.7 Operación y Mantenimiento de las Bombas en Plantas de Aguas Negras.

En estas plantas, las bombas son operadas desde un edificio que se conoce cómo sala de máquinas porque allí se encuentran también los generadores de emergencia. El sistema de mando a distancia dispone de protecciones contra temperatura, cortocircuitos y sobrecargas. El operador de bombas en éstas plantas es especializado; su cargo es el operador eléctrico. Este operario debe conocer el funcionamiento del tablero de mando y los circuitos eléctricos que alimentan la bomba, saber cuáles son las protecciones, fusibles y elementos térmicos, y reconocer por el ruido cualquier anomalía en el funcionamiento del equipo.

Es importante mencionar que el operador no debe por ningún motivo abrir el *tablero-gabinete de control ni desconectar las cuchillas fusibles ni entrar en subestaciones o banco de transformadores*, pues pondría en peligro su vida.

4.7.1 Funciones de las Cuadrillas de Mantenimiento.

- a) Verificar físicamente la lubricación de bombas y motores.
- b) Supervisar el funcionamiento de las máquinas de operación.
- c) Controlar el nivel de los cárcamos.
- d) Corregir o informar cualquier anomalía en el equipo.
- e) Registrar el gasto de agua y el funcionamiento de las bombas y motores, en los libros correspondientes.
- f) Vigilar el amperaje a través del aparato de medición. Si sube excesivamente, se debe detener la bomba correspondiente y esperar un tiempo prudente antes de ponerla en marcha nuevamente.

Durante el arranque, el amperímetro debe estar en posición de fuera (off). Si al ponerla en marcha, nuevamente el amperaje vuelve a ser anormal, debe pararse ésta bomba e informarse al jefe.

El amperaje sube generalmente cuando hay forzamientos en los motores. Esto puede ocurrir por falta de lubricantes, uso inadecuado u obstrucción de la bomba. Si la bomba trabaja estando sucia el motor de sobrecarga consume más energía y sube el amperaje. Cuando el motor opera en éstas condiciones, puede dañarse el equipo de bombeo.

- g) Observar que el nivel de la bomba en el cárcamo de succión sea el adecuado.
- h) Estar atento a situaciones imprevistas. Una consiste en un paro del suministro de energía. Cuando esto sucede suena una alarma, en éste momento es imprescindible efectuar los cambios correspondientes (de compañía de luz al generador propio de la planta).

En términos generales, se dice que una bomba trabaja sucia cuando el tamaño de sólidos suspendidos en el flujo es superior a los que puede aceptar.

Si no se toman en cuenta estas precauciones, las bombas dejan de trabajar y se provoca una inundación en la zona.

- i) Observar que la válvula rompesifón actúe correctamente para evitar que se forme un sifón en la columna de descarga en sentido inverso.
- j) Revisar el voltaje en cada una de las fases. Las tareas encomendadas al operador de bombas en una planta de drenaje pueden variar de un lugar a otro, dependiendo de las características de la planta, cantidad de personal que la atiende, etc. Sin embargo, la rutina de operación es similar en todas ellas.

4.7.2 Actividades Principales de un Operador de Bombas.

1. Registra su entrada y recibe el turno. Comprueba físicamente la información proporcionada por el turno anterior. Debe controlar:

- a) Que las bombas estén trabajando correctamente.
- b) Que el estado de los motores eléctricos sea el adecuado (que estén limpios, que no zumben, etc). Cualquier anomalía debe comunicarse al jefe.
- c) Que el depósito de lubricantes esté lleno.
- d) Que la flecha esté siendo lubricada correctamente (aprox. 35 gotas por segundo).
- e) Que las rejillas estén limpias. Si no es así, dar aviso de inmediato.
- f) Que no existan objetos extraños en el cárcamo de succión. A veces se encuentran llantas, trozos de madera, etc, que pueden obstruir las bombas.
- g) Que la válvula contrasifón funcione correctamente.

2. Al instalarse en la consola de control, el operador debe:

- a) Asegurarse de que no esté encendida ninguna de las luces-piloto de alarma.
- b) Verificar (mediante el tablero de control) que no haya calentamiento en las chumaceras.
Si se produce un calentamiento excesivo, la flecha puede pegarse.
- c) Controlar el tablero de transformadores:
Nivel de aceite, presión por nitrógeno y temperatura del transformador.

3. Al terminar la jornada.

Cuándo termina el turno hay que comunicar algunas informaciones (el gasto, por ejemplo) y completar las hojas de control de funcionamiento del equipo a cargo del operador.

A continuación se enumeran las principales actividades que deben llevarse a cabo para el mantenimiento preventivo de las bombas.

BOMBAS CENTRÍFUGAS DE EJE VERTICAL

Periodo de Mantenimiento	Ejecutante Nivel Brigada	Trabajo a realizarse	Materiales, Repuestos, y lubricantes indisp.
Diario	O	Reporte de presiones de descarga y niveles.	Aceite Formularios
	O	Control externo y lubricación de cojinetes y baleros por grasa.	
	O	Control de sellos.	
	O	Reporte de vibraciones o estabilidad en el funcionamiento del equipo, y de las condiciones generales de trabajo.	
Cada 6 meses	O	Cambio de grasa de los baleros, sin desmontaje, expulsando por presión de un engrasador de tipo pistola toda la grasa antigua.	Aceite Grasa Empaques Láminas-alineamiento Pernos y tuercas
	B	Alineamiento de la unidad bomba-motor y reajuste de los pernos de anclaje	
	B	Verificación de sellos y cambio de empaque si fuera necesario.	
Cada año	B	Desmontaje completo de la bomba.	Ejes Impulsores Difusores Bushings Baleros
	B	Lavado y limpieza completa de todas las partes.	
	B	Chequeo del alineamiento y desgaste del eje y reparación o cambio si fuera necesario.	
	B	Chequeo de impulsores, difusores, bushings, baleros y más elementos sujetos a desgaste, reparación o cambio de las partes dañadas.	

Calidad en el Área de Mantenimiento

5.1 Generalidades.

Basados en la necesidad que tenemos que mejorar en todos los ámbitos de nuestra vida cómo mexicanos hay la necesidad de aplicar la calidad a todo lo que hacemos.

La calidad es aplicable a todos los aspectos del quehacer humano en todas sus facetas y no sólo aplicable a productos terminados materiales sino también a los servicios y las relaciones humanas.

La calidad genera autoconfianza, nos hace mejores como personas, nos revalúa y dignifica, nos permite ofrecer mejores productos y servicios, logra que nuestros departamentos sean más competitivos, favorece la inversión, genera empleo, y es requisito y símbolo para el desarrollo de los individuos, de los departamentos, y las empresas, todos como personas, instituciones y país ganamos en la implementación de un sistema de calidad.

Se puede definir a la calidad como el cumplimiento de las expectativas del cliente o usuarios y la satisfacción adecuada de sus necesidades.

La calidad no es simplemente una metodología o un conjunto de tecnologías que implantar dentro de la organización, sino un valor o un conjunto de valores que generan actitudes y comportamientos en el trabajo y fuera de éste. Es alcanzar los máximos estándares en todo lo que realizamos. Es una filosofía y un estilo de vida.

La Dirección General De Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) perteneciente a la Secretaría de Obras y Servicios del Departamento del Distrito Federal no cuenta actualmente con un sistema de calidad implementado en los servicios que ofrece a la población, por tal motivo creció en mí el interés de realizar un estudio general de las condiciones del mantenimiento a las bombas en situaciones actuales y proponer un modelo de calidad con el propósito de ofrecer mejores servicios a los pobladores de la ciudad de México quienes finalmente somos los usuarios de éstos servicios.

5.2 Concepto de Calidad.

La calidad se define cómo el cumplimiento de requisitos que el cliente o mercado señalen o especifiquen y la satisfacción adecuada de sus necesidades.

A decir por las normas ISO-9000, ANSI, y NOM-CC se considera que para que un producto o servicio sea considerado de calidad, tiene que cumplir con cuatro requisitos a saber:

1. Uso adecuado
2. Costo justo
3. Que sea oportuno
4. Que sea durable, confiable y consistente.

El enfoque tradicional era dar un servicio sólo cumpliendo el estándar o norma establecido. El enfoque moderno nos dice que la calidad es satisfacer las necesidades del cliente, hacer las cosas bien desde la primera vez, además de que la calidad es la meta de cualquier actividad humana. Al contrario de lo que se piensa calidad no significa precisamente lo mejor, ya que para cualquier tipo de producto o servicio, existirán diferentes niveles de excelencia, y por tanto las especificaciones deberán establecer cuál es el nivel deseado. Si como resultado de todo el proceso productivo se logra que el proceso productivo se logra que el bien o servicio satisfaga todas las especificaciones establecidas para el mismo, se puede decir que es de buena calidad.

De hecho, la calidad no es algo que pueda ser aislado del producto o servicio, es la esencia misma del producto o servicio, la característica que lo distingue, y que para obtenerla requiere de su ejecución misma desde su concepción, procesado y terminación.

5.3 Principales Filosofías de la Calidad.

A continuación haré mención de las filosofías de calidad que más importancia han tenido en el terreno de la calidad.

5.3.1 Los 14 Puntos de Deming.

1. Se debe ser perseverante en el propósito de mejorar el producto y el servicio. Esto se logra sólo con un plan diseñado para ser competitivo y para que el negocio permanezca activo por tiempo indefinido, proporcionando empleos.
2. Estamos en una era económica, la administración occidental debe darse cuenta, por tanto del nuevo desafío: debe aprender a cumplir su responsabilidad y ser líder en el cambio a efectuar, por eso es necesario adoptar la nueva filosofía.
3. Hay que acabar con la inspección masiva. En su lugar debemos exigir evidencia estadística de que el producto o servicio desde los primeros pasos, se hace con calidad. Esto elimina la necesidad de la inspección masiva.
4. El precio sólo tiene sentido cuando hay evidencia estadística de calidad. Se debe acabar con la práctica que usa cómo criterio de compra sólo el precio bajo. Lo importante es minimizar el costo total.
5. Hay que estar mejorando constantemente el sistema de producción y servicio para mejorar la calidad y la productividad y abatir así los costos.
6. Hay que poner en práctica métodos modernos de entrenamiento.
7. Se debe administrar con una gran dosis de liderazgo.
8. Se debe eliminar el miedo en el trabajo.
9. Deben eliminarse las barreras interdepartamentales.
10. No se deben proporcionar a los trabajadores metas numéricas, exhortaciones o amonestaciones.
11. a) Hay que eliminar las cuotas numéricas.
b) Hay que eliminar la administración por objetivos numéricos. Se debe administrar con liderazgo.
12. Quitemos los obstáculos que impiden que el operario se sienta orgulloso de haber realizado un trabajo bien hecho.
13. Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo.

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

5.3.2 Planificación de Juran.

1. Crear conciencia de la crisis de la calidad.
2. Establecer un nuevo enfoque de la planificación de la calidad.
3. Suministrar información sobre cómo planificar la calidad, utilizando el nuevo enfoque.
4. Asistir al personal de la empresa para replanificar aquellos procesos existentes que poseen deficiencias de calidad inaceptables.
5. Asistir al personal de la empresa para dominar el proceso de planificación de la calidad.
6. Asistir al personal de la empresa para utilizar el dominio resultante de la planificación de la calidad.

Y sugiere la siguiente trilogía:

- La planificación de la calidad.
- El control de la calidad.
- La mejora de la calidad.

5.3.3 Programa de Philip Crosby.

1. Compromiso de la dirección, para participar en un programa de mejoramiento de la calidad.
2. Equipo de mejoramiento de la calidad con representantes de cada departamento.
3. *Medición de la calidad, esto es, determinar el estatus de calidad para toda la compañía.*

4. Evaluación de costos de calidad, para indicar donde la acción correctiva será provechosa para la compañía.
5. Conciencia de calidad.
6. Acción correctiva. Revelar los problemas a todos para ver y resolver éstos.
7. Establecer un comité para el programa de cero defectos.
8. Supervisar la participación del programa con todos los niveles.
9. Establecer metas y hacer reuniones regulares entre los supervisores y empleados.
10. Eliminación de cargas de error.
11. Reconocimiento. Los programas elegidos serán establecidos para reconocer a quienes alcanzaron sus metas.
12. Consejo de calidad. Los profesionales de calidad y el equipo de presidentes deberán encontrar la comunicación y determinar las acciones para ascender y mejorar el programa de mejoramiento de calidad.
13. Volver a empezar. Establecer un nuevo equipo de representantes y comenzar otra vez.

5.3.4 Calidad de Kaoru Ishikawa.

Características que distinguen al control japonés del occidental:

1. Control de calidad en toda la empresa: participación de todos los miembros de la organización.
2. Educación y capacitación en control de calidad.
3. Actividades de círculos de control de calidad.
4. Auditoría de control de calidad.
5. Utilización de métodos estadísticos.

6. Actividades de promoción del control de calidad a escala nacional.

5.3.5 Enfoque de Calidad de Taguchi.

1. Una medida importante de la calidad de manufactura de un producto es la calidad total generada por el productor a la sociedad.
2. En un ambiente competitivo, el mejoramiento continuo de la calidad y la reducción de costos son necesarios para el inicio de negocios.
3. El mejoramiento continuo de calidad incluye una continua reducción en la variación del producto.
4. La pérdida del consumidor debida a una variación en las especificaciones del producto es aproximadamente proporcional a el cuadrado de la desviación del valor observado con respecto al valor la meta.
5. La calidad final y el costo de manufactura de un producto son determinados por los ingenieros de diseño de producto y por el proceso de manufactura del producto.
6. La variación de los resultados puede ser reducida explotando los efectos no lineales de los parámetros del producto o proceso en base al funcionamiento de las características.
7. Los experimentos estadísticos planeados pueden ser usados para ajustar los parámetros del producto y proceso.

5.4 Espiral de la Calidad.

De acuerdo a la definición de proceso se considera que es la "acción de ir hacia adelante". Heráclito señaló que " un hombre no puede bañarse dos veces en un mismo río,

pues de una u otra vez habrán cambiado tanto el uno como el otro". Y de esto se trata cuando hablamos de Calidad, de un proceso.

Cuando se comenzó a desarrollar la teoría de la calidad, se ejemplificaba su proceso como un "círculo" en el cuál se señalaban algunos puntos particulares. Pero luego el proceso fue conceptualizando de una forma más real, resultando que el círculo se desplegaba axialmente y formaba una espiral, cuyo centro era un vector ascendente, lo que indicaba gráficamente el proceso, que no era claramente visible cuando se lo representaba con una sucesión plana de acontecimientos. De ésta manera, a cada vuelta de la espiral, las variables que modifican la calidad van progresando con el transcurso del tiempo.

5.5 Normas ISO-9000.

ISO es una abreviatura de las siglas en inglés de Internacional Standardization Organization que en español significa Organización de Normas Internacionales.

La norma ISO-9000 es un conjunto de 20 requisitos que se deben cumplir en una empresa para demostrar que se puede llevar a cabo un producto, en el momento que se requiera con la misma calidad que en anteriores ocasiones siempre y cuando se haya documentado el proceso de fabricación.

5.5.1 Política de Calidad.

Todas las intenciones hacia la calidad y la dirección de la organización en cuanto a calidad, formalmente expresada por la alta dirección. La política de calidad forma parte de las *políticas corporativas y son autorizadas por la dirección.*

5.5.2 Sistema de Calidad.

Es la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para implantar la administración de la calidad. Este sistema deberá ser tan comprendido como necesitado para alcanzar los objetivos de calidad.

5.5.3 Control de Calidad.

Son las técnicas y actividades "operativas" usadas para cumplir los requerimientos de calidad. Involucra técnicas y actividades que monitorean un proceso y eliminan las causas de desempeño insatisfactorio en todas las etapas relevantes del proceso.

5.5.4 Administración de Calidad.

Son los aspectos de toda la función administrativa que determinan e implantan la política de calidad. La búsqueda de la calidad deseada requiere el compromiso y participación de todos los miembros de la empresa, mientras que la responsabilidad de administrar la calidad pertenece a la alta dirección. La administración de la calidad incluye planeación estratégica, asignación de recursos y otras actividades sistemáticas de calidad.

5.5.5 Aseguramiento de la Calidad.

Son todas las actividades planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza de que un producto o servicio satisfecerá los requerimientos establecidos de calidad. A menos que los requerimientos dados reflejen las necesidades de los usuarios, el aseguramiento de la calidad no estará completo. Se requiere de una continua evaluación de los factores que afectan la funcionalidad del diseño o de las especificaciones, así como también las verificaciones y auditorías de administración, producción e inspección.

5.5.6 La Calidad Total y el mantenimiento.

Buscar la excelencia mediante el mejoramiento continuo, es suponer que ya tenemos un cierto nivel de orden y disciplina. Buscarla sin estar acostumbrados-disciplinados a trabajar de acuerdo con manuales o procedimientos, " es querer volar cuando apenas gateamos ". El despertar tiene que empezar con los que administran la industria, ese 20% formado por jefes, gerentes y directores, y continuar inmediatamente con los que hacen la calidad, ese 80% formado por supervisores, técnicos y operarios que son los que " meten las manos " para hacer la calidad.

El mantenimiento que se lleva a cabo en la DGCOH no está basado, cómo ya lo he mencionado, en ningún sistema de calidad o regido por algún procedimiento bien definido. El mantenimiento en ésta organización se lleva a cabo mediante concursos de licitación pública, en donde participan un cierto número de empresas del giro que estén " especializadas " en la ejecución de dichas obras y la compañía electa se le asigna los trabajos en cuestión. Sin embargo en la realidad esto no es así dado que el régimen burocrático que prevalece hoy en día no permite la libre competencia por lo que los trabajos son asignados a ciertas " compañías selectas ".

Por lo anterior se confían los trabajos a las compañías sin exigirles un grado de calidad aceptable que permita la disminución de mantenimientos correctivos y la reducción de costos de mantenimiento a la organización. Tampoco existen registros que indiquen la manera correcta en que deben operarse todos los equipos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Lo anterior nos lleva a pensar que la calidad total debe concebirse en todos los eslabones y en todos los niveles. Definitivamente es un modelo de administración que busca propiciar la calidad, en el sentido más amplio, en todo el personal y en toda actividad que se realiza en la empresa. Su implantación requiere de un profundo convencimiento de cambio de los sistemas tradicionales de administración a un sistema participativo, considerando a los hombres como seres humanos capaces de entender su trabajo y realizarle dentro de la calidad y productividad.

Los objetivos generales de la calidad total en el mantenimiento industrial, tienden a lograr:

1. La productividad de los recursos del departamento.
2. La calidad del servicio y actividades todas de mantenimiento.
3. La *integración de su personal*.

En la calidad total, el concepto de calidad debe darse en toda la organización, en todo el personal, sólo así podrán arraigarse en éste hasta convertirse en una forma de ser y de actuar. El cambio es gradual, pero la meta es integrar a todo el personal. Requiere del involucramiento responsable y creativo de las personas y de la entrega a lo bien hecho como un reflejo de sus valores y actitudes internas y que a la larga permite ofrecer mejores servicios a un costo menor.

La estrategia básica de la Calidad Total es **prevenir**, lo cuál cuesta cien veces menos que lamentar. Prevenir empieza con el diseño de nuevos servicios y de la forma más eficiente y atenta con que deberán proveerse. En la Calidad Total, los responsables de la calidad son

todos los miembros de una organización y todos deben verificar la calidad de su propio trabajo. Si hay supervisión o inspección, la realizan las cadenas internas de proveedores y clientes y existe más bien como medio de aprendizaje.

5.5.7 Control Estadístico de Proceso.

Es el conjunto de metodologías estadísticas que sirven para determinar, inferir, y mejorar cualquier proceso productivo. Es utilizado en forma diferente en la actualidad. En el pasado el CEPT (Control Estadístico de Producto Terminado) corregía, ahora el CEP (Control Estadístico de Proceso) previene.

5.6 Aseguramiento de Calidad y CEP para Mantenimiento.

Ahora se pretende adaptar el Aseguramiento de la Calidad y el CEP hacia el mantenimiento industrial, es decir asegurar la efectiva, oportuna y óptima intervención del servicio de mantenimiento a los bienes de la organización y mantenerlos bajo control lo cual permitirá una mejora continua en el mantenimiento.

En nuestro país es poco común que se considere al mantenimiento industrial dentro de una organización cómo una variable o proceso, por lo que no se piensa en serio en su mejoramiento continuo, análisis, medición o control. Definitivamente el mantenimiento es un proceso y cómo tal es susceptible de mejorarse, controlarse y medirse. Por lo tanto deben existir métodos, procedimientos y herramientas para medirlo, controlarlo y por consiguiente mejorarlo.

1) Considerando al mantenimiento cómo un proceso se considera básicamente:

- Mano de obra (personal).
- Materiales / materia prima.
- Maquinaria / equipo.
- Métodos / procedimientos.
- Medio ambiente.
- Administración

2) Puede ser representado gráficamente.

3) Su comportamiento o desempeño es medible.

4) Su desempeño es variable y puede ser controlado y mejorado en forma continua.

A través de los años se han desarrollado una variedad de herramientas de análisis y técnicas de medición para el mantenimiento de los países del primer mundo altamente industrializados.

- | | |
|--|---|
| ▪ Hojas de verificación | ▪ <i>Arbol de defectos y descomposturas</i> |
| ▪ Ingeniería simultánea | ▪ Diagrama de flujo |
| ▪ Gráficas de control | ▪ Histogramas |
| ▪ Índice rime | ▪ <i>Casa de calidad</i> |
| ▪ Grafica de Gantt | ▪ Análisis entrada/salida |
| ▪ Diagrama de Pareto | ▪ Tecnología integrada |
| ▪ Diagrama causa efecto (ishikawa) | ▪ Just in time |
| ▪ Investigación de operaciones | ▪ Costo siglo de vida |
| ▪ Diseño de experimentos | ▪ Grupo nominal |
| ▪ Diseño de costos | ▪ Modelo de desempeño |
| ▪ TQM | ▪ Puntos de referencia |
| ▪ Análisis de efectos de modo de falla | ▪ Concedencia de programas |

Capítulo VI

Propuestas de Mejora

6.1 Generalidades.

La calidad y la satisfacción del cliente son temas importantes que están adquiriendo mayor atención a nivel mundial.

Esta parte de la NMX-CC-006 se fundamenta en los principios de la administración de la calidad dados en una serie de normas, reconociendo que una falla para alcanzar los objetivos de la calidad, puede tener consecuencias que afecten adversamente al cliente, a la organización y a la sociedad, aun más, reconoce que es responsabilidad de una dirección asegurarse que dichas fallas sean prevenidas.

Después del análisis realizado acerca del mantenimiento dentro de la organización, es muy claro que no se cuenta con las herramientas necesarias para conservar en buen estado todas las instalaciones de una planta de tratamiento, particularmente de las bombas tipo propela que son las mas utilizadas en el bombeo y rebombeo de las aguas residuales que llegan a la ciudad de México. Por lo anterior hago algunas recomendaciones.

6.2 Funciones del Área de Mantenimiento.

Aparte de mantener los bienes de la organización en óptimas condiciones para dar un buen servicio en el desalajo de aguas residuales, el departamento de mantenimiento debe realizar algunas funciones especiales cómo:

- Nuevos proyectos
- Redistribuciones de planta y ampliaciones
- Fabricación de equipo especial
- Remodelaciones y habilitaciones del equipo en planta
- Ingeniería para innovaciones y arquitecto levanta planos
- Instructor y capacitador
- Custodio de información
- Guía de turistas (de visitantes y proveedores)
- En caso de desastre debe ser el primero en actuar
- Compras de materiales y refacciones
- Litigio ante sindicatos
- Ahorro de energía

Es necesario insistir sobre la importancia de los registros. Mediante una revisión de tales registros, un operador puede determinar el desgaste o debilidad de diversas piezas del equipo y determinar que repuestos deben de terse en existencia.

Los registros pueden llevarse en tarjetas, destinándose una para cada pieza del equipo. En éstas tarjetas debe mantenerse un registro periódico regular de la lubricación, revisiones y reposición de partes gastadas y otros datos que se juzgue importante incluir en el registro. La fecha en que deba verificarse el siguiente servicio regular del equipo, debe aparecer en un lugar fácilmente visible de la tarjeta. Debe llevarse un registro especial de lubricación en el cuál figura una lista del equipo, así como las instrucciones para su lubricación, incluyendo el tipo de lubricante y la frecuencia de la lubricación.

De ésta manera el operador sabe la fecha en que debe lubricar nuevamente el equipo. La forma más útil de planeación del mantenimiento preventivo consiste en revisar las tarjetas de

mantenimiento y establecer con anticipación listas de operaciones a efectuar en determinadas fechas si la planta es chica, y por ende, la lista también lo es, los asuntos pueden asentarse con anticipación en una hoja memorando de un calendario. Para las plantas más grandes, las listas pueden hacerse por orden de fechas o claves anotándose en el calendario anticipadamente.

Este programa tendrá éxito siempre y cuando sea perfectamente bien aceptado por el personal de la planta y por lo cual se les debe hacer saber las grandes ventajas y beneficios que el programa ofrece. Todos los fabricantes de equipo proporcionan cierta información básica que normalmente está respaldada por años de experiencia y que debe ser estudiada cuidadosamente por el operador de una planta de aguas negras. La información debe incluir:

1. Instrucciones recomendables para la instalación.
2. Instrucciones para la lubricación.
3. Instrucciones de operación.
4. Procedimientos para armar y desarmar.
5. Lista de partes e instrucciones para las reparaciones.

Es importante tomar muy en cuenta las recomendaciones de los fabricantes para que el programa de mantenimiento sea eficiente y deben ocurrir cuatro condiciones básicas:

1. Completo conocimiento del equipo.
2. Empleo de la herramienta adecuada.
3. Reparación perfecta de las piezas.
4. Programa planeado.

A continuación se muestra una propuesta de cómo deben llevarse a cabo los registros del mantenimiento de las bombas:

MODELO DE TARJETA DE REGISTRO PARA INSPECCION Y SERVICIO.

Bomba No. 3 para aguas negras Crudas, Worthington.

Datos de la placa de Fábrica.

(Anótese aquí todos los datos de la placa de fábrica)

Sala de bombas

Fecha	Trabajo Realizado	Operador	Observaciones
09-05-99	Se instalaron 5 anillos de empaque nuevos	JB	
09-18-99	Se revisó la grasa de los cojinetes superior e inferior	DB	
10-05-99	Lubricación del rotor	DB	
12-15-99	Se sacó el impulsor para su revisión	JB	La bomba no trabajaba al gasto estipulado. El impulsor estaba muy dañado.
12-28-99	Se instaló un nuevo impulsor	RT	
12-29-99	Se ajustó el empaque a su presión adecuada	RT	
03-05-00	Se revisó la grasa en los cojinetes superior e inferior	DB	
04-03-00	Se lubricó el motor	DB	

05-15-00	Reemplazar los anillos del cojinete	DM	
06-15-00	Se instalaron 5 anillos de empaque nuevos	JB	
06-28-00	Se lubricó y revisó el rotor		

Récord de servicio

Fecha	Trabajo Realizado	Operador	Observaciones
07-02-00	El cojinete superior hacía ruido; se informó al supervisor	JB	
03-03-00	El cojinete superior escurría y se engrasó	RT	
08-15-00	El cojinete sigue haciendo ruido, se cambió el cojinete		
10-04-00	Se lubricó el motor	DB	

6.3 Características del Control del Servicio y de la Prestación del Servicio.

El control del servicio y las características de la prestación del servicio sólo pueden lograrse mediante el control del proceso durante la prestación del servicio. Por tanto la medición del desempeño del proceso y su control son esenciales para lograr y mantener la calidad requerida del servicio. El proceso de prestación del servicio puede variar desde uno altamente mecanizado hasta otro que es altamente personalizado. Entre más definido esté el proceso, ya

sea por mecanización o por procedimientos detallados, mayor es la oportunidad de aplicar en forma estructurada y disciplinada los principios del sistema de calidad

6.4 Aplicación de Normas ISO 9000 (9004:2) en la DGCOH

Es importante tomar en cuenta la calidad del mantenimiento en la organización. Para tal efecto es necesario implementar un sistema de calidad bajo la norma ISO 9000 en la categoría del servicio, que básicamente es la función que desarrolla la organización que estoy analizando, cómo ya lo mencioné , se encarga de desalojar las aguas residuales de la ciudad de México y el tratamiento de una parte de éstas para abastecer zonas industriales y áreas verdes . Tomando en consideración los 20 puntos de la norma, se busca adecuar cada uno de éstos en todas las áreas implicadas en el servicio.

Para la aplicación de éstos 20 puntos debe elaborarse un manual que está dividido un manual de políticas, procedimientos generales, procedimientos específicos e instructivos de trabajo, cada uno de los puntos se genera cómo respuesta a los requisitos que apliquen a la organización.

- **Responsabilidad de la dirección.**

La gerencia de la Dirección General de Construcción y operación Hidráulica (DDF), es la responsable de asegurar el entendimiento, difusión, aplicación y mantenimiento de la política de calidad, a todo el personal que pertenece a dicho organismo, para lo cuál es indispensable

definir y documentar la responsabilidad, autoridad y las interrelaciones de todo el personal que dirige, realiza y verifica tareas que afectan la calidad.

Esta gerencia con responsabilidad ejecutiva debe designar un miembro de la propia gerencia del proveedor, quien independientemente de otras responsabilidades que tenga dentro del organismo será el responsable de vigilar que se implemente y se mantenga un sistema de calidad de acuerdo a la norma. Debe también informar sobre el comportamiento del sistema de calidad a la gerencia. Cabe mencionar que no necesariamente debe ser el director de mantenimiento quien lleve ésta responsabilidad.

- **Responsabilidad y Autoridad para la Calidad.**

Es conveniente que la dirección establezca una estructura del sistema de calidad para el control, la evaluación y mejoramiento efectivos de la calidad de servicio a través de todas las etapas en el suministro de un servicio (rebombear de aguas residuales). La DGCOH (proveedor) deberá establecer y mantener un sistema de calidad documentado, como un medio para asegurar que los servicios conforman los requerimientos especificados.

La planeación de la calidad debe ser consistente con todos los otros requisitos del sistema de calidad del proveedor, y debe estar documentado en una forma que se adapte al método de operación del proveedor. Es indispensable que la alta dirección sea responsable de asegurar que los requisitos del sistema de calidad estén desarrollados. Es conveniente mantener la responsabilidad o designar a un representante de la dirección para asegurar que el sistema de calidad sea establecido, auditado, medido y continuamente y revisado para la mejora.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

- **Revisión de la Dirección.**

Conviene que el director general y su equipo provèa revisiones formales, periódicas e independientes del sistema de calidad a fin de determinar su continua adecuación y efectividad en la implantación de la política de calidad y el logro de los objetivos de la calidad.

Se recomienda que en las revisiones se tengan:

- Análisis de los hallazgos del funcionamiento del servicio, información sobre la eficiencia y la eficacia del proceso.
- Hallazgos de auditorías internas, sobre la implantación y efectividad de los elementos del sistema de calidad a fin de lograr los objetivos establecidos.
- Cambios generados cómo consecuencias de nuevas tecnologías, conceptos de calidad, estrategias de mercado y condiciones sociales o ambientales.

- **Personal y Recursos Materiales.**

Para que un sistema de calidad sea eficiente es recomendable que la dirección provea los recursos suficientes y apropiados para alcanzar los objetivos.

Para lograr esto se necesita que el cuerpo directivo:

- Seleccione al personal con base en la capacidad para satisfacer las especificaciones de trabajo definidas.
- Provea un ambiente laboral que fomente la excelencia y las relaciones de trabajo seguras.

- Obtenga el potencial de cada miembro de la organización a través de métodos de trabajo creativos y consistentes (porque normalmente no se reconocen las capacidades de los trabajadores de ése organismo burocrático).
- Asegure que las tareas a ser realizadas y los objetivos a alcanzar, sea entendidos.
- Hacer sentir a todo el personal que tiene un compromiso e influencia en la calidad del servicio.
- Fomente las contribuciones que añadan valor a la calidad, al otorgar el debido reconocimiento y recompensa para el logro.

Es de vital importancia que éste recurso (personal) deba cuidarse porque es lo más importante con que cuenta el organismo. La educación crea una conciencia de la necesidad de cambio y proporciona el medio por el cuál el cambio y desarrollo se pueden alcanzar, por consiguiente los elementos en el desarrollo del personal incluyen:

Capacitar a los ejecutivos en la administración de la calidad; educación del personal sobre la política de calidad de la organización de servicio; programa de concientización sobre la calidad; procedimientos de verificación; capacitación en el control de los procesos, recolección y análisis de datos; la necesidad para evaluar cuidadosamente los requisitos del personal para calificaciones formales; evaluación del desempeño del personal.

El personal operativo o de servicio debe tener el conocimiento adecuado y las habilidades necesarias en comunicación. Deben ser capaces de formar un equipo natural de trabajo capaz de interactuar adecuadamente con las organizaciones externas a fin de proporcionar un servicio oportuno, continuo y uniforme.

En cuanto a los recursos materiales requeridos para las operaciones de servicio se incluyen:

Equipo e instalaciones para proveer el servicio; necesidades operacionales, tales como lugar de almacenaje, transporte y sistemas de información; medios para la evaluación de la calidad, instrumentación y software; documentación operacional y técnica.

- **Estructura del Sistema de Calidad.**

Es recomendable que éste organismo de servicio desarrolle, establezca, documente, implante y mantenga un sistema de calidad como un medio por el cual las políticas y objetivos establecidos para un servicio de calidad puedan cumplirse. Se recomienda que el sistema de calidad enfatice las acciones preventivas que eviten la ocurrencia de problemas, mientras no se sacrifique la habilidad para responder y corregir las fallas, si estas se presentan.

La calidad del servicio observada por el cliente (habitantes de la Ciudad de México e industriales, está directamente influenciada por estos procesos y por acciones derivadas de aquellas medidas que retroalimentan la calidad del servicio, las cuáles contribuyen al mejoramiento de la calidad del servicio como son: la evaluación por parte del proveedor, del servicio suministrado; la evaluación por parte del cliente, del servicio recibido; las auditorías de calidad de la implantación y efectividad de todos los elementos que interactúan en el ciclo de calidad

- **Sistema de documentación.**

Todos los elementos, requisitos y disposiciones del servicio incorporados en el sistema de calidad se recomienda que estén definidos y documentados como parte de la documentación general de la organización del servicio, que incluye:

- a) Manual de calidad. Debe proporcionar una descripción del sistema de calidad como una referencia permanente. Se recomienda que contenga: La política de calidad; los objetivos de la calidad; la estructura de la organización incluyendo responsabilidades; una descripción del sistema de calidad incluyendo todos los elementos y disposiciones que forman parte de él; las prácticas de calidad de la organización; la estructura y distribución de la documentación del sistema de calidad.
 - b) Plan de calidad. Conviene que describa las prácticas de calidad específicas, los recursos y las secuencias de actividades relevantes para el servicio en particular. Conviene se describan las prácticas de calidad específicas, los recursos y las secuencias de actividades relevantes para el servicio.
 - c) Procedimientos. Son declaraciones escritas, las cuáles especifican el propósito y alcance de las actividades de la organización de servicio para satisfacer las necesidades del cliente, es decir cómo deben hacer las cosas cada individuo en cada una de las áreas departamentales.
- * En éste punto no haré especial énfasis para efectos prácticos ya que implicaría mucho más profundidad en el trabajo, lo cuál no es el objetivo de éste curso.
- d) Registros de calidad. Proporcionan informaciones sobre: el grado de cumplimiento de los objetivos de calidad; el nivel de satisfacción e insatisfacción del cliente con el servicio; los

resultados del sistema de calidad para la revisión y mejoramiento del servicio; el análisis de las tendencias de calidad; las acciones correctivas y su efectividad; entre otras.

Toda la documentación debe ser legible, fechada, clara, fácilmente identificable e incluya el estado de autorización. Los documentos deben ser aprobados por personal autorizado, liberados y puestos a disposición en las áreas donde sea necesario.

- **Auditorías Internas.**

En cuanto a las auditorías internas, se recomienda que éstas se realicen periódicamente para verificar la implantación y efectividad del sistema de calidad y el grado de conformidad a la especificación del servicio. Se recomienda que las auditorías internas de calidad sean planeadas, realizadas y registradas de acuerdo a los procedimientos documentados por personal competente e independiente de las áreas a auditar. Los hallazgos encontrados de la auditoría deben ser documentados y presentados a la dirección y se asegure que se toman las acciones correctivas necesarias y apropiadas con respecto a los hallazgos de la auditoría.

- **Interrelaciones con los Clientes.**

La dirección debe establecer una interrelación efectiva entre los clientes y el personal de la organización de servicio. Se debe crear una imagen apropiada basada en la realidad de las acciones tomadas para satisfacer las necesidades del cliente.

La comunicación con los usuarios de la ciudad de México involucra el escucharlos y mantenerlos informados a fin de mejorar los servicios públicos. Se recomienda brindar una atención expedita a las dificultades en la comunicación o interacción con los clientes, incluyendo clientes internos. La comunicación efectiva con los clientes implica: la descripción del servicio; alcance; disponibilidad y entrega oportuna; establecer cuanto costará el servicio; la explicación de las interrelaciones entre el servicio; su prestación y su costo; la explicación a los clientes sobre el efecto de cualquier problema y cómo serán solucionados; el aseguramiento de que los clientes están concientes de la contribución que pueden hacer a la calidad del servicio; La percepción de los clientes sobre la calidad del servicio se adquiere frecuentemente a través de la comunicación con el personal y medios de la organización de servicio.

- **Calidad en la investigación y análisis del mercado.**

Una responsabilidad de mercadotecnia es determinar y promover la necesidad y demanda de un servicio con herramientas como encuestas y entrevistas. Para ello se deben establecer procedimientos para planear e implantar sus actividades en el mercado, se debe incluir lo siguiente: El establecimiento de las necesidades expectativas del cliente con respecto al servicio ofrecido; servicios complementarios; actividades y comportamiento de la competencia; revisión de la legislación (salud, seguridad y ambiente) así como normas y códigos nacionales e internacionales; análisis y revisión de los requisitos del cliente; consultas con todas las funciones afectadas de la organización de servicio; investigación avanzada para examinar las necesidades cambiantes del mercado; la aplicación del control de calidad.

- **Administración del Servicio.**

Es de vital importancia que la dirección debe establecer procedimientos para planear, organizar e implantar el lanzamiento del servicio y donde sea aplicable, su eventual retiro. Se recomienda que ésta planeación incluya la responsabilidad para asegurar que los requisitos del servicio y de la prestación del servicio, contengan disposiciones explícitas sobre aspectos de seguridad dado que la operación de sistemas de bombeo implica grandes riesgos y responsabilidades por la magnitud de los equipos que se manejan y el caudal de aguas negras a desalojar, deben existir entonces, responsabilidades legales potenciales y medios apropiados para minimizar riesgos al personal, clientes y al ambiente.

- **Proceso de Diseño.**

El proceso para diseñar un servicio involucra convertir el resumen del servicio en especificaciones, tanto para el servicio cómo para su prestación y control, siempre que refleje las opciones de la organización, por ejemplo: propósitos, políticas y costos.

Una vez realizado el servicio, la especificación del control de calidad define los procedimientos para evaluar y controlar las características del servicio y de la prestación del servicio. El diseño de la especificación del servicio y la especificación del control de calidad son independientes e interactúan a través del proceso de diseño. La dirección debe asignar responsabilidades para el diseño del servicio y asegure que todos aquellos que contribuyen al diseño, están concientes de sus responsabilidades para lograr la calidad del servicio. La prevención de defectos del servicio en ésta etapa es menos costosa que la corrección durante la prestación del servicio, el error implicaría el desprestigio del organismo.

- **Especificación de la Prestación del Servicio.**

En éste punto se deben contener los procedimientos de la especificación, que describan los métodos a ser utilizados en el proceso de la prestación del servicio, en el bombeo de las aguas, tratamiento de las mismas, distribución, incluyendo: Una descripción clara de las características de la prestación del servicio que afectan directamente al desempeño del servicio; una norma de aceptación para cada característica de la prestación del servicio; los requisitos de recursos, detallando el tipo y cantidad de equipo e instalaciones necesarios para cumplir totalmente la especificación del servicio; la cantidad de personal y las habilidades requeridas

Se recomienda que la especificación de la prestación del servicio tome en cuenta los objetivos, políticas y capacidades de la organización de servicio, así como cualquier requisito de salud, seguridad, ambiente u otros requisitos legales.

Hay que hacer hincapié en la salud, porque el manejo de éste tipo de fluidos es de sumo cuidado. Las aguas negras y residuales acarrear cualquier tipo de objetos y desperdicios, para lo cual los operadores de las plantas de bombeo deben tomar las medidas de seguridad necesarias utilizando el equipo de protección necesarios para preservar su salud

- **Procedimientos para la Prestación del Servicio.**

El diseño del proceso de la prestación del servicio prácticamente puede ser logrado subdividiendo el proceso en fases de trabajo separadas, apoyadas por procedimientos que

describan las actividades involucradas en cada fase. Las fases de trabajo involucradas en servicios son:

- Proveer información referente a servicios ofrecidos a clientes; tomar la orden;
- establecer disposiciones para el servicio y la prestación del servicio;
- facturar y cobrar los cargos por el servicio.

- **Calidad en Adquisiciones.**

Continuamente el Gobierno del Distrito Federal, compra en cantidades enormes equipos y refacciones a diferentes empresas, así como la contratación de empresas para rehabilitar o instalar éstos equipos, es recomendable entonces, darle a la adquisición de productos y servicios el mismo nivel de planeación, control y verificación que a otras actividades internas. Conviene que la organización de servicio establezca una relación de trabajo con subcontratistas, incluyendo la retroalimentación. De ésta forma puede ser soportado un programa de mejora continua de calidad y evitar o arreglar rápidamente las diferencias de calidad, los requisitos de adquisiciones deben incluir: las órdenes de compra, emitidas como descripciones o como especificaciones; la selección de los subcontratistas calificados; los acuerdos sobre requisitos de calidad y requisitos del aseguramiento de la calidad; los acuerdos sobre aseguramiento de la calidad y métodos de verificación; las disposiciones para el arreglo de diferencias de calidad; los controles sobre productos y servicios de entrada.

En la selección de un subcontratista la organización debe considerar: valorar y evaluar en sitio la capacidad del subcontratista y/o de los elementos del sistema de calidad del subcontratista; evaluar muestras de subcontratistas; antecedentes del subcontratista; resultados de prueba de subcontratistas similares; experiencia de otros usuarios. Muchas de las

compañías que actualmente prestan los servicios de mantenimiento a los equipos, no cuentan con la experiencia suficiente en el campo ni mucho menos con procedimientos bien definidos para ejecutar dichos trabajos. La DGCOH le confía éstas actividades a éste tipo de compañías; lo cuál es verdaderamente lamentable.

- **Identificación y Rastreabilidad del Servicio.**

Cuando sea apropiado, la organización de servicio identifique y registre el origen de cualquier producto o servicio que forme parte del servicio suministrado, incluyendo la responsabilidad personal para la verificación y otras acciones del servicio a través del proceso de prestación del servicio, a fin de asegurar la rastreabilidad en casos de no conformidad, quejas del cliente y responsabilidad legal. En repetidas ocasiones los equipos que han sido rehabilitados o recientemente instalados, fallan mucho antes del vencimiento de la garantía. Para tal efecto es importante llevar un historial de cada trabajo ejecutado a cualquier equipo y el servicio que se ofrece para tomar las medidas necesarias en caso de que sea necesario.

- **Manejo, Almacenamiento, Empaque, Entrega y Protección de Bienes del Cliente.**

La organización de servicio debe establecer controles efectivos para el manejo, almacenamiento, empaque , entrega y protección de los bienes del cliente, de los cuáles la organización de servicio es responsable, o con los que está en contacto, durante la prestación del servicio.

- **Revisión del Diseño.**

Al final de cada fase del diseño de un servicio, conviene que se lleve a cabo una revisión formal documentada de los resultados del diseño contra el resumen del servicio. El trabajo de diseño debe satisfacer requisitos como: los elementos en la especificación del servicio relativos a las necesidades y satisfacción del cliente; los elementos en la especificación de la prestación del servicio relativos a los requisitos de servicio; los elementos en la especificación de control de calidad relativos al control de los procesos del servicio.

- **Control de Cambios del Diseño.**

El objetivo del control de cambios del diseño es documentar y administrar los cambios en requisitos y procedimientos, después de que las especificaciones iniciales han sido autorizadas e implantadas con la finalidad de que los servicios prestados al cliente sean mejorados continuamente. El control debe asegurar que: la necesidad de cambio es identificada, verificada y sometida para análisis y rediseño de la parte del servicio afectada; los cambios a las especificaciones son adecuadamente planeados, documentados, aprobados, implantados y registrados; los representantes de todas las funciones afectadas por un cambio participan en su determinación y aprueban el cambio; los impactos de cambios son evaluados; los clientes son informados de los cambios de diseño y su impacto en el servicio.

- **Evaluación de la Calidad del Servicio por Parte del Proveedor.**

El control de calidad forma parte integral del proceso e incluye: La medición y verificación de las actividades clave del proceso para evitar tendencias indeseables e insatisfacción del cliente;

una autoinspección a cargo del personal que proporciona el servicio; una evaluación final del proveedor en la interrelación con el cliente para dar al proveedor una perspectiva de la calidad del servicio prestado.

En éste punto sugiero que todos los miembros de cada unidad departamental del organismo se reúnan y se autoevalúen a fin de determinar si se están haciendo las cosas como se planeó o hay que mejorar los procedimientos.

- **Evaluación de la Calidad del Servicio por Parte del Cliente.**

Es la última medición de la calidad del servicio. La reacción del cliente puede ser inmediata, o puede ser posterior y retrospectiva. La evaluación subjetiva será el único factor en la evaluación del cliente del servicio suministrado. Sugiero que el organismo incluso invite al cliente a revisar el proceso de servicio suministrado, mostrar la seguridad en las instalaciones y aceptar críticas constructivas que conlleven a la mejora del servicio.

Conviene que las organizaciones de servicio implanten una evaluación y medición continua de la satisfacción del cliente. Es conveniente que éstas busquen reacciones tanto positivas como negativas y sus efectos probables en negocios futuros.

- **Acciones Correctivas para Servicios no conformes.**

La identificación e informe de servicios no conformes es tarea y responsabilidad de cada individuo de la organización de servicio. Cada esfuerzo se debe dirigir a la identificación de no conformidades potenciales del servicio antes de que los clientes sean afectados.

- **Identificación de no Conformidades y Acciones Correctivas.**

Cuando se detecte alguna no conformidad, se deben tomar acciones para registrarla, analizarla y corregirla. Hay dos etapas en la acción correctiva: la primera, una acción efectiva *inmediata para satisfacer las necesidades* del cliente; y la segunda, una evaluación de la causa raíz de la no conformidad para determinar cualquier acción correctiva necesaria a largo plazo que prevenga la recurrencia del problema. Es importante mencionar que si hubo un mal servicio atribuible a los subcontratistas (por suministrar refacciones poco confiables, o trabajos mal hechos) se debe exigir con todo rigor una mejora en sus procesos de servicio y suministro de refacciones, porque el cliente es primero.

- **Control del Sistema de Medición.**

Los controles incluyen: Habilidades del personal, procedimientos de medición y cualquier modelo analítico o software utilizado para la medición y prueba. El uso, calibración y mantenimiento de todo equipo de medición y prueba utilizado en el suministro o evaluación de los servicios se recomienda sea controlado para dar confianza en las decisiones o acciones, basadas en los datos de las mediciones. Se recomienda que el error en la medición se compare con los requisitos, y se tomen acciones apropiadas cuando los requisitos de precisión y/o desviación no se logran.

- **Métodos Estadísticos.**

Los métodos estadísticos modernos pueden ayudar en la mayoría de los aspectos de recolección y aplicación de datos, ya sea para obtener un mejor entendimiento de las necesidades del cliente, en el control del proceso, estudios de capacidad, pronósticos o mediciones de calidad para auxiliar a la toma de decisiones.

- **Mejoramiento de la Calidad del Servicio.**

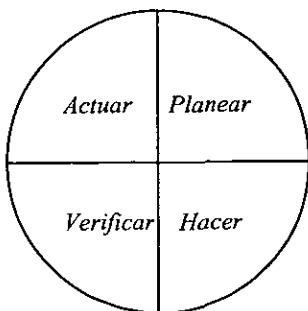
En primer lugar se debe eliminar la demora en los servicios producto del burocratismo, los trámites administrativos prolongados emiten una mala imagen del servicio hacia la población. Es indispensable que exista un programa para la mejora continua de la calidad del servicio, efectividad y eficiencia de la operación completa del servicio, incluyendo un esfuerzo para identificar: la característica que al ser mejorada beneficie más al cliente y a la organización de servicio; cualquier cambio en las necesidades del mercado que puedan afectar el grado de servicio a ser suministrado; cualquier desviación de la calidad del servicio especificado debido a controles ineficientes o insuficientes del sistema de calidad; oportunidades de reducir costos a la vez que mantiene y mejora la calidad del servicio suministrado; la identificación de datos relevantes para su recolección; el análisis de datos y asignación de prioridades de aquellas actividades que tienen el mayor impacto adverso en la calidad del servicio; la retroalimentación de resultados del análisis a la dirección operativa; informar periódicamente a la alta dirección para una revisión de la dirección de las recomendaciones para el mejoramiento de la calidad a largo plazo.

6.5 Círculos de Calidad.

Para tener un mejor desempeño en las actividades que desarrollan las cuadrillas de mantenimiento en la organización se pueden poner en práctica algunas técnicas de mejoramiento de la calidad como el ciclo Deming. Un círculo de control de calidad es un pequeño grupo de personas que desarrolla actividades de control de calidad voluntariamente dentro de un mismo taller. Este pequeño grupo lleva a cabo continuamente como parte de las actividades de control de calidad en toda la empresa autodesarrollo y desarrollo mutuo, control y mejoramiento dentro del taller utilizando técnicas de control de calidad con participación de todos los miembros.

Pueden realizarse círculos de CC individuales, donde cada círculo deberá ocuparse de un tema específico y luego dedicarse a la tarea de resolver los problemas relativos de ese tema, a continuación se sugieren nueve pasos:

1. Escoger un tema (fijar metas).
2. Aclarar las razones por las cuáles se escoge dicho tema.



Planear.- Es la primera etapa del círculo en donde se determinan las metas y objetivos.

Hacer .- Es el punto en el cuál se debe capacitar y educar a los empleados.

Verificar.- En ésta etapa se inspecciona que los objetivos y metas se cumplan.

Actuar .- Se toman acciones correctivas apropiadas.

3. Evaluar la situación actual
4. Análisis (investigación de causas)
5. Establecer medidas correctivas y ponerlas por obra
6. Evaluar los resultados
7. Estandarización, prevención de errores y prevención de su repetición
8. Repaso y reflexión, consideración de los problemas restantes
9. Planeación para el futuro

Estos nueve pasos tienen como propósito facilitar los informes sobre las actividades de CC. Dentro de la DGCOH podrían ser de gran utilidad, sobre todo en las cuadrillas de mantenimiento y del grupo de operadores de todas las plantas de bombeo, para poder entender y resolver de manera eficaz los paros frecuentes de muchos equipos.

Conclusiones

Durante las últimas décadas un considerable número de empresas japonesas y americanas han demostrado que es posible lograr elevados niveles de calidad con costos reducidos, y lo han demostrado con la prueba irrefutable de su creciente competitividad a nivel mundial. Tales resultados han sido posibles gracias a una persistente labor orientada a cuantificar y contraer los costos de "no calidad" que pueden tener no sólo en las actividades de la empresa directamente vinculadas a su producción sino también a todas las demás actividades.

En México muy poco estamos acostumbrados a desarrollar trabajos y proyectos en equipo que sean metódicos y bien disciplinados. La esencia de tales actividades estriba en un cambio radical en la mentalidad del mexicano, que no sólo se busque la producción masiva, sino que se considere en primera instancia la calidad del producto o servicio al cliente y sus actividades cotidianas, sólo así con ése compromiso total de trabajar de manera conjunta y con objetivos muy claros, podremos ponernos al nivel de nuestros socios de libre comercio, en cuanto a productos y servicios se refiere y penetrar aún más en los mercados más competentes del mundo.

Una de éstas prioridades es el mantenimiento. Hay una gran necesidad de mejorar, de mejorar en el mantenimiento industrial, lo que haga o deje de hacer el mantenimiento influye invariablemente en la empresa y no hay que olvidar que un buen mantenimiento de calidad cuesta, pero un mal mantenimiento cuesta mucho más, es por ello que es urgente que los directivos se convenzan de éste grave problema. El mantenimiento es importante y definitivamente influye en la organización, si el mantenimiento mejora, mejora la producción y la calidad, mejoran los costos de fabricación, operación y los servicios.

Dicho lo anterior toda empresa u organismo que quiera mantenerse en un comercio de libre competencia tiene que certificarse bajo un sistema de calidad para garantizar la buena calidad de los productos y servicios que ofrece al cliente.

Bibliografía

- ◆ **Plan Maestro de Mantenimiento.**
Departamento del Distrito Federal
Secretaría de Obras y Servicio
DGCOH Diciembre 1980
p.p. 46

- ◆ **Manual de Bombas 1 y 2**
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica
Departamento del Distrito Federal
Secretaría de Obras y Servicios Septiembre de 1982
p.p. 42

- ◆ **Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales**
Metcalf – Hedí
Editorial Labor S.A.
Segunda Edición
p.p. 837

- ◆ **Manual de Tratamiento de aguas Negras**

Herman E. Hilleboe

Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York

Editorial LIMUSA, México D.F.

P.P. 304

◆ **Bombas su Selección y Aplicación**

Hicks Tyler G.

Editorial CIA. Editorial Continental S.A

Primera Edición

P.P. 530

◆ **Bombas Teoría , Diseño y Aplicación**

Viejo Zubicaray Manuel

Priemera Edición

p.p. 290

◆ **Estudio Técnico de Mantenimiento**

Rojas Olivares Carol Gonzalo

1986 México D.F.

◆ **ISO 9000 Aseguramiento de la Calidad**

Folgar Oscar Francisco

Editorial Ediciones Macchi

Primera Edición 1996

p.p. 340