

33
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CAMPUS ARAGON

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO Y REFRIGERACION DEL HOSPITAL
REGIONAL "LA PERLA" DE LA SECRETARIA DE SALUD**

Tesis:
Que para obtener el título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presenta:
Víctor Hernández Uázquez

San Juan de Aragón Edo. de México, Enero 1996.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

VICTOR HERNANDEZ VAZQUEZ
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 24 de febrero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. ARQUIMEDES SOLIS TELLEZ pueda dirigirse el trabajo de Tesis denominado "DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION DEL HOSPITAL REGIONAL 'LA PERLA' DE LA SECRETARIA DE SALUD", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Mex., 1 de marzo de 1995
EL DIRECTOR

M. en C. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

c c p Unidad Académica.
c c p Jefe de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
c c p Asesor de Tesis.

CCMCAIR/la

DEDICATORIAS

A la memoria de mi hermano

JOSÉ FRANCISCO

Quien hubiera disfrutado mucho
estos momentos de mi graduación.

A mis hermanos:

Enedina

Pablo

Fernando

Ruperto

Lucina

Alberto

Andrés: Por aquellos días difíciles
de nuestra niñez; porque
nos encaminemos a una vida
sin vicios y llena de progresos.

A mis hijos:

Griselda

Armando Salomón

Erasmus de Jesús

Regina Alejandra: Porque su niñez, su juventud y sus
palabras me motivaron a concluir
éste trabajo. Por la tolerancia que
siempre me han tenido.
Con todo mi amor y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por darme la oportunidad
de concluir mi carrera.

A mis padres Adela y Odilón:
Por la vida que me dieron, y porque al
tenerlos todavía me brindaron sin saberlo
la tranquilidad para alcanzar ésta meta.

A mi esposa Cornelia Eufemia:
Porque al no creer en mí, me motivaba a
seguir adelante. Por su amor, paciencia,
comprensión y apoyo que siempre me brinda.

A mis profesores, a mis compañeros y
a todas las personas que contribuyeron
a mi formación profesional.

A mi asesor de tesis:
Ing. Arquímedes Solís Téllez.

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO Y REFRIGERACION DEL HOSPITAL
REGIONAL "LA PERLA" DE LA SECRETARIA DE SALUD**

Objetivos:

- 1 Mantener los equipos de aire acondicionado del hospital La perla en perfectas y continuas condiciones de trabajo durante los 365 días del año.
- 2 Reducir los costos que ocasionaría el cambio total de los equipos.
- 3 Proporcionar una orientación a todas aquellas personas encargadas del mantenimiento de este tipo de equipos instalados en esta unidad.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
CAPITULO I. PRINCIPIOS TEORICOS	
I.1 Mantenimiento, marco conceptual.	2
I.2 Administración y Mantenimiento.	3
I.3 Teoría y tipos de mantenimiento.	9
I.4 Objetivo y ventajas del mantenimiento preventivo.	14
I.5 Descripción y funciones del servicio.	16
I.6 Prevención de accidentes en mantenimiento.	20
CAPITULO II. MANTENIMIENTO ACTUAL	
II.1 Consideraciones preliminares.	21
II.2 Levantamiento físico del equipo.	23
II.3 Repercusiones actuales.	27
CAPITULO III. DISEÑO DEL PROGRAMA	
III.1 Orígenes.	28
III.2 Termodinámica del ciclo de refrigeración.	31
III.3 Sistemas instalados.	45
III.4 Elementos constitutivos.	47
III.5 Programa de mantenimiento preventivo dinámica.	48
III.6 Identificación de problemas de servicio.	60
CAPITULO IV. CONTROL DE ALMACEN	
IV.1 Importancia.	71
IV.2 Sustitución de componentes.	72
IV.3 Clasificación de repuestos.	72
IV.4 Herramental.	74
IV.5 Requerimiento de materiales.	77
IV.6 Control de almacén.	77
IV.7 Inventarios.	78
CAPITULO V. ANALISIS ECONOMICO	
V.1 Prefacio económico.	79
V.2 Elementos de evaluación del mantenimiento preventivo	80
V.3 Costos del mantenimiento.	84
V.4 Análisis económico del mantenimiento preventivo.	87
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION:

En la actualidad los costos de reparación de las máquinas industriales y particularmente de los equipos de aire acondicionado se han incrementado en un índice muy alto, ya que estas abarcan cuatro áreas de conocimiento específicas e importantes como lo son la termodinámica, la transferencia de calor, la mecánica de fluidos y la electricidad pero últimamente también la electrónica. Se sabe que en muchos casos se diseñan proyectos y se realizan el montaje e instalaciones, quedando funcionales, pero a falta de un programa apropiado de mantenimiento y del personal calificado para tal fin los equipos se van deteriorando paulatinamente hasta llegar al punto de quedar inservibles, siendo necesario y más económico cambiarlo totalmente por uno nuevo que repararlo.

Algunos de los Hospitales del Area Metropolitana cuentan con equipos e instalaciones destinadas al acondicionamiento de aire en zonas de mayor importancia.

Estos equipos requieren un mantenimiento adecuado y oportuno que garantice un funcionamiento eficiente con un mínimo de fatiga.

El presente trabajo está orientado en forma general a los equipos de aire acondicionado y refrigeración, y en particular al instalado en el Hospital General "La Perla" de Ciudad Nezahualcóyotl de la Secretaría de Salud, ubicado en calle Poniente 25 esquina con Cedros Col. La Perla.

PRINCIPIOS TEORICOS

1.1 MANTENIMIENTO, MARCO CONCEPTUAL.

Mantenimiento, es una palabra compuesta por trece fonemas, siendo cada uno de estos, las letras que la componen, así mismo posee dos partes principales; el lexema **MANTEN** que tiene sus raíces etimológicas en el verbo transitivo **mantener**, que significa conservar una cosa en su ser, darle vida y permanencia; y el gramema **MIENTO** que es la parte significativa y variable del verbo que quiere decir - lugar donde -.

Como sinónimo se menciona la palabra **CONSERVAR** que viene del latín **conservare**: de **cum** = con, y de **servare** = guardar; verbo transitivo que significa: mantener una cosa y cuidar de su existencia.

En consecuencia **MANTENIMIENTO** industrialmente hablando es "la acción y efecto del conjunto de actividades con el fin de conservar y mantener en óptimas condiciones de uso y servicio las unidades e instalaciones y equipos de una empresa, para incrementar su productividad y rendimiento, realizado en un lugar determinado en un mínimo de tiempo y al más bajo costo".

Por antecedentes históricos se sabe que cuando surgieron las primeras máquinas "primitivas" los mecánicos las trabajaban con sistemas muy rudimentarios de mantenimiento; imaginando a estas personas con una gran fuerza y anchas espaldas pero con muy poco conocimiento técnico y dedicando un mínimo de tiempo para su mantenimiento.

Al inicio de este siglo, éste tipo de servicio a las máquinas prevaleció en algunas instituciones públicas y privadas. Pero al finalizar la segunda guerra mundial,

hubo algunos cambios en la actitud general hacia el mantenimiento, excepto en la industria del transporte, ya que esta se vio obligada a programar el mantenimiento de sus unidades motorizadas. Para tal fin, fue desarrollada y utilizada la "técnica de evaluación y revisión de programas" (PERT), por la oficina de proyectos especiales de marina de los Estados Unidos de Norteamérica en 1958.

Ahora, en el último lustro del siglo XX, en la industria moderna, abundan las máquinas automáticas, semiautomáticas, los procesos de precisión, las complejas redes de cableado, los dispositivos electrónicos, los accionamientos hidroneumáticos, los controles y dispositivos sofisticados de inspección, las unidades de acondicionamiento y refrigeración y los sistemas de filtración de aire entre otros muchos.

Por estas razones hoy en día en la mayoría de los departamentos de mantenimiento de importancia, tienen como mínimo un especialista calificado por área y muy principalmente en las unidades hospitalarias, donde la finalidad de éstas, es la conservación y mantenimiento de la vida del paciente de cualquier nivel social.

1.2 ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO.

El organigrama de la figura 1.1, muestra la estructura administrativa del Hospital La Perla, en él se observa que existen dos subdirecciones, la médica y la administrativa, ambas en el mismo nivel jerárquico. El subdirector médico atiende al cuerpo médico y paramédico que brinda atención directa al paciente. El subdirector administrativo es el que dirige y coordina al personal de los departamentos de las áreas afines del hospital, en relación al cuidado, mantenimiento, suministro de recursos y el aspecto presupuestal. Mantenimiento pertenece a la subdirección administrativa y ocupa el tercer lugar de importancia en de la división de servicios generales; esta estructura no refleja su gran importancia, ya que si éste departamento no suministra energía eléctrica, vapor o agua principalmente, todos los demás servicios de atención al público se cerrarían.

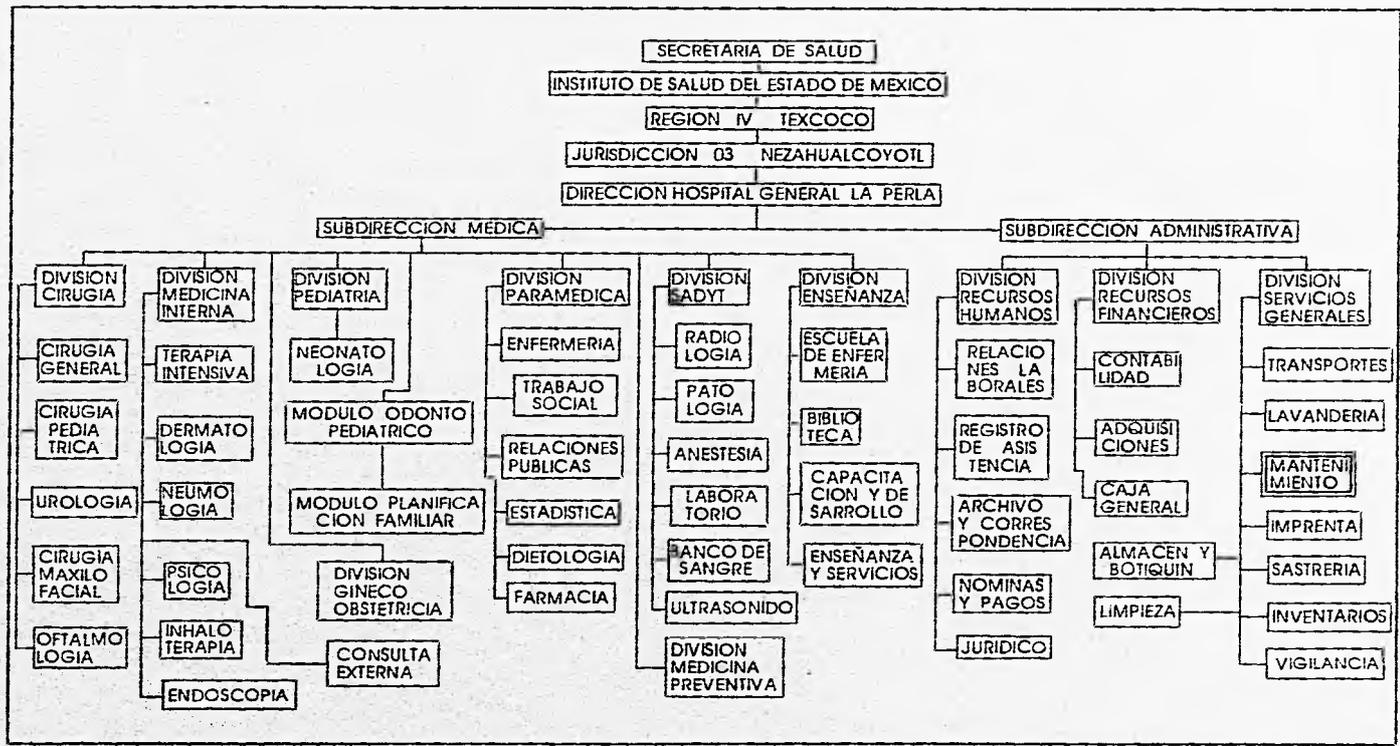


Fig. 1.1 Organigrama que muestra la estructura y organización del Hospital Regional "La Perla" de Ciudad Nezahualcóyotl, México.

Por lo tanto la trascendencia de mantenimiento, implica el establecimiento responsable de los objetivos, políticas generales y funciones aplicables a todos los servicios del nosocomio, estos conceptos se definen como sigue:

OBJETIVOS:

- Mantener en operación continua, confiable, segura y económica los inmuebles e instalaciones y equipos con que cuenta el hospital para el otorgamiento de los servicios de salud.

POLITICAS GENERALES:

- La directora es la responsable del mantenimiento y operación del hospital, esta responsabilidad la comparte con el jefe de mantenimiento, aunado a esto le delega también la autoridad sobre el personal de la oficina.
- La directora del hospital tiene la responsabilidad de proveer ininterrumpidamente de todos los recursos necesarios para su buen funcionamiento.
- El mantenimiento y conservación se realizará fundamentalmente por medio del sistema de mantenimiento preventivo.
- Los reportes de anomalías y solicitudes de servicio de conservación, deberán ser canalizados directamente al jefe de mantenimiento por los conductos y personas que autorice la directora.
- La directora establecerá la coordinación necesaria y los medios para obtenerla entre los servicios de conservación y el resto de los servicios del hospital.
- El departamento de mantenimiento proporcionará mensualmente las informes y evaluaciones del servicio a la directora y a la oficina de estadística.

FUNCIONES APPLICABLES:

- Las funciones de mantenimiento residen en la selección, instalación, operación y conservación de los equipos, para transmitir, aplicar y controlar la energía

mecánica y eléctrica a de algún otro tipo usada en su operación; otras de sus funciones son la obtención y uso de los repuestos y herramientas necesarias para este fin.

La función de mantenimiento es importante en proporción directa de los siguientes factores:

- Nivel de riesgo: son las pérdidas que ocasionaría un equipo si éste estuviera parado.
- Nivel de especialidad: es el grado de conocimiento que el técnico pudiera tener para reparar el equipo.
- Volumen: es la cantidad de horas-hombre que se necesita para proporcionar un mantenimiento económico.

Estas funciones se basan principalmente en la plantilla del personal de mantenimiento enfocada a las necesidades hospitalarias del servicio, hacia máquinas, equipos, instalaciones y obra civil.

Para alcanzar estas tres puntas se requiere de los siguientes recursos necesarios para el mantenimiento del hospital:

RECURSOS HUMANOS: es el elemento más importante dentro de esta institución, es indispensable para que ésta exista como tal, para su selección se incluyen factores como escolaridad, experiencia, capacidad, responsabilidad etc., para asignar puestos desde director, jefes, supervisores, técnicos de departamento y hasta el último empleado en el escalafón, ya que cada uno tiene sus actividades específicas e importantes que se entrelazan de diversas maneras dentro de este sistema de servicios.

RECURSOS FINANCIEROS: se refiere a obtener los recursos económicos para efectuar el mantenimiento, su obtención dependerá de la habilidad del subdirector administrativo y de las necesidades del servicio a la maquinaria.

RECURSOS MATERIALES: son diferentes repuestos del equipo, indispensables para el logro de los objetivos de la función de mantenimiento, sus beneficios dependen de la oportunidad de abastecimiento y la calidad en sus

propiedades físicas. Y

RECURSOS DE INFORMACION: tienen especial importancia, de ella dependerá la facilidad de implantar el mantenimiento preventivo y la reparación pronta y sin complicaciones de alguna falla imprevista.

CAPTACION DE ANOMALIAS:

Esta captación de anomalías y necesidades de conservación en su mayor parte la realizará la oficina de mantenimiento por medio de un sistema de programación y revisión que se llevará al cabo por su personal, pero será indispensable que todos los reportes y solicitudes de servicio de otros departamentos se canalicen precisamente a través de su oficina y que no se tramiten dichas solicitudes directamente al personal de mantenimiento, ya que el ingeniero y su auxiliar administrativo deben ser los responsables de saber qué rutinas de trabajo tiene cada empleado, cuanto tiempo se llevará en realizarlas, quien lo debe realizar y cuales solicitudes tienen prioridad con respecto a otras.

Quienes deberán reportar o solicitar servicios de mantenimiento correctivo, preventivo y/o conservación captadas por ellos mismos o por su personal son:

- La Directora.
- Los Subdirectores Médico y Administrativo.
- Los Jefes de servicio Médico y Paramédico.
- El Jefe de los Servicios Generales.
- La Jefa y Supervisoras de enfermería.
- El Jefe de Intendencia.

El organigrama de mantenimiento (fig.1.2), fija la acción y responsabilidad de cada trabajador, además muestra las relaciones de mando del personal e indica que la autoridad máxima del departamento la posee el jefe, quien es el responsable de la organización del personal, la orientación, la planeación de los sistemas y procedimientos del trabajo y todo lo relacionado con éste.

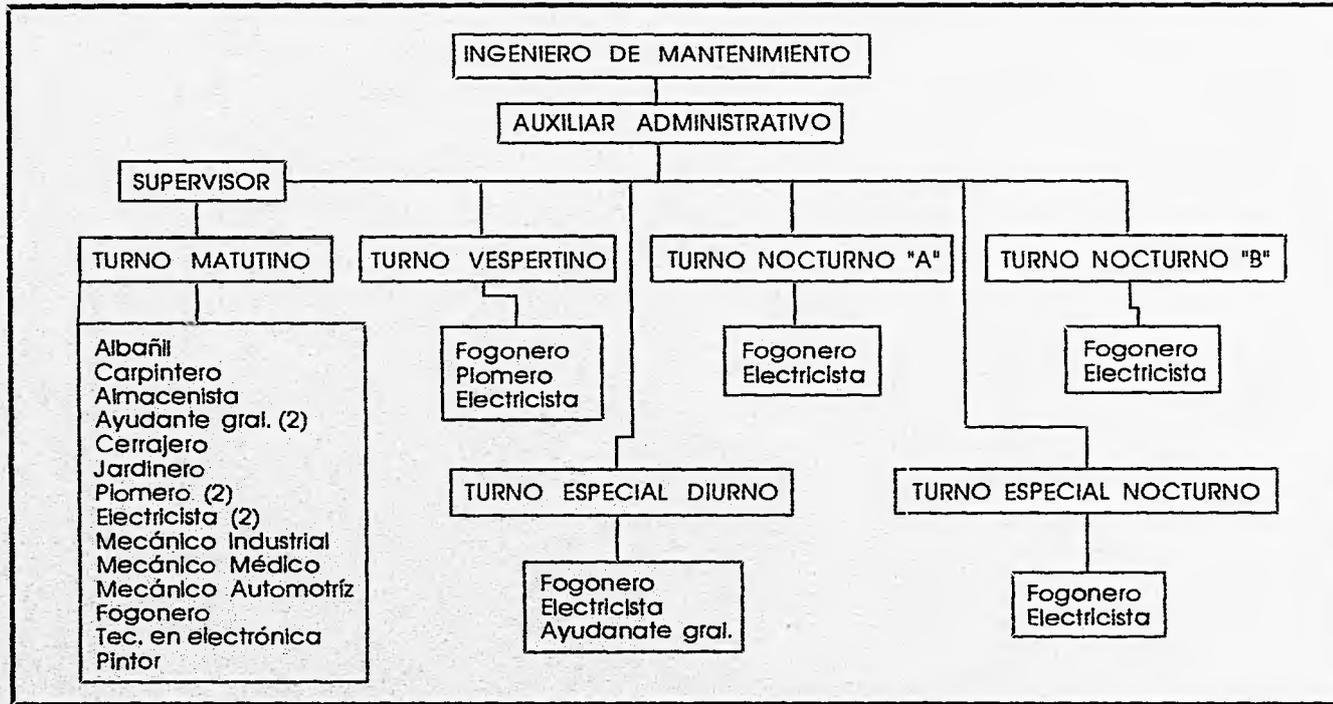


Fig. 1.2 Organización Interna de Mantenimiento.

Por el ámbito en que se desenvuelven estos trabajadores, nivel de estudio y su antigüedad en el trabajo se considerará personal calificado en su área, a aquellos empleados que cubran el perfil requerido por la Secretaría de Salud.

El haber logrado la planeación y programación del trabajo, permite dar un paso firme hacia la meta fijada, se optimizan recursos en el menor tiempo y al costo más bajo, con la finalidad de que la autoevaluación y control de actividades sea de un alto índice de eficiencia.

1.3 TEORIA Y TIPOS DE MANTENIMIENTO.

El establecimiento de un método de ingeniería de mantenimiento que asegure la disposición de máquinas, equipos, edificios y servicios que se requieran en esta Institución, es indispensable; las políticas existentes para este fin se mencionan a continuación.

POLITICAS DE MANTENIMIENTO;

1. BASADA EN EL TIEMPO:

Dar mantenimiento preventivo cada determinado lapso de tiempo. Por ejemplo cada lunes, cada día 3 de mes, cada dos meses etc., la frecuencia dependerá del trabajo, riesgo e importancia del equipo.

2. BASADA EN TRABAJO:

Este tipo de mantenimiento preventivo radica principalmente en los procesos de producción, y se aplicará después de haber producido un número determinado de piezas o de trabajo.

3. BASADA EN LA OPORTUNIDAD:

Esta política desecha por completo el mantenimiento preventivo, ya que puede pasar bastante tiempo y generar demasiada producción, antes de que quede fuera de programa y sólo hasta entonces darle mantenimiento

que no sólo será preventivo sino también correctivo.

4. BASADA EN UNA CONDICION:

Reparar cuando el parámetro A este en el nivel P. Por ejemplo un compresor que trabaja con gases tóxicas, no se le puede dar servicio sin tomar ciertas precauciones; como el haber evacuado todo el sistema antes de iniciar las trabajos.

5. BASADA EN EMERGENCIAS:

Considera que el equipo debe operar hasta que se presente una falla que na permita trabajar al equipo y sólo hasta ese momento dar mantenimiento, que necesariamente será correctivo.

Aunque descritas separadamente, estas diferentes políticas pueden combinarse o coincidir según el plan de trabajo a establecer. Su elección debe hacerse con objetividad, con lo que se subraya la necesidad de una buena recopilación y análisis de datos estadísticos.

CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO

La principal clasificación del mantenimiento es:

- A) CORRECTIVO**
- B) PREVENTIVO**
- C) PREDICTIVO**

A) MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Es el sistema de mantenimiento que más se ha utilizado; es el conjunto de operaciones que tiene como objetivo corregir o eliminar la causa de que una máquina o equipo este fuera de operación durante el tiempo productiva, es realizado después de la falla y por tanto fuera de programa, la ejecución

inmediata es de suma importancia. Entendiéndose por falla, la incapacidad para producir trabajo en forma apropiada, y no simplemente como la incapacidad para producir. Así, de un equipo que se deteriora y por consecuencia produce trabajo de muy baja calidad, o a un costo demasiado elevado, se dice que esta fallando.

Al trabajo que se realiza después de la falla se le llama mantenimiento correctivo, trabajo de reparación restauración o de emergencia. En ocasiones el trabajo de mantenimiento puede realizarse aunque un equipo haya fallado pero continúa produciendo. Al llegar la falla implica la posibilidad de haber afectado otros elementos del conjunto. El empleo de mantenimiento correctivo, origina cargas de trabajo incontroiables, que causan actividad intensa y lapsos sin trabajo, cuando las necesidades son urgentes, obliga al pago de horas extras, no se controla la productividad, se interrumpen los servicios con gran frecuencia, hay necesidad de comprar todos los repuestos en un momento dado.

La forma de aplicar este tipo de mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocaron la falla, pues se ignora si falló por maltrato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, o por desgaste natural.

El último párrafo hace ver claramente que no sólo las máquinas están sujetas a fallas, desgaste y obsolescencia, sino también el factor humano. Por tal motivo en la tabla "A" se presenta una analogía "hombre - máquina".

B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Fue en 1930 cuando se mostraron los primeros indicios de este otro sistema de mantenimiento. Es tan bien aceptado que el concepto se reconoce por las siglas M.P. Su característica principal radica en realizar todas aquellas actividades de mantenimiento con la línea o máquina en operación, o que puedan ser programadas para un paro, sin causar durante ese lapso demoras.

ANALOGIA

SALUD DEL HOMBRE		SALUD - MAQUINA	
	Nacimiento	Puesta en servicio	
Conocimiento del hombre.			Conocimiento de la Tecnología
Conocimiento de las enfermedades.	Longevidad	Durabilidad	Conocimiento de los tipos de fallas.
Carnet de salud			Historia
Dossier del médico.	Buena salud	Fiabilidad	Dossier máquina
Diagnóstico, examen, visitas.			Diagnóstico, prueba, inspección.
Conocimiento de los tratamientos			Conocimiento de las acciones curativas.
Tratamiento curativo.			Arreglo, reparación.
Operación.			Renovación, modernización.
	Muerte	Rechazo	

TABLA "A"

MONCHY., Teoría y práctica del mantenimiento industrial, Masson S.A. España 1990.

disminución o baja calidad en la producción, además que no propicie una reparación de mayor gravedad en el equipo. El M.P. se emplea para reducir la frecuencia y la magnitud de las reparaciones mayores. Un buen programa de M.P. puede hacer más lento el desgaste, pero no lo elimina.

Se lleva al cabo por medio de inspecciones periódicas, cuya finalidad es reducir al mínimo las interrupciones y una depreciación excesiva del equipo.

Se le llama inspección a la actividad que consiste en examinar el equipo e instalaciones con el objeto de detectar una posible falla declarada; éstas se dividen en ligeras y profundas. Para las primeras, sólo se utilizan los sentidos naturales como: oídos, vista, tacto y olfato. Para las segundas se requiere de equipos sofisticados, costosos y en algunas ocasiones complicados para su operación y análisis; ejemplos de estos son los Rayos 'X', el analizador de vibraciones, analizador de elementos térmicos, etc.

En el M.P. las actividades básicas son las inspecciones que al especificar el trabajo detallado que se va a realizar recibe el nombre de rutinas, son del tipo eléctrico, mecánico, hidráulico, neumático y en algunos casos también se dan las rutinas electrónicas. Cuando el M.P. explica también las actividades a realizar como consecuencia de una rutina, recibe el nombre de mantenimiento calendarizado.

Este mantenimiento requiere para ser efectuado, un alto grado de conocimientos y de experiencia, para determinar las causas de las fallas repetitivas o tiempos de operación seguro de algunos componentes, o bien se llega a conocer puntos débiles de instalaciones, equipos y máquinas.

Para ponerlo en práctica, se prepara un plan de trabajo que abarque por lo menos doce meses, de tal forma que ninguna sección de mantenimiento quede sobrecargada ni descubierta.

C) MANTENIMIENTO PREDICTIVO:

El mantenimiento predictivo es más bien una filosofía que un método de trabajo, se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, usando para ello la aplicación de diversas técnicas para diagnosticar su existencia.

Estas técnicas se ubican en dos grandes grupos: la primera y natural es la experiencia, el mecánico experimentado que detecta una gota de aceite de una caja de engranes y la palpa entre sus dedos, o el que revisa con la mano que tan caliente está una chumacera o un motor eléctrico, que tan desalineado está un acoplamiento, una excesiva acumulación de rebabas en una trampa magnética colocada en una caja de engranes, está haciendo mantenimiento predictivo; todo esto para dar tiempo a corregirla en forma programada sin perjuicio de los servicios.

La segunda técnica es el uso de instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas. Como ejemplo del enorme desarrollo de mantenimiento predictivo surgieron entre 1960 y 1974, más de 372 instrumentos y sistemas de diagnóstico básicamente nuevos, como los mencionados en inspecciones profundas. En la figura 1.4 se observa el desarrollo de la clasificación del mantenimiento.

Otro aspecto importante es la obtención de información más completa que se pueda usar para tomar decisiones, y permita el afinamiento de las técnicas usadas en el mantenimiento preventivo, considerando las condiciones del equipo en turno.

1.4 OBJETIVO Y VENTAJAS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El objetivo de un programa de M.P. es el de maximizar la capacidad productiva de los equipos y de los servicios, manteniéndose mínimos los gastos de mano de obra y materiales de mantenimiento, gastos administrativos, pérdidas originadas por fallas de equipo y diferentes costos fijos de capital.

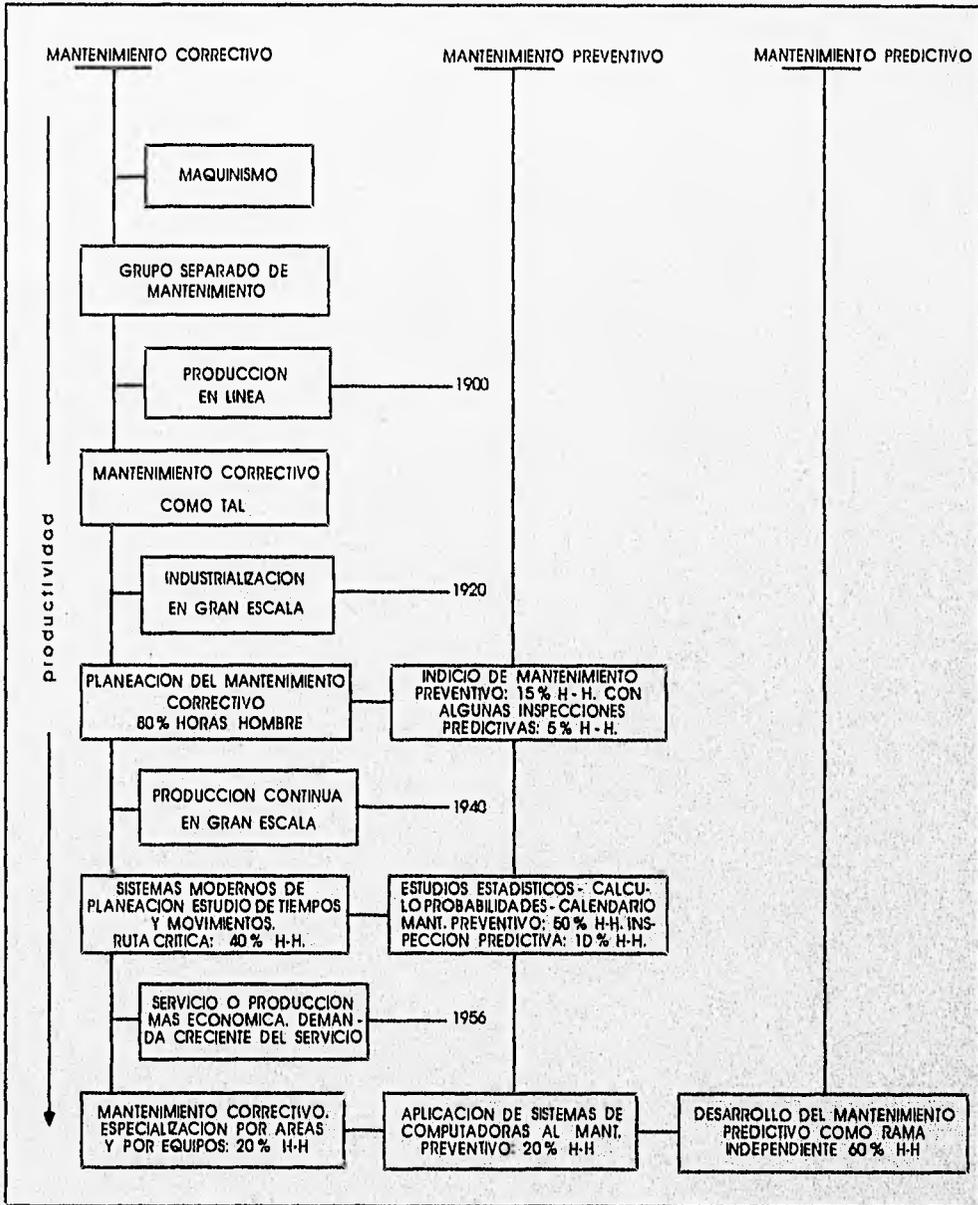


Fig. 1. 4 Desarrollo del Mantenimiento.

El objetivo, tendrá dos bases principales: el concepto técnico con el que se llegará al objetivo inmediato y el económico con el que se llegará al objetivo básico.

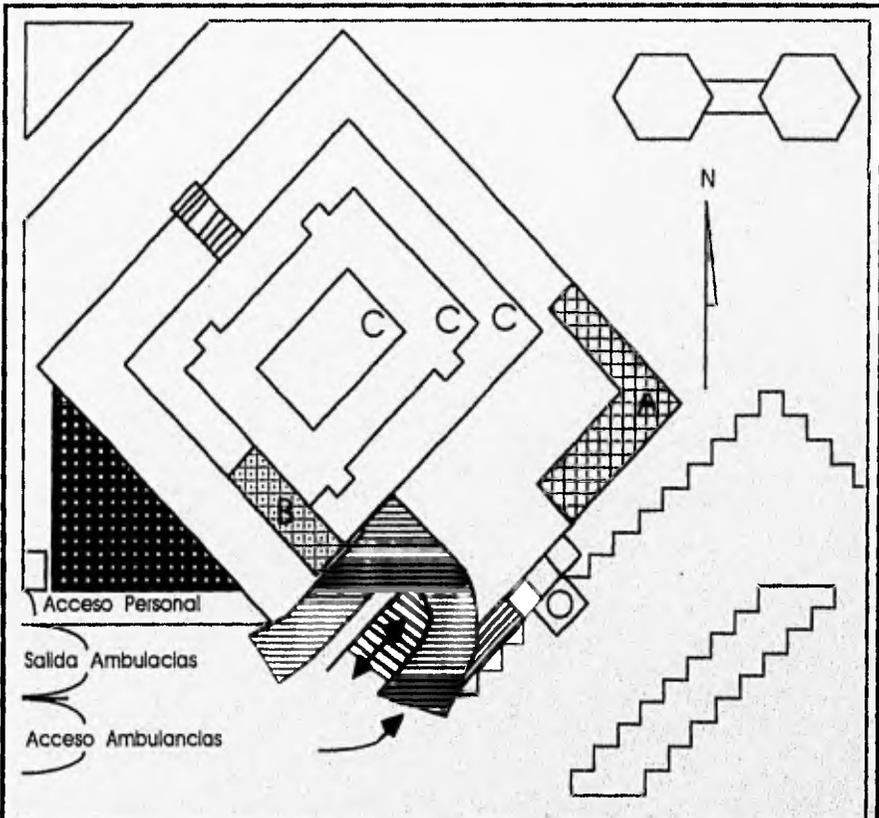
El M.P. puede desarrollarse desde no permitir descomposturas en ninguno de los equipos y la concepción de seguir operando el equipo hasta que falle para aplicar mantenimiento correctivo.

A continuación se describen algunas de las ventajas del M.P.:

- **ESTADISTICAS.-** Proporcionan un historial de maquinaria y equipo, así como de las reparaciones efectuadas, con lo que podemos estimar el período de falla; permite tener un presupuesto muy aproximado del mantenimiento real y partes de reemplazo en almacenes que podría ocasionar un paro mayor.
- **CONFIABILIDAD.-** Las propiedades físicas sujetas a mantenimiento, operan en mejores condiciones de seguridad, puesto que se conoce mejor su estado físico y sus condiciones de funcionamiento.
- **DISMINUCION DE TIEMPO MUERTO.-** El tiempo que los equipos e instalaciones de la institución permanecen fuera de servicio llega a ser menor cuando se aplica M.P. en comparación con el mantenimiento correctivo. Los equipos e instalaciones sujetos a M.P. tendrán una vida útil considerablemente mayor.
- **DISMINUCION DE LAS EXISTENCIAS EN ALMACÉN.-** Se reduce la inversión pasiva en los materiales y repuestos nuevos almacenados, empleando el sistema de M.P., ya que se determina en forma más precisa su consumo.

1.5 DESCRIPCION Y FUNCIONES DEL SERVICIO.

La integración actual del servicio de mantenimiento del Hospital, se ubica en tres áreas principales, las cuales muestra gráficamente la figura 1.5.



			Azotea
UNAM	ENEP	ARAGON	5º
fig. I. 6	AREAS DE MANTENIMIENTO		4º
carrera I.M.E.	HOSPITAL LA PERLA		3º
dibujo: V.H.V.	fecha: 9-1-96	revisó: A.S.T.	2º
			1º
			PB
			Sótano

Nota: Sin escala

- A) Talleres, Administración y Almacenes.
- B) Máquinas Térmicas, Fluidos y Fuerza.
- C) Equipos Periféricos.

A) Area de Talleres, Administración y Almacenes.- Estos tres componentes del departamento, se localizan en la zona conocida como Patio Inglés; consta de tres talleres generales, la oficina de mantenimiento y el almacén de repuestos nuevos y usados.

B) Area de máquinas térmicas, fluidos y fuerza.- (fig.I.6) Es la más completa, su distribución indica su complejidad; su análisis está fuera del objetivo de este trabajo.

C) Area de equipos periféricos.- Se compone por todos aquellos equipos que de alguna manera influyen en el ejercicio diario del Hospital, como son:

- Elevadores.
- Esterilizadores.
- Equipos de:
 - Cocina.
 - Oficina.
 - Rayos 'X'.
 - Lavandería.
 - Laboratorio.
 - Incineración.
 - Médico - Quirúrgico.
 - Aire Acondicionado y Refrigeración.**

La mayoría de estos equipos requieren ser atendidos por técnicos especializados en el área; aquí no se analizarán todos ellos, sólo se centrará la atención en los equipos de Aire Acondicionado y Refrigeración. Su ubicación se

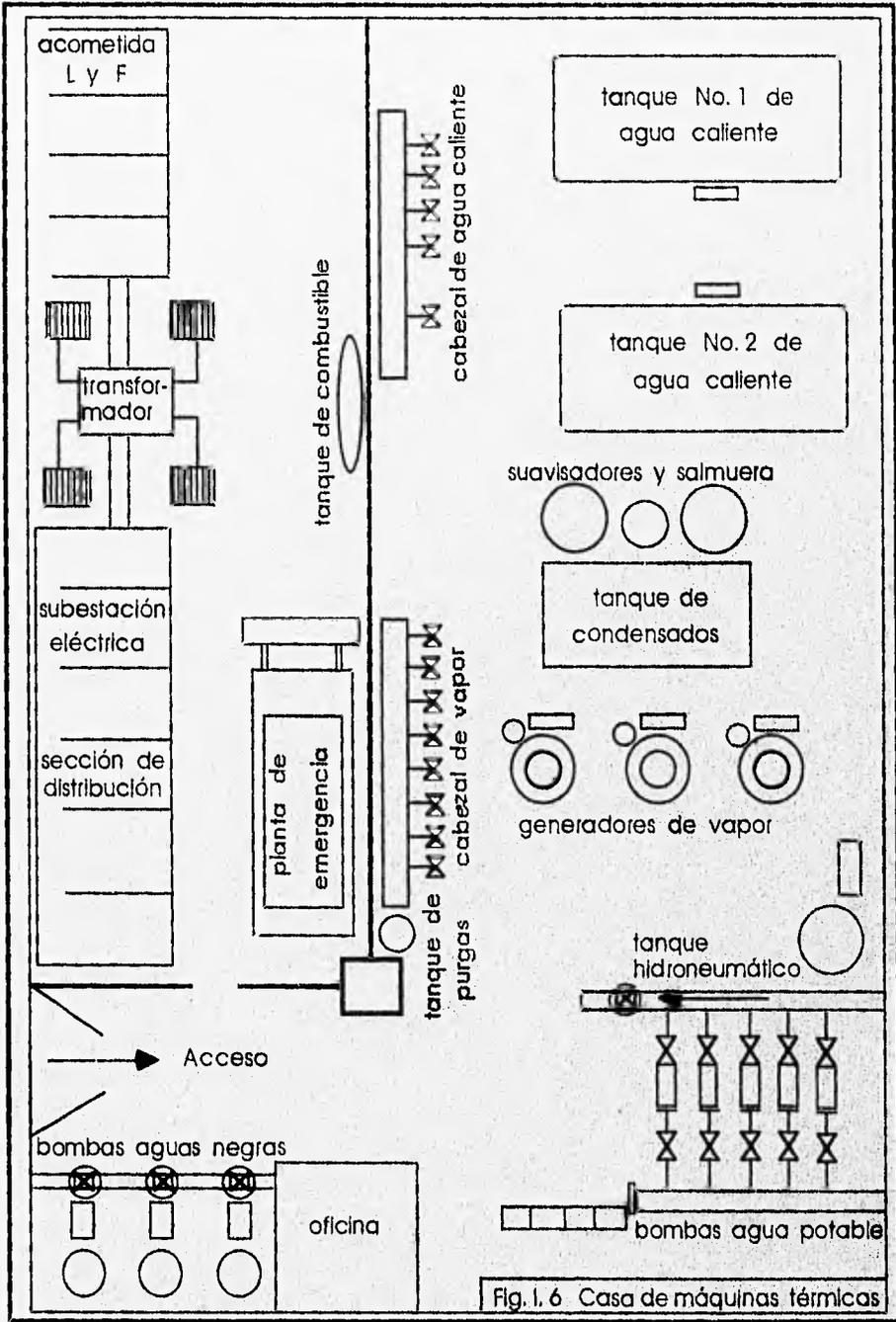


Fig. 1. 6 Casa de máquinas térmicas

observa en los ocho niveles del área C, de la figura 5. En ella también se encuentra la ubicación de las áreas A y B.

1.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.

Dado la naturaleza del trabajo del personal de mantenimiento, es en esta área sin menosprecio de otras, en donde hay más riesgo de tener accidentes de trabajo, debido a este detalle es necesario crear conciencia adecuada en el personal para prevenir accidentes, precaución que debe ser extrema. El personal, en el desarrollo de cualquiera de sus actividades en mantenimiento, debe usar apropiado equipo de protección personal, y adoptar algunas medidas que prevengan los accidentes al estar trabajando en sus labores cotidianas.

En lo concerniente a equipo de protección individual se enlistan los siguientes artículos de uso común:

- Casco contra golpes y/o dieléctrico.
- Anteojos de seguridad, caretas y/o protectores faciales.
- Orejeras y/o protectores auditivos.
- Mascarillas respiratorias contra atmósferas tóxicas.
- Peto y/o mandiles protectores.
- Uniformes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Faja.
- Guantes, etc.

De las labores de inspección rutinaria, emanadas de los planes de M.P., le permitirán a éste departamento cooperar en gran parte con las actividades de La Comisión Mixta de Seguridad e Higiene. De las mismas inspecciones rutinarias es factible determinar el estado y colocación de los elementos de protección y elementos análogos tendientes a evitar accidentes en el trabajo.

MANTENIMIENTO ACTUAL

II.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

Cuando se inauguró el Hospital General La Perla, en el año de 1974 y aproximadamente hasta el año de 1984, el mantenimiento proporcionado a los equipos de aire acondicionado y refrigeración, sólo consistió en programarles visitas e inspecciones superficiales de conservación, sólo que había lapsos de tiempo muy largos entre una y otra visita, ya que todos los equipos eran completamente nuevos y no requerían un mantenimiento riguroso.

Cada grupo de los equipos mencionados en el punto 1.5 contaba con una bitácora donde se anotaban los pormenores de los servicios realizadas. Se contó con personal altamente calificado para ello, pues se contrató a trabajadores provenientes de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria de la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Con la depreciación de los equipos, y a partir de 1985, se vino en decadencia la regular atención que se les daba a estos equipos, provocada por el segundo cambio de autoridades, la renuncia de los técnicos calificados, y por desconocimiento técnico del nuevo personal contratado, trayendo como consecuencia el abandono casi total.

La utilización de la técnica de ensayo y error utilizada por los 6 últimos jefes de Mantenimiento utilizada por sus nulos conocimientos en el área, sólo ayudó a deteriorar más los ya desgastados equipos.

Finalmente de 1992 a la fecha, el tipo de mantenimiento que se les da es totalmente correctivo, ya que se contratan los servicios de una empresa particular cuando algún equipo de refrigeración falla completamente.

En lo que se refiere a los equipos de aire acondicionado, en la actualidad están en completo abandono, ya que sólo una vez al año se les hace una inspección superficial y esto no es suficiente para contrarrestar las pésimas condiciones en que se encuentran, y por lo tanto no están funcionando en la actualidad.

A pesar de que algunos equipos se encuentran a la intemperie por requerimiento inalienable de su función, existe la seguridad de que aplicando un mantenimiento correctivo primero y un M. exhaustivo después, quedarán en óptimas condiciones de trabajo.

Un levantamiento físico actualizado de los equipos y sistemas que motivó el presente trabajo es el que se presenta en el siguiente apartado.

II.2 LEVANTAMIENTO FISICO DE EQUIPOS.

EQUIPOS DE VENTILACION Y EXTRACCION DE AIRE.

No.	MARCA	MODELO	SERIE	SERVICIO	UBICACION	ZONA	HP	VOLTS	FASES	AMP.	RPM
95	I E M	330 ABD	72170861	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	ADMON.	3	220	3	9.4	1464
96	I E M	AHH106LF	27090002	VENTILACION	TERRAZA 1º P	ADMISION	1.5	220	3	6	1720
97	I E M	AHH214LF	27090001	VENTILACION	TERRAZA 1º P	COC. GENERAL	5	220	3	14	1722
98	FLAKT	AHH214LF	361462	VENTILACION	TERRAZA 1º P	LAVANDERIA	5	220	3	14	1722
100	ARMEE	AFA 1	726497	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	LABORATORIO	1/3	110	1	0.5	1200
101	I E M	AHH102LF	27080001	VENTILACION	TERRAZA 1º P	RAYOS X	1	220	3	4.5	1500
102	I E M	AHH108LF	27080002	VENTILACION	TERRAZA 1º P	RAYOS X	1.5	220	3	5.2	1720
103	ARMEE	245 ABT	7216497	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	CONSULTORIOS	1.5	220	3	5.2	1720
104	ARMEE	300 ABC	7217086	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	ARCHIVO	3	220	3	7.8	1520
105	ARMEE	245 ABD	7216497	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	PATOLOGIA	2	220	3	5.8	1300
106	ARMEE	165 ABD	7216497	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	ARCHIVO	2	220	3	4.7	1250
107	ARMEE	200 ABD	7216497	EXTRACCION	TERRAZA 1º P	LAVANDERIA	2	220	3	4.7	1250
162	ARMEE	182 ABF	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 6º P	UROLOGIA	2	220	3	4.7	1250
163	ARMEE	200 ABF	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 6º P	COC. GENERAL	2	220	3	4.7	1250
164	FLAKT	S / MOD	S / SERIE	VENTILACION	AZOTEA 7º P	CEYE	3.5	220	3	11.2	1400
165	ARMEE	135 ABC	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	COC. 4º P	1/2	110	1	6.8	1725
167	ARMEE	165 ABD	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	COC. 2º,3º P	1/2	220	3	4.2	1125
168	ARMEE	122 ABD	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	COC. 1º P	1/2	110	1	5.6	1725
169	ARMEE	182 ABD	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	OFICINA 5º P	1/2	220	3	4.2	1125
170	I E M	AHH106LF	2709001	VENTILACION	AZOTEA 7º P	PASILLOS 5º P	1.5	220	3	5.8	1740
171	ARMEE	182 ABC	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	PASILLOS 5º P	1/2	220	1	6.4	1425
172	ARMEE	172 ABC	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	LABOR	1/2	110	1	6.8	1425
173	ARMEE	172 ABA	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	LABOR	3/4	220	3	3.2	1725
174	ARMEE	165 ABD	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	QUIROFANOS	3/4	220	3	3.2	1725
175	ARMEE	165 ABB	7216497	EXTRACCION	AZOTEA 7º P	EXPULSION	3/4	220	3	3.2	1725

Nota: Todos los equipos son de tipo axial y utilizan 60 hz.

EQUIPO DE REFRIGERACION

No.	MARCA	MODELO	SERIE	COMPRESOR	TIPO	A.E.	A.C.	D.EXP.	UBICACION	Z. ACOND.	C.P.	AMP
5	I E M	1300 L	25041525	KELVINATOR	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	LABORAT.	BACTER.	1/8	2.5
8	GESAMEX	135 F	224501	TECUMSE	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	S. PUBLICA	INMUNIZAC.	1/8	2.5
21	GESAMEX	CP 3446	J 83	GILBERT T3	ABIERTO	FOR	FOR	V.EXP.	SOTANO	PATOLOGIA	3/4	9.5
22	GESAMEX	CP 3446	J 84	GILBERT T3	ABIERTO	FOR	FOR	V.EXP.	SOTANO	PATOLOGIA	3/4	9.5
23	M A B E	1082 B	EI 1535	GESAMEX	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	SOTANO	PATOLOGIA	1/8	2.5
39	GESAMEX	GA 75	332599	GILBERT	ABIERTO	NAT	FOR	V.EXP.	SOTANO	SAL.PUBLICA	3/4	9.5
47	GESAMEX	A5701AT	610996	KELVINATOR	HERMETICO	FOR	FOR	T.CAP.	SOTANO	C. CENTRAL	1/4	5
48	KELVINATOR	H 2428	1075019	KELVINATOR	HERMETICO	FOR	FOR	T.CAP.	SOTANO	C. CENTRAL	1/4	5
49	KELVINATOR	243335	107501	KELVINATOR	HERMETICO	FOR	FOR	T.CAP.	SOTANO	ALM.VIVERES	1/4	5
50	GESAMEX	GA 75	32148	GILBERT T	ABIERTO	FOR	FOR	V.EXP.	SOTANO	ALM.VIVERES	3/4	9.5
51	ASEA	MM90B4	NR8237	GILBERT T4	ABIERTO	FOR	FOR	V.EXP.	SOTANO	ALM.VIVERES	2 *	3.5
55	KELVINATOR	140 D	81408	KELVINATOR	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	LABORAT.	BACTER.	1/8	2.5
56	GESAMEX	RS 2	781266	TECUMSE	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	SOTANO	COMEDOR	1/8	2.5
66	KELVINATOR	105657	S 0083	KELVINATOR	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	P. BAJA	LABORAT.	1/8	2.5
67	GESAMEX	C515D	72708	TECUMSE	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	P. BAJA	LABORAT.	1/8	2.5
79	KELVINATOR	115 D	72690	KELVINATOR	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	S. PUBLICA	S. PUBLICA	1/8	2.5
90	GILVERT	B 78	2524	GESAMEX	ABIERTO	FOR	FOR	V.EXP.	1º PISO	B. LECHE	3/4	9.5
93	KELVINATOR	C15D	72641	KELVINATOR	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	1º PISO	COCINETA	1/8	2.5
117	KELVINATOR	313440	107509	KELVINATOR	HERMETICO	FOR	FOR	T.CAP.	SOTANO	B. SANGRE	1/3	4.5
118	KELVINATOR	313440	1075022	KELVINATOR	HERMETICO	FOR	FOR	T.CAP.	SOTANO	B. SANGRE	1/3	4.5
119	GESAMEX	820	1609513	GESAMEX	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	2º PISO	COCINETA	1/8	2.5
120	GESAMEX	ULT223	DP5353	GESAMEX	HERMETICO	FOR	FOR	T.CAP.	SOTANO	B. SANGRE	1/4	5
121	GESAMEX	C115D	72638	GESAMEX	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	3º PISO	COCINETA	1/8	2.5
137	KELVINATOR	C140D	294261	COMITSU	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	5º PISO	T. INTENSIVA	1/8	2.5
138	GESAMEX	C140D	67730	KELVINATOR	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	P. BAJA	FARMACIA	1/8	2.5
139	GESAMEX	C140D	69513	TECUMSE	HERMETICO	NAT	NAT	T.CAP.	P. BAJA	FARMACIA	1/8	2.5

Nota: Sólo el equipo con * trabaja con 3 fases y 220 volts. Los demás trabajan con 1 fase a 110 volts. Todos a 60 hz.

UNIDADES CONDENSADORAS

UNIDAD CONDENSADORA TIPO TORRE DE ENFRIAMIENTO	
UBICACION	AZOTEA 6º P.
MARCA	MARLEY
MODELO	GEMELO
SERIE	595222972
COMPRESOR	I E M
TIPO	68-0355
MODELO	PV080
SERIE	27090002
CANTIDAD	8
MOTOR DE BOMBA	4
MARCA	I E M
C.P.	3
FASES	3
VOLTAJE	220
AMPERAJE	18.4
HERTZ	60
R.P.M.	1733
VAL. SOLENOIDE RETORNO	8
Ø	3/4 PULG.
VAL. EXPANSION	HERMETIC
CAPACIDAD EN TON/REF.	240
DESHIDRATADOR	HERMETIC
Ø	3/4 PULG.

UNIDAD CONDENSADORA TIPO VENTANA	
UBICACION	B. DE LECHES
MARCA	FREYVEN
MODELO	248100
SERIE	45252
BTU/HR	24100
KCAL/HR	6025
REFRIGERANTE	FREON 22
AMPERAJE	16.3
WATTAJE	3450
VOLTAJE	220
UBICACION	OF. DIRECCION
MARCA	FREYVEN
MODELO	S 248100
SERIE	45253
BTU/HR	24100
KCAL/HR	6025
REFRIGERANTE	FREON 22
AMPERAJE	16.3
WATTAJE	3450
VOLTAJE	220

II.3 REPERCUSIONES ACTUALES.

Existen muchas quejas hacia la dirección por parte del personal médico y paramédico principalmente, que desempeñan sus actividades en los quirófanos, salas de expulsión y neonatología debido a que actualmente no reciben el confort necesario en su área de trabajo, también se reporta lo molesto y nocivo que es un clima inapropiado para los pacientes internos. Esto es debido a que en gran parte del año no trabajan los equipos como las necesidades lo ameritan para los pacientes y el personal en general.

El no aplicar ningún tipo de mantenimiento, obviamente no implica desembolso económico en repuestos, materiales o algún otro tipo de insumo necesario para tal fin. Pero los efectos nocivos de tal actitud son la obsolescencia de los equipos, los comentarios destructivos de la comunidad a la que se le sirve y la posible muerte de algunos pacientes.

DISEÑO DEL PROGRAMA

III . 1 ORIGENES.

El aire acondicionado y la refrigeración han existido desde la aparición del hombre sobre la faz de la tierra, y con la fisiología del hombre mismo, ya que el cuerpo adopta ciertas medidas automáticas para estabilizar su nivel de calor a frío.

Si el medio se hace demasiado cálido, se produce una "vasodilatación". Esta da un calor mayor a la superficie del cuerpo y facilita la pérdida de calor a través de la piel. Entonces el individuo suda copiosamente. La evaporación de éste líquido en la superficie del cuerpo nos da otra valiosa forma de pérdida de calor. Si el medio se hace demasiado frío, nuestra reacción cobra forma de "vasoconstricción" y de temblores. La vasoconstricción ayuda a conservar el calor del cuerpo y los temblores pueden aumentar hasta tres veces la producción de calor.

Pues bien, al extenderse nuestra especie sobre el globo terráqueo, se han sumado importantes adelantos culturales a estos mecanismos biológicos de control de temperatura.

El hombre prehistórico para defenderse del intensa frío de la Intemperie, se escondía en el fondo de las cavernas; tiempo después y con el descubrimiento del fuego, éste lo utilizaría para aumentar la temperatura a la entrada de las cavernas, con esto evitar intrudirse grandes distancias, a la vez dentro de ellas y debajo de los árboles se protegía de los incandescentes rayos del sol.

El fuego la ropa y las viviendas aisladas le han servido para combatir la

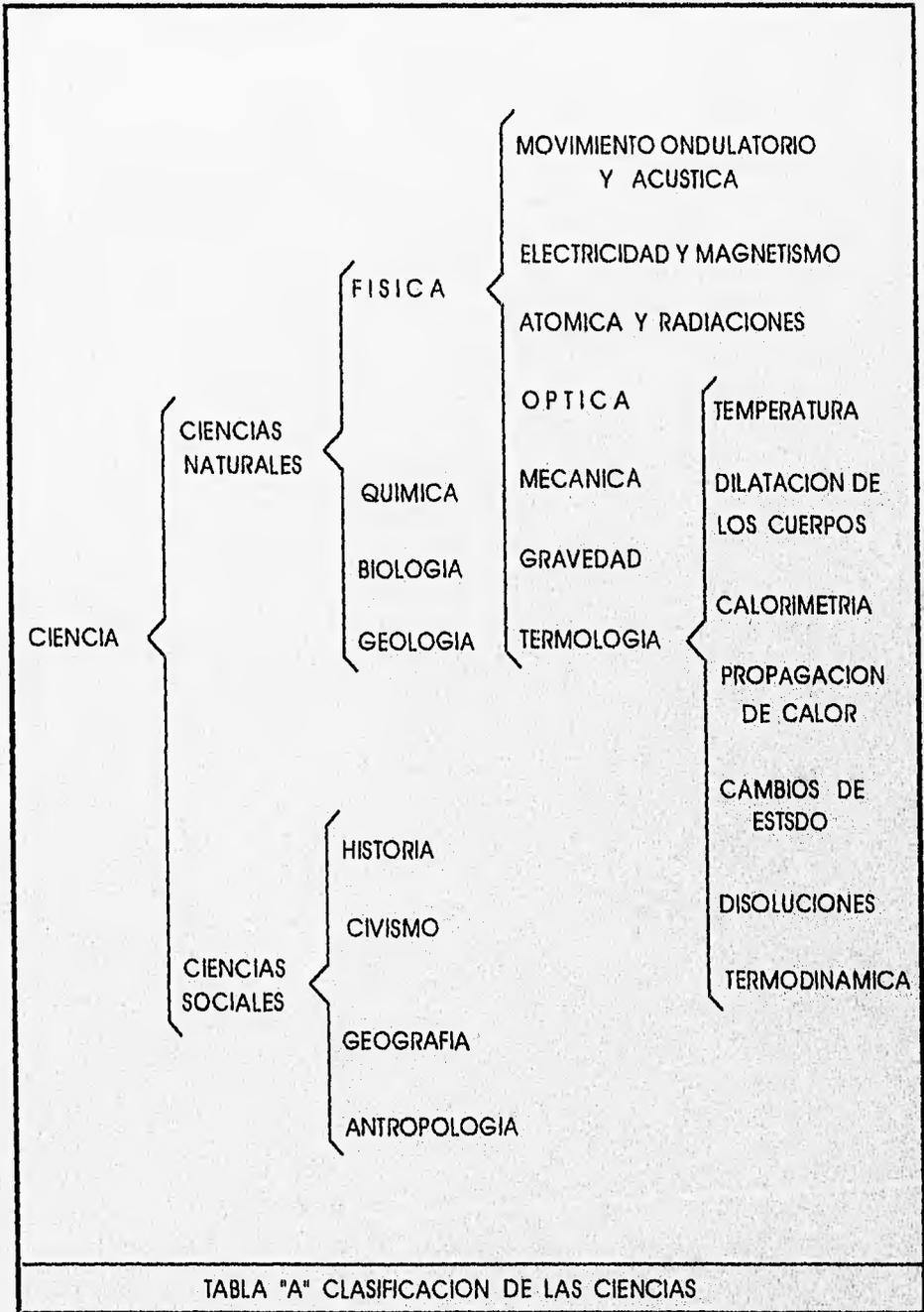
pérdida de calor, y la ventilación y refrigeración han sido empleados contra el calor excesivo.

Gracias a su ingenio para enfrentar la lucha por la sobrevivencia, desarrolló el habla y la escritura, entrando así a la época histórica y mucho tiempo más adelante, también descubre la ciencia, que es una forma de conocer y entender el mundo.

Ya en nuestra era, empieza a consolidarse la ciencia como tal, y su campo de estudio es enorme, por lo que se dio a la tarea de dividir sus áreas de conocimiento, como se aprecia en la tabla "B".

Por comodidad de exposición se adopta aquí la clasificación de la tabla B, aunque no se justifica en la actualidad, para el tratamiento de la refrigeración y aire acondicionado, puesto que las innumerables relaciones que se han descubierto últimamente entre fenómenos luminosos, eléctricos y magnéticos permiten considerar las diversas manifestaciones de los mismos como diferentes aspectos de una sola magnitud llamada ENERGÍA. Por lo tanto se considera que todas las ramas de la física están involucradas en el desarrollo de la refrigeración. Los conocimientos profundos de estas ramas de la ciencia, más las ciencias exactas han permitido tener las herramientas necesarias actuales para poder diseñar equipos y solucionar problemas de funcionamiento de maquinaria destinada a proporcionar al ser humano, por un lado satisfactores que le permitan la conservación de artículos mediante la refrigeración, y por el otro que cuente con locales aclimatados para un buen desempeño de sus actividades mediante el aire acondicionado.

El estudio de la refrigeración y del acondicionamiento de aire ha progresado constantemente hacia un tratamiento más racional, por ende este trabajo pretende el tratamiento **"ANALITICO-TECNICO-PRACTICO"** de esta área, enfocado a los servicios de la salud en el municipio de Nezahualcóyotl. Ubíquese la atención en los quirófanos, las salas de expulsión, las salas de neonatología, salas de infectados, banco de sangre, almacén de víveres, almacén de productos químicos y patología principalmente.



Aquí se tratará específicamente de los equipos de aire acondicionado y refrigeración del Hospital General La Perla de la Secretaría de Salud, pues del rendimiento que tengan estos equipos dependerá la calidad de la atención médica que se otorgue a la población de bajos recursos ubicada en esta zona.

III . 2 TERMODINAMICA DEL CICLO DE REFRIGERACION.

La refrigeración, es un proceso mecánico, que consiste en conseguir artificialmente una temperatura más baja que la del medio ambiente inmediato. Esta indica necesariamente que se logra obtener en locales aislados y cerrados.

Los procesos fundamentales que se utilizan en la refrigeración son:

- Elevación de la temperatura de un refrigerante.
- **Cambio de fase.**
- Expansión de un líquido.
- Expansión de un gas perfecto.
- Proceso de vaclado.
- Procesos eléctricos.
- Expansión de un gas real.

Para los fines de este trabajo, sólo se tratará aquí el proceso de cambio de fase.

Un refrigerante necesita calor para pasar de sólido a líquido, de líquido a vapor, o de sólido a vapor; estos cambios de estado tienen aplicación en el ámbito de la refrigeración.

El proceso que nos ocupa es el cambio de fase de un líquido a vapor que se conoce como "vaporización", y el calor ganado por el refrigerante se le llama "calor latente de vaporización". Este proceso es el más utilizado debido a que se lleva al cabo por medio del "ciclo de compresión de vapor". Esto es,

controlando la presión a la que se realiza la vaporización, se regula la temperatura del proceso.

La ecuación fundamental que expresa la cantidad de calor considerada en un cambio de fase es:

$$Q = m \Delta h$$

donde:

Q - Cantidad de calor considerado. [Cal - Cal/hr]

m - Masa del refrigerante. [Kg - kg/hr]

Δh - Variación de entalpía. (factor de vaporización) [Cal/kg]

CICLO DE REFRIGERACION.

El ciclo de compresión de Carnot, es el más importante dentro de la refrigeración. En éste ciclo, el fluido se evapora y se condensa alternativamente, la compresión de vapor es uno de los procesos que intervienen en éste ciclo, de ahí su nombre.

La máquina térmica de Carnot, recibe energía de un foco caliente a alta temperatura, convierte una porción de energía en trabajo y cede la restante a un foco frío a baja temperatura.

El ciclo de refrigeración de Carnot, consigue el efecto inverso de la máquina térmica, porque transporta energía de un foco frío a baja temperatura y presión a un foco caliente a alta temperatura y presión. Para realizar el ciclo de refrigeración se suministra un trabajo externo, como se puede apreciar en la figura 1, la figura 2 muestra su diagrama temperatura - entropía.

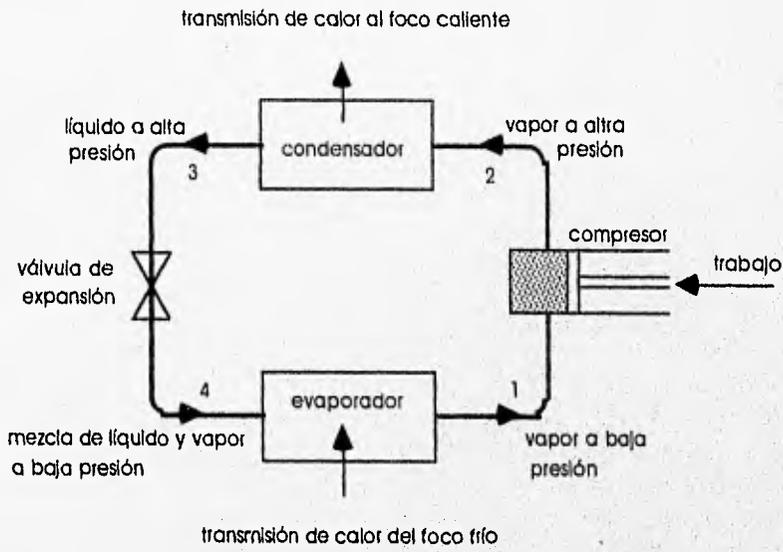


Fig. II. 1. Diagrama esquemático de un ciclo simple Invertido de Carnot.

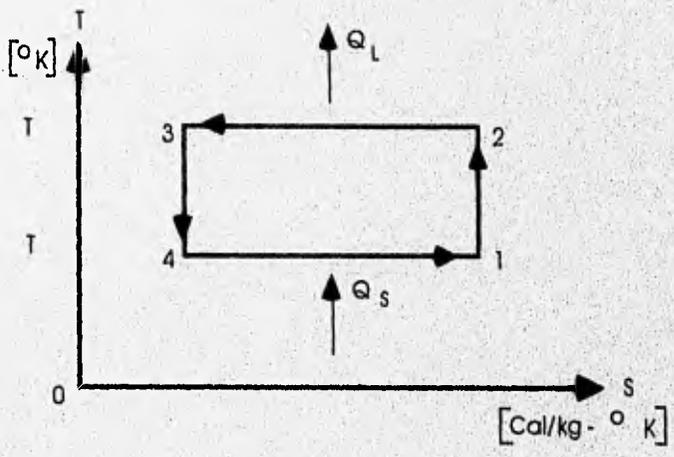


Fig. II. 2. Diagrama (T - S) temperatura - entropía del ciclo invertido de Carnot.

Los procesos que comprenden el ciclo son:

- 1 - 2 Compresión adiabática.
- 2 - 3 Cesión de calor isotérmico.
- 3 - 4 Expansión adiabática.
- 4 - 1 Adición de calor isotérmico.

Todos estos procesos son termodinámicamente reversibles. Por lo tanto los procesos 1-2 y 3-4 son isoentrópicos y éste ciclo tiene un rendimiento mayor que cualquier ciclo real.

Para poder evaluar el funcionamiento del sistema de refrigeración se utiliza el "Coeficiente de Operación y Funcionamiento" (COF), que es una magnitud adimensional.

$$\text{COF} = \frac{\text{Refrigeración útil}}{\text{Trabajo neto}}$$

En la figura 3, la refrigeración útil es el calor ganado en el proceso 4-1 representada por el área debajo de esa misma línea. El área por debajo de la línea 2-3 representa el calor cedido en el ciclo.

La diferencia entre el calor cedido y el calor ganado en el ciclo, es el calor neto, que en un proceso cíclico es igual al trabajo neto.

El área delimitada por el rectángulo 1-2-3-4-1 de la misma figura 3, representa el trabajo neto. Esto permite representar una expresión matemática del COF del ciclo de refrigeración de Carnot.

$$\text{COF} = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

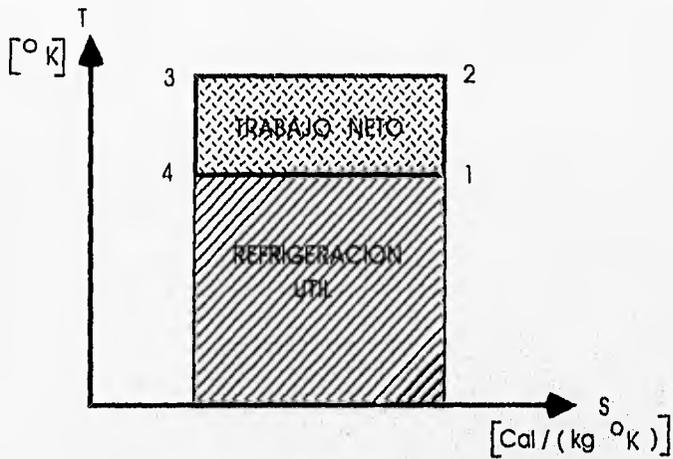


Fig. II. 3. Refrigeración útil y trabajo neto del ciclo invertido de Carnot.

En la figura 4 el refrigerante funciona entre los estados líquido-vapor y está comprendido entre las líneas de líquido saturado y vapor saturado llevándose al cabo una compresión húmeda, en el proceso 1-2. Los procesos a presión constante en la región de las mezclas se efectúan a temperatura constante como los procesos 2-3 y 4-1.

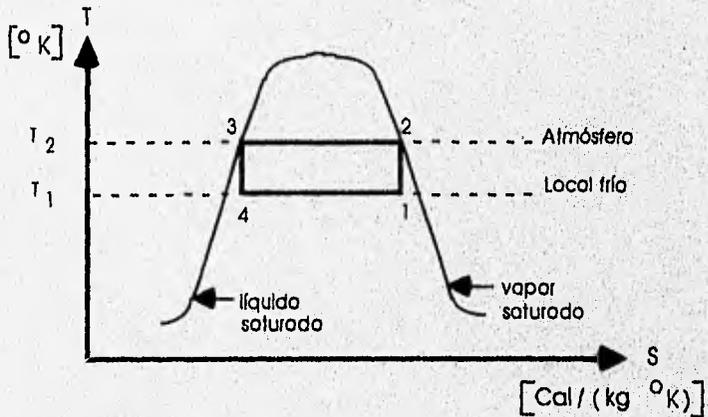


Fig. II. 4. Ciclo de refrigeración de Carnot con un fluido condensable como refrigerante.

El proceso 2-3 es el proceso de condensación, y el elemento en que ocurre es el "condensador", el proceso 4-1 es el de ebullición o evaporación y se realiza en el "evaporador". Se les dan estos nombres, porque utilizan el lexema que corresponde también al nombre del cambio de fase que realizan.

Con el fin de mejorar el COF y prevenir posibles daños a los compresores, principalmente al de émbolo se pueden hacer dos modificaciones a este ciclo para realizar una compresión seca en el proceso 1-2 de la figura 5.

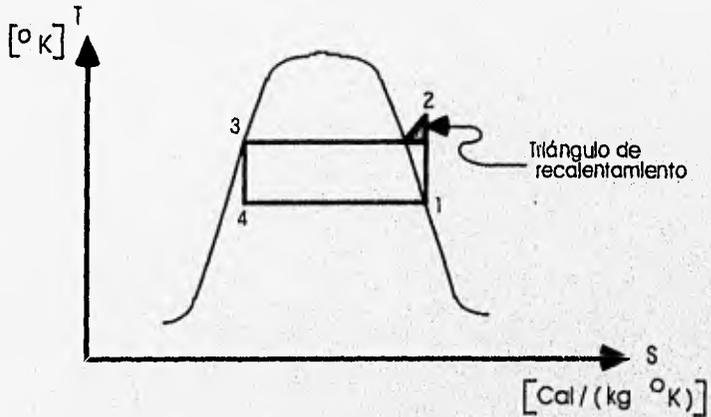


Fig. II. 5 Ciclo de refrigeración de Carnot utilizando compresión seca. Primera Modificación.

Primera Modificación.

La compresión seca es preferible a la compresión húmeda. La compresión seca se realiza sin que existan gotitas de líquido refrigerante dentro del cilindro. La compresión de vapor seco termina a la temperatura del punto 2 de la figura 5, que es superior a la temperatura de condensación. Por esta razón el refrigerante abandona al compresor como un gas recalentado.

El área formada por encima de la temperatura de condensación se llama "triángulo de recalentamiento". Esta área representa el trabajo adicional necesario para la compresión seca.

Segunda Modificación.

Consiste en alterar el proceso de expansión 3 - 4. Un estrangulamiento, tal como una válvula u otro elemento similar es el más usado para este fin. Si no existen cambios de energía potencial ni cinética, y si no hay transferencia de calor, $h_3 = h_4$, es decir el proceso es isoentálpico. El proceso de estrangulamiento a entalpía constante es irreversible, y durante el proceso la entropía aumenta.

La figura 6 muestra los procesos que comprende el ciclo estándar de compresión de vapor.

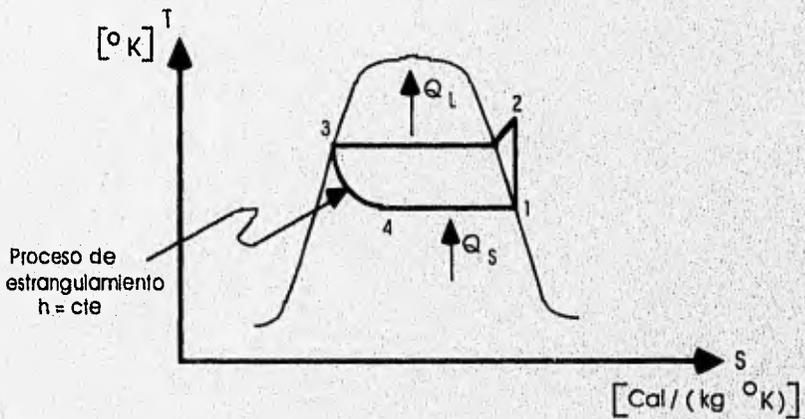


Fig. II . 6 Ciclo estándar de compresión de vapor
Segunda Modificación

Estos procesos son:

- 1-2 Compresión adiabática reversible, desde vapor saturado hasta la presión del condensador.
- 2-3 Cesión reversible de calor a presión constante en la zona de recalentamiento y condensación posterior.
- 3-4 Expansión irreversible a entalpía constante desde líquido saturado hasta la presión en el evaporador.
- 4-1 Adición reversible de calor a presión constante durante la evaporación del vapor saturado.

REFRIGERANTE:

Aquí, hasta ahora se ha hablado de fluido y refrigerante, aunque existe una gran gama de sustancias para la refrigeración, se abarcan todas en la siguiente definición:

Refrigerante.- Es un medio de transmisión de calor que absorbe calor al evaporarse a baja temperatura y lo cede al condensador a alta temperatura y presión.

Otras propiedades termodinámicas de los refrigerantes necesarias para el análisis de la refrigeración se pueden observar en la figura 7.

Esta indica que, con las líneas de vapor y líquido saturado como referencias, aparecen como constantes las líneas de temperatura, entropía, presión, entalpía y volumen específico. Las líneas de temperatura constante son horizontales en la región de las mezclas, pues esta temperatura debe corresponder con la presión de saturación. La región del líquido subenfriado está a la izquierda de la línea del líquido saturado. Por consiguiente, la temperatura de un líquido comprimido determina la entalpía, pero no la presión.

La región del vapor recalentado está a la derecha de la línea de vapor saturado. En la región del vapor recalentado, las líneas de temperatura constante descienden primero lentamente a la derecha, y después verticalmente.

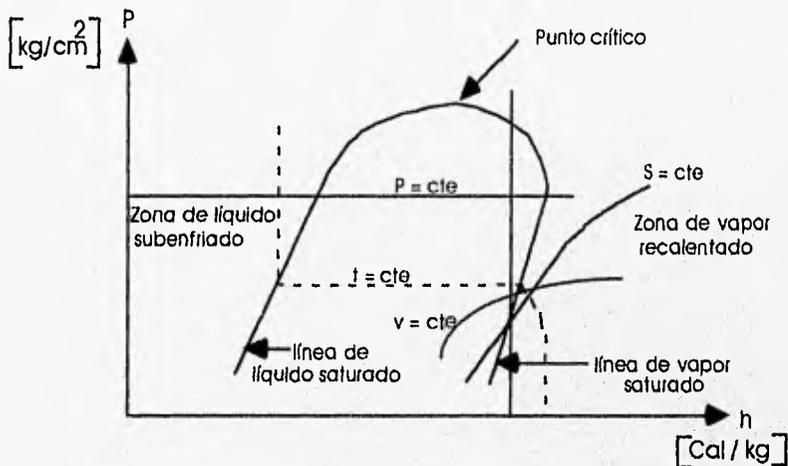


Fig. II.7 Diagrama (P - h) presión - entalpía de un refrigerante

La línea de volumen específico constante y entropía constante se elevan hacia la derecha pero con diferente ángulo de inclinación. Las líneas de presión constante son horizontales y las líneas de entalpía constante son verticales.

Tomando como base el análisis anterior de los refrigerantes, se ilustra en la figura 8 el diagrama del ciclo estándar P-h de compresión de vapor. Y en la figura 9 se muestra un diagrama de flujo de un sistema estándar.

El proceso 1-2 es la compresión isentrópica a lo largo de la línea de entropía constante desde el estado de vapor saturado hasta la presión del condensador. El proceso 2-3 es a presión constante, al principio la región de vapor recalentado, seguido de una condensación, y es una línea horizontal en el diagrama P-h de la figura 8. El proceso de estrangulamiento 3-4 es a entalpía constante, y por tanto la línea que la representa es vertical. Y por último, el proceso de evaporación está representado por una línea recta horizontal, porque el flujo del refrigerante a través del evaporador se supone que es a presión constante.

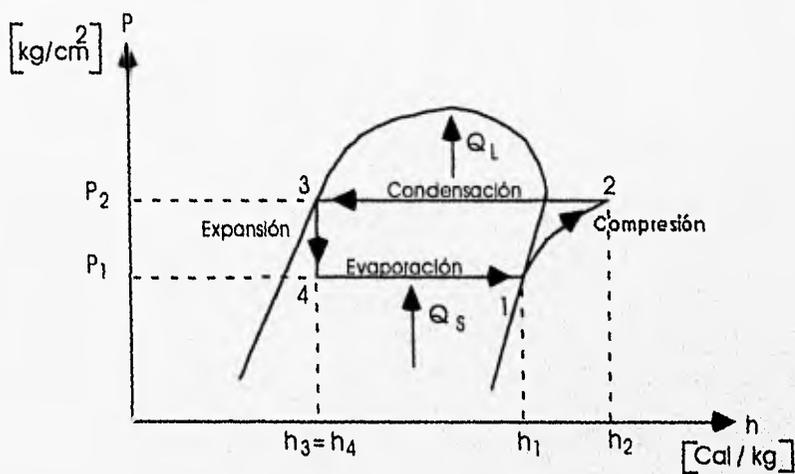


Fig. II. 8. Diagrama de Mollière. (P-h)

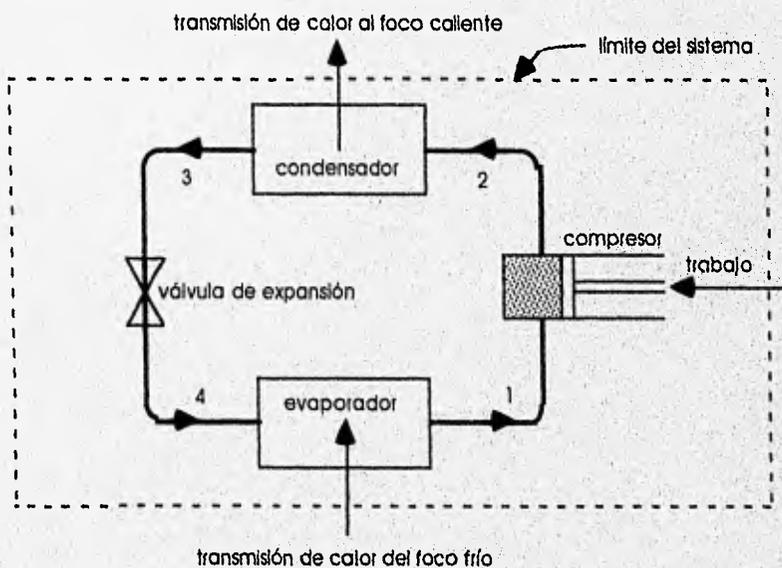


Fig. II. 9. Diagrama de flujo del sistema estándar de compresión de vapor.

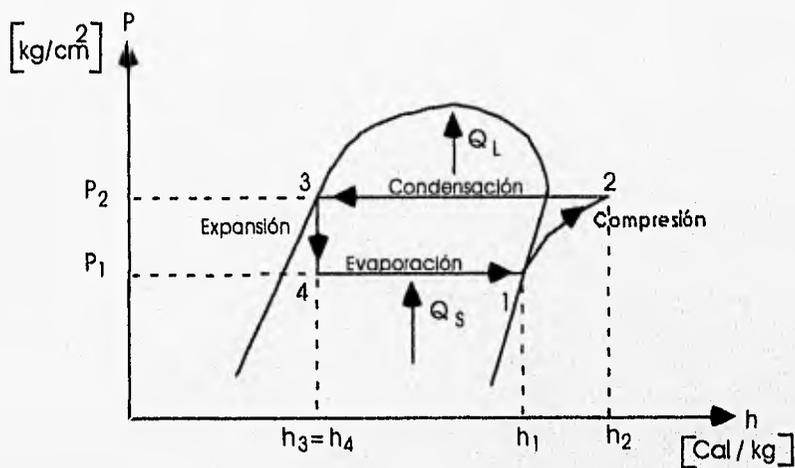


Fig. II . 8. Diagrama de Mollière. (P-h)

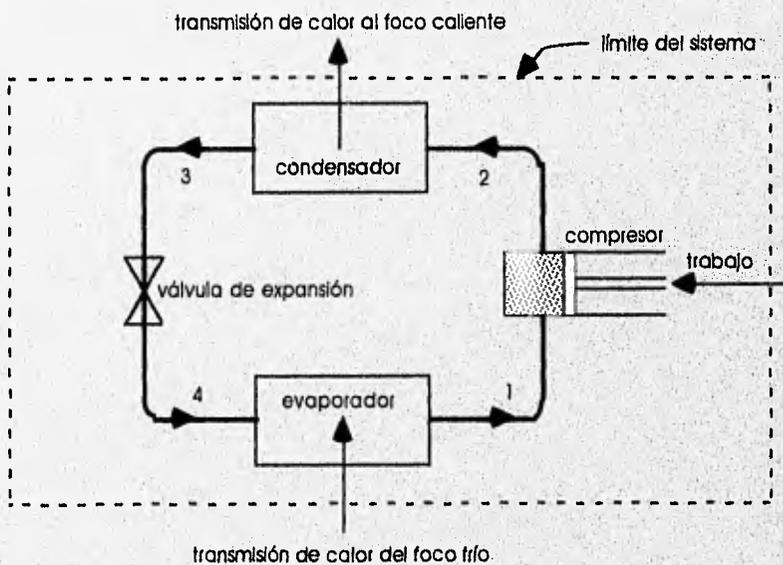


Fig. II , 9. Diagrama de flujo del sistema estándar de compresión de vapor.

Por lo expuesto anteriormente y por deducciones matemáticas obtenemos el COF del ciclo estándar de compresión de vapor:

$$\text{COF} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

donde:

- h₁ - entalpía medida en el compresor.
- h₂ - entalpía medida en el condensador.
- h₄ - entalpía medida en el evaporador.

Estas entalpías se obtienen del diagrama (P-h) presión-entalpía del refrigerante utilizado en el sistema.

Algunos sistemas de refrigeración en la práctica utilizan intercambiador de calor líquido-vapor de admisión. Este intercambiador de calor subenfía al líquido que sale del condensador utilizando vapor procedente del evaporador. Como se observa en las figuras 10 y 11, diagrama P-h y de flujo respectivamente.

Analizando el diagrama P-h se ve que el líquido saturado, cuyo punto representativo es el 3 procedente del condensador, se enfría hasta el punto 4 usando vapor en el estado 6 que se calienta hasta el 1. El balance térmico es $h_3 - h_4 = h_1 - h_6$. El efecto refrigerante vale $h_6 - h_5$ o también $h_1 - h_3$.

A simple vista parece que en comparación con el ciclo estándar de compresión de vapor el sistema que utiliza el intercambiador tiene obvias ventajas debido al efecto refrigerante. Además parece que tanto la capacidad como el COF se mejoran. Sin embargo no es cierto. Aunque aumente el efecto refrigerante, la compresión se ha llevado hacia la región del vapor recalentado, donde el trabajo de compresión en Cal/kg es mayor en la proximidad de la línea de vapor saturado. Desde el punto de vista de la capacidad, el punto 1 tiene un volumen específico mayor que el punto 6, es decir el compresor proporciona menos caudal en masa si la admisión se realiza en el punto 1.

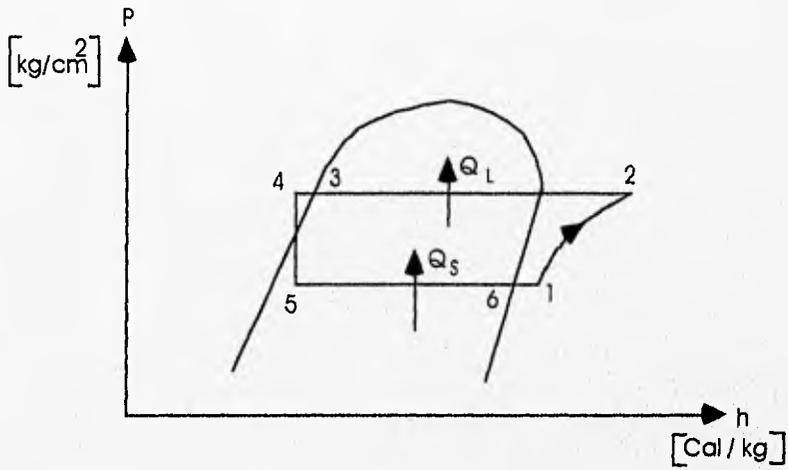


Fig. II. 10 Diagrama P-h con Intercambiador de calor

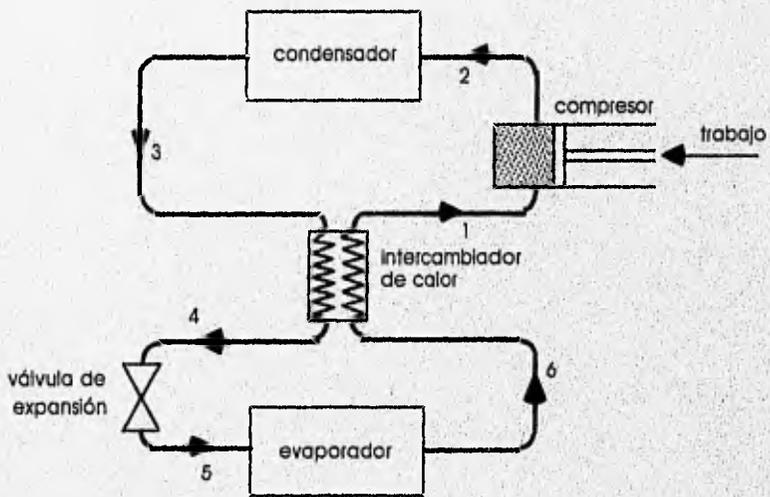


Fig. II. 11. Diagrama de flujo de refrigeración con intercambiador de calor.

Por lo tanto las supuestas mejoras de funcionamiento se ven disminuidas; las ventajas que se obtienen con el intercambiador de calor se justifican plenamente en los casos en que el vapor a la entrada del compresor debe estar recalentado para que haya seguridad de que no entrará ningún líquido en el compresor.

Otra razón práctica es el subenfriamiento del líquido que sale del condensador, evitando así las burbujas de la válvula de expansión.

Finalmente se hace una comparación del ciclo real y el ciclo estandar de compresión de vapor, como se aprecia en la figura 12.

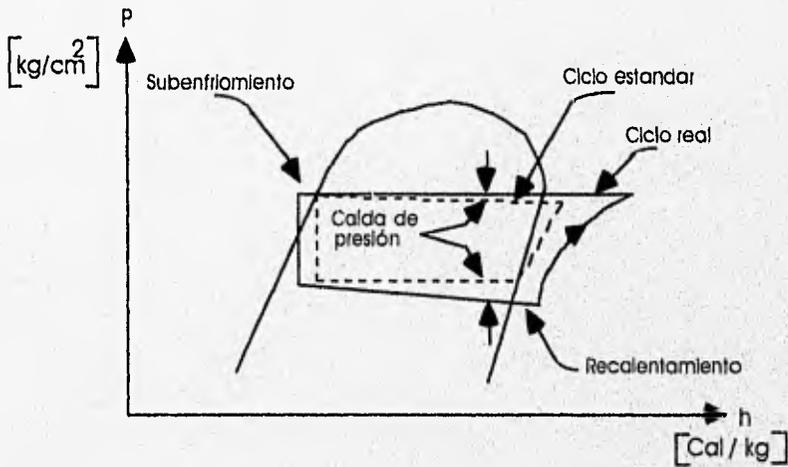


Fig. II. 12. Comparación de los ciclos de compresión de vapor real y estandar.

Como se observó, el ciclo real no es igual al ciclo estandar, las diferencias esenciales están en las caídas de presión en el condensador y en el evaporador, en el subenfriamiento del líquido a la salida del condensador y en el recalentamiento del vapor a la salida del evaporador. El ciclo estándar supone que no existe ninguna caída de presión en el condensador ni en el evaporador, a causa de la fricción, sin embargo la presión del refrigerante cae en el ciclo real.

El resultado de esta caída de presión es que el proceso de compresión entre 1 y 2 requiere más trabajo que en el ciclo estándar. El subenfriamiento del líquido en el condensador es un hecho normal, cuyo objetivo es tener la seguridad de que un 100 % de líquido entrará a la válvula de expansión. El recalentamiento ocurre normalmente en el evaporador, y está recomendado como precaución contra las gotitas del líquido que podrían introducirse al compresor.

La última diferencia del ciclo real respecto al estándar es que la compresión no es isoentrópica, y hay una pérdida de rendimiento debida a la fricción y a las restantes pérdidas.

Se está ahora en condiciones de poder hablar de la capacidad de un sistema. La unidad de capacidad de un sistema es la "Tonelada de refrigeración", y se define como: La cantidad de calor absorbido por la fusión de una tonelada de hielo a 0 grados Celsius en 24 horas.

En el ámbito de la transferencia de calor se manejan diferentes cantidades y unidades de energía, por ejemplo las que se mencionan en la siguiente tabla, para una tonelada métrica de refrigeración. (1000 kg.)

SISTEMA	CAPACIDAD	UNIDADES
INGLES	13 200	BTU / hr
METRICO	3 333	Kcal / hr
INTERNACIONAL	13 956	KJ / hr

Actualmente también se utiliza como unidad de medida la "Frigoría" (f o frig) que se define como la cantidad de calor absorbido necesario para poder disminuir en un grado Celsius la temperatura de gramo de agua.

III. 3 SISTEMAS INSTALADOS.

En una unidad hospitalaria, la energía desprendida en su interior, provoca en el ser humano incomodidad y otros estados de ánimo nocivos para la salud, tanto las altas como las bajas temperaturas son perjudiciales para un enfermo, por esta razón, es indispensable que se cuente con equipos de aire acondicionado, refrigeración, extracción y ventilación de aire. Existen diferentes formas de lograr que la energía calorífica desprendida dentro de un espacio que requiere enfriamiento, sea absorbida y retirada al medio exterior. La gran variedad de equipos tanto de aire acondicionado como de refrigeración instalados en este hospital tienen variadas características de construcción según capacidad y diseño de cada fabricante. En zonas donde se requiere mayor capacidad de enfriamiento y una distribución de aire mediante ductos que tienen que recorrer grandes distancias, se utiliza un sistema de agua helada, en estas áreas a acondicionar cada una tiene diferentes horarios y son variadas las necesidades de enfriamiento o calefacción. El agua helada se distribuye mediante un conjunto de cuatro bombas, desde la unidad central hasta cada serpentín de las manejadoras de aire. En las unidades tipo paquete con sistema de expansión directa y en las unidades de ventana, el evaporador del sistema de refrigeración enfría directamente al aire, mediante un serpentín con refrigerante. En el sistema de agua helada, el serpentín que enfría al aire lleva agua en lugar de refrigerante; pero tiene integrados todos los componentes de un sistema de refrigeración, junto con sus elementos auxiliares, como son: compresor, condensador (torre de enfriamiento), válvula de control de refrigerante (expansión termostática), intercambiador de calor ("chiller": enfriador de casco y tubo), sistema de lubricación, sistema de control, etc.

Al hablar de aire acondicionado, no sólo se hace referencia a la extracción de calor, sino también al calentamiento de esas mismas áreas mediante calefacción que se proporciona en estaciones y épocas frías del año. En las unidades ventana se suministra aire caliente directamente al espacio a acondicionar; en la unidad central la calefacción se lleva al cabo por medio de aire caliente; para este fin se emplean serpentines, por los cuales se hace circular

vapor de agua en su interior, al entrar en contacto con estos tubos el aire suministrado por la manejadora se calienta y es distribuido por la red de ductos de ventilación de aire y sus difusores.

Respecto a los refrigeradores los hay desde 66 kcal/hr hasta 3 026 kcal/hr o se puede decir también que desde fracciones de tonelada de refrigeración (T. R.) hasta 5 T.R., están ubicados en los diferentes departamentos para diferentes usos, cuyo enfriamiento del condensador es con aire natural en algunos casos y con aire forzado en otros por medio de un ventilador helicoidal.

La característica principal de estos sistemas es el uso de un sistema de refrigeración completo como medio de enfriamiento, y es conocido comúnmente como refrigeración mecánica.

Los compresores instalados tanto en unidad central de enfriamiento de agua, unidades tipo ventana y unidades refrigeradoras son de desplazamiento positivo tipo reciprocante.

Los compresores de desplazamiento positivo, son máquinas donde el incremento de presión se logra introduciendo volúmenes de gas en un espacio cerrado. La presión aumenta cuando disminuye el volumen del espacio cerrado que es reducido por medios mecánicos. Un ejemplo de este tipo de compresores son los compresores reciprocantes, que se dividen en:

- **HERMÉTICOS**
- **SEMI - HERMÉTICOS**
- **ABIERTOS**

Son los más antiguos y conocidos entre los compresores de desplazamiento positivo. En estas máquinas el elemento principal de compresión es un pistón que se mueve alternativamente dentro de un cilindro, lográndose así la reducción del volumen del gas a comprimir. Estos compresores tienen normalmente válvulas autoaccionadas las cuales abren y cierran según la diferencia de presiones que existe a través de ellas. Los compresores reciprocantes alternativos son los equipos de compresión más usados, poseen un amplio rango de tamaños

y tipos, su potencia va desde fracciones de HP hasta unidades de más de 12 000 HP con rangos de presión desde menos de uno hasta 4 000 bars.

Una de las ventajas de estos equipos es que son más eficientes para la mayoría de las aplicaciones, pudiendo ser instalados con equipo de control de capacidad para mantener su eficiencia a cargas parciales.

III . 4 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.

Todo sistema de compresión de vapor, en la actualidad requiere de un gran número de dispositivos que permitan detectar bajo qué condiciones están trabajando los componentes principales, que son: **El compresor, el condensador, la válvula de expansión, el evaporador, y para nuestro juicio el refrigerante y la tubería.**

En la tubería del refrigerante puede haber válvulas, conexiones, separador de aceite, eliminador de vibraciones, desecador, filtro, y muchos elementos más.

En lo que se refiere a dispositivos de control y seguridad, están los controles e interruptores de temperatura y presión, controles de humedad, válvulas de alivio y otros; en seguida sin entrar en detalle se mencionan en forma generalizada los elementos constitutivos principales y auxiliares de los sistemas de refrigeración:

- Compresor
- Condensador
- Evaporador
- Válvula de expansión
- Tubería del sistema refrigerante
- Tubo capilar
- Conexiones
- Válvulas de paso
- Válvula de alivio
- Válvulas de servicio y control
- Válvula mantenedora de presión
- Válvula solenoide

- Deshidratadores - Secadores - Filtros
- Manómetros
- Termómetros
- Humidificadores
- Control doble de corte de presión
- Fusibles de descarga
- Indicador de líquido
- Separadores de aceite
- Eliminadores de vibración
- Control de temperatura
- Interruptor de sobrecarga del compresor
- Protector térmico
- Relevador térmico
- Intercambiador de calor
- Depósito de líquido
- Acumulador de líquido

No es obligación que un sistema contenga todos los componentes mencionados anteriormente, pero sí los 4 elementos fundamentales que ya se han graficado en la figura 1 de la sección II de éste capítulo.

III . 5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DINAMICO.

Tomando en cuenta toda la información obtenida anteriormente, así como percatándose de las condiciones reales de los sistemas que se han tratado, se presenta a continuación el programa de mantenimiento para estos equipos, que al igual que cualquier tipo de maquinaria, requiere de ciertos cuidados para mantenerlos en óptimas condiciones de trabajo y eficiencia.

El funcionamiento aceptable continuo de los equipos de refrigeración, depende de la atención cuidadosa de los detalles y un buen trabajo.

El ciclo de refrigeración se repite una y otra vez durante toda la vida, mientras se suministre corriente eléctrica al motor. Teóricamente, el refrigerante no se gasta o consume por el trabajo que realiza de tomar calor de un punto en donde no es útil y

llevarlo a otro en el cual lo puede ceder a un agente como el aire, sin embargo la realidad es otra, por fatiga en las conexiones éstas pierden su hermetismo y el gas se tira, por lo que hay que reponerlo, también el motor eléctrico se desgasta, se quema y es necesario repararlo, el mismo compresor sufre desgastes en sus partes internas y se debe reparar o cambiar, la válvula térmica falla con el tiempo y por esto se reemplaza o repara a sablendas que es muy difícil su reparación.

Si no fuera por las fallas mencionadas anteriormente y otras inherentes al equipo el ciclo de refrigeración por sí sólo no es la causa de que el refrigerante se gaste o se pierda.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo acorde a los sistemas con que se cuenta corrige las fallas mencionadas, y todas aquellas ocasionadas por agentes externos al sistema.

Esto hace indispensable la presencia de un mecánico experto en refrigeración, o en su defecto establecer un programa de capacitación con teoría y adiestramiento al personal de conservación, apoyado en las necesidades reales de atención a equipos e instalaciones, justificadas por las recomendaciones de los fabricantes y con esto modificar mediante estudios estadísticos las actividades propias para el personal de conservación de acuerdo a su nombramiento.

La base del programa será anual y podrá reducirse o ampliarse según los estados de los equipos y las necesidades que se vayan presentando.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS DE REFRIGERACION
UNIDADES CON COMPRESOR HERMÉTICO**

Máquinas: 5, 8, 23, 47, 48, 49, 55, 56, 66, 67, 79, 93,
117, 118, 119, 120, 121, 137.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
<u>GABINETE DEL REFRIGERADOR</u>			
<p>Checar en el termómetro, que las temperaturas sean las requeridas en el interior de los refrigeradores.</p>	diario	1 min	
<p>Cerclórese que haya iluminación interna, revise la pantalla del foco y que éste se apague al cerrar la puerta.</p>	diario	1 min	
<p>Compruebe que las puertas cierren bien y que su mecanismo de bisagras este lubricado, vea que sus empaques estén bien pegados, que no presenten roturas, grietas o se encuentren endurecidas.</p>	semanal	5 min	
<p>Limpieza interior y exterior de la unidad.</p>	mensual		30 min
<p>Cheque que las portacharolas y bases no estén rotas o flojas, revise que las rejillas no estén rotas y que estén completas.</p>	trimestral	5 min	
<p>Aplicar pintura a partes que lo requieran.</p>	anual		2.5 hr
<u>UNIDAD DE REFRIGERACION</u>			
<p>Obsérvese y escúchese cuidadosamente y determine si hay algún ruido anormal o fricción en el motor.</p>	diario	1 min	

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
Palpe posible sobrecalentamientos o vibraciones que no sean de operación normal.	diario	1 min	
Cheque que los ciclos de funcionamiento y paro del compresor sean los normales.	semanal	10 min	
Comprobar que tensión y corriente sean los correctos.	diario	1 min	
Revisar que el área de intercambio de calor del condensador se encuentre libre de objetos extraños y limpia de polvo, fibras textiles, pelusa o algún otro material en zona de aletas, sopletear con aire a presión o aspirar y limpiar la parte exterior cuidando de no causar daño.	semanal		15 min
Limpieza exterior del sistema de refrigeración.	mensual		30 min
Checar el buen funcionamiento del control de temperatura.	mensual	15 min	
Checar relevador y protector térmico, revisar conexiones eléctricas, cables, clavija; que no presenten daños.	semestral	5 min	
Aplicar pintura a condensador, compresor y partes que lo requieran.	anual		2.5 hr
Checar condensador de arranque (Capacitor)	semestral	5 min	

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPO DE REFRIGERACION
UNIDADES CON COMPRESOR ABIERTO**

Máquinas: 21, 22, 39, 40, 51, 90

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
UNIDAD DE REFRIGERACION:			
Cheque visualmente la tensión de las bandas.	diario	1 min	
Checar tensión y corriente.	diario	1 min	
Checar el nivel de aceite del compresor y mantenerlo en la marca del indicador visual.	diario	1 min	
Revisar que los sellos no presenten fugas de aceite.	diario	1 min	
Checar flujo de refrigerante en la mirlilla de cristal.	diario	1 min	
Checar visualmente el balanceo de las aspas de los ventiladores helicoidales y la alineación entre poleas.	semanal	5 min	
Revisar cerraduras y chapas de cámaras.	semanal	1 min	
Revisar que tuercas y tornillos de anclaje estén apretados.	mensual		10 min
Limpieza exterior de unidad de condensación, incluyendo motor, arrancador y cajas de controles.	mensual		30 min
Checar el buen funcionamiento de control de presión. (presostato)	mensual	5 min	
Comprobar el estado de cojinetes y rodamientos, poniendo especial cuidado en calentamientos, nivel de grasa y vibraciones. Lubríquense.	semestral		30 min

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
<p>Vea que las bandas transmisoras tengan la tensión y medida adecuada, que se encuentren alineadas, y que no presenten grietas, deshilachaduras, endurecimiento o una elasticidad excesiva. Si es necesario el cambio de bandas, no deben usarse bandas nuevos y usadas en un mismo juego.</p>	trimestral	10 min	
<p>Comprobar que cables, bobinas, arrancadores magnéticos y conexiones del sistema eléctrico estén en buen estado, vea que no existan conexiones flojas o sucias. Verifique que los platinos no estén flameados, sucios o craterizados tanto del presostato como de los arrancadores magnéticos.</p>	semestral	30 min	
<p>Limpiar, engrasar y lubricar las partes mecánicas de la unidad.</p>	anual		5 hr
<p>Aplicar barniz aislante líquido a devonado del estator y rotor del motor.</p>	anual		2 hr
<p>Checar el ajuste de las válvulas de expansión termostática.</p>	anual	30 min	
<p>Cambia de aceite o compresor.</p>	anual		2 hr
<p>Inspección de cuñas y cuñeros de motor y compresor.</p>	anual	30 min	
<p>Checar alta y baja presión del sistema.</p>	semestral		10 min

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS DE EXTRACCION
Y VENTILACION DE AIRE.**

Máquinas de extracción: 95, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 162, 163,
165, 176, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175.

Máquinas de ventilación: 96, 97, 98, 101, 102, 164, 170.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
UNIDAD EN GENERAL:			
Obsérvese y escúchese cuidadosamente y determine si hay algún ruido anormal o fricción en el motor.	diario	1 min	
Palpe posibles sobrecalentamientos o vibraciones que no sean de una operación normal.	diario	1 min	
Comprobar que tensión y corriente sean los correctos.	diario	1 min	
Cheque visualmente la tensión de las bandas.	diario	1 min	
Cheque con la vista el balanceo de los ventiladores centrífugos tipo jaula de ardilla y la alineación entre poleas.	semanal	5 min	
Limpeza de mallas de succión y extracción de aire.	semanal		15 min
Limpeza interior y exterior de la unidad.	mensual		1 hr
Revise que tuercas y tornillos de anclaje estén apretados.	mensual		10 min
Comprobar libre paso de aire en los ductos.	semestral	10 min	

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
Compruebe que las bandas transmisoras tengan la tensión y medida adecuada, que se encuentren alineadas, que no presenten grietas, deshilachaduras, endurecimiento o elasticidad excesiva. Si es necesario el cambio de bandas, no deben usarse bandas nuevas y usadas en un mismo juego. Aplique cosmético.	trimestral	10 min	
Hacer limpieza a difusores distribuidores de aire.	semestral		10 min
Limpiar, engrasar y lubricar las partes móviles y mecánicas (rodamientos, bujes, chumaceras ...), comprobar su estado y nivel de grasa, incluyendo los del motor.	semestral		30 min
Inspeccionar cuñas y cuñeros del motor y del ventilador centrífugo.	anual		30 min
Comprobar que cables, bobinas, arrancadores magnéticos y conexiones del sistema eléctrico estén en buen estado, checar que no existan falsos contactos. Verificar que los platinos no estén flameados o craterizados, si es así, corregir.	semestral	30 min	
Aplicar pintura anticorrosiva a la unidad en general.	anual		5 hr
Aplicar barniz aislante a devanados del motor.	anual		2 hr
Lavar rodete y envolvente del ventilador centrífugo.	anual		30 min

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO. UNIDADES DE VENTANA**

Máquinas con compresor hermético: A y B

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
UNIDAD GENERAL:			
Palpe posibles sobrecalentamientos, vibraciones o ruidos que no sean de una operación normal.	diario	1 min	
Checar que los ciclos de funcionamiento y paro del compresor sean los normales.	semanal	10 min	
Checar que tensión y corriente sean los correctos.	diario	2 min	
Checar buena operación de ventillas.	semanal	1 min	
Verificar la operación de las teclas de control.	semanal	1 min	
Limpiar y sopletear filtro de aire.	mensual		15 min
Revisión de anclaje, tuercas, tornillos y soldadura.	mensual	10 min	
Limpiar condensador y máquina en general.	trimestral		1 hr
Lubricar partes mecánicas del ventilador helicoidal.	semestral		30 min
Aplicar pintura a la unidad en general.	anual		2 hr

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO
SISTEMA DE AGUA HELADA**

Unidades Manejadoras: 91, 92, 99, 130, 143, 158, 159

Unidades Condesadoras: 101, 102

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
<u>MANEJADORA DE AIRE:</u>			
Toma de lecturas en termómetros y manómetros de tubería de agua y vapor.	diario	1 min	
Revisión y limpieza de filtros.	trimestral		1.5 hr
Limpieza interior de los serpentines de calefacción y enfriamiento.	anual		8 hr
Verificación del aislamiento general de ductos y tuberías.	anual		2 hr
Chequeo de válvulas de compuerta y globo de presión, así como líneas de vapor, agua y refrigerante, reparación de los mismos.	semestral		1 hr
Aplicar pintura anticorrosiva a todos los componentes.	anual		8 hr
Revisión de graseras y lubricar rodamientos, corregir calentamientos, nivel de grasa y vibraciones excesivas.	semestral		30 min
Comprobar que todos los elementos y componentes del sistema eléctrico estén en buen estado, vea que no existan conexiones flojas o sucias, calentamientos indebidos. Verificar platinos, bobina, relevadores, arrancadores, elementos térmicos y cables.	semestral		1 hr
Checkar tensión y corriente.	diario	2 min	

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
Comprobar alineación entre poleas, así como las bandas con las condiciones mencionadas anteriormente para otros equipos.	trimestral	15 min	
Checar visualmente el balanceo de ventiladores centrífugos.	semanal	5 min	
<u>UNIDAD ENFRIADORA CENTRIFUGA:</u>			
Tomar lecturas de los instrumentos de medición tanto del condensador como del evaporador a la entrada y a la salida.	diario	5 min	
Verificar el funcionamiento de la válvula de purga.	semanal	5 min	
Comprobar controles de seguridad: a) Interruptor de baja presión de aceite.	semestral		15 min
b) Interruptor de alta presión en el condensador.	semestral		15 min
c) Interruptor de alta presión en el tanque acumulador.	semestral		15 min
Cambiar aceite y filtros de aceite.	anual		2 hr
Cambiar filtro de refrigerante.	anual		1 hr
Hacer limpieza interior y exterior de la unidad.	semestral		1 hr
Inspeccionar dispositivos de arranque.	anual	10 min	
<u>BOMBAS CENTRIFUGAS:</u>			
Comprobar funcionamiento de los anillos de aceite de las chumaceras.	diario	2 min	
Comprobar flujo de agua	diario	10 min	

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO EN REALIZARSE	
		INSPECCION	SERVICIO
Checar el escurrimiento de prensaestopas.	diario	2 min	
Revisión del prensaestopas del estopero.	mensual		1 hr
Verificar alineación de la bomba y motor.	semestral		1 hr
Pintura en general.	anual		2 hr
Chequeo de rodamientos del motor.	anual	10 min	
<u>TORRE DE ENFRIAMIENTO:</u>			
Chequeo y apriete de tornillos, tuercas y elementos de anclaje.	semestral		10 min
Sellado de fugas de agua.	mensual		30 min
Comprobar y ajustar el nivel de agua.	diario	10 min	
Ajuste de válvula de flotador.	trimestral		15 min
Aplicar pintura en general.	anual		5 hr
Hacer limpieza del área, ventilas y en general, incluyendo mallas de succión.	semanal		10 min
Ajustar, apretar y checar nivelación del ventilador helicoidal con el motor.	semestral		30 min
Eliminar vibraciones, fricciones, ruidos extraños y operaciones anormales	semanal		15 min
Tomar lectura de tensión y corriente al motor del ventilador.	diario	5 min	
Inspección visual de cuñas y cuñeros.	semestral	10 min	
Aplicar mantenimiento para bandas mencionado anteriormente para otros equipos.	trimestral	10 min	

III. 6 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS DE SERVICIO

La parte más complicada de los equipos esta en los sistemas de refrigeración y se hace mención sólo a esta sección.

PRINCIPALES INCIDENTES FRIGORIFICOS, ELÉCTRICOS Y MECANICOS. CAUSAS Y REMEDIOS

PROBLEMA: 1. EL COMPRESOR NO ARRANCA

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. UNA PRUEBA AL CIRCUITO ELÉCTRICO NO MUESTRA VOLTAJE EN LA LINEA QUE LLEGA AL ARRANCADOR.	1.1 FALLA EN LA CORRIENTE. 1.2 INTERRUPTOR DE CORRIENTE ABIERTO.	1.1 CHEQUE UN FUSIBLE QUEMADO O UNA LINEA ROTA 1.2 DETERMINE PORQUE EL INTERRUPTOR ESTA ABIERTO. SI TODO PARECE NORMAL CIERRE EL INTERRUPTOR.
2. UNA PRUEBA AL CIRCUITO ELÉCTRICO MUESTRA VOLTAJE EN EL LADO DE LA LINEA PERO NO EN EL LADO DEL MOTOR.	2. FUSIBLE QUEMADO.	2. REEMPLACE EL FUSIBLE Y CHEQUE LA CARGA DEL MOTOR.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
3. EL PROBADOR DE CIRCUITO ELÉCTRICO MUESTRA VOLTAJE, ENCIENDE MUY TENUE.	3. BAJO VOLTAJE.	3. CHEQUE CON UN VOLTAMETRO SI ESTA BAJO, REVISE UN FALSO CONTACTO, SI TODO ESTA BIEN CHEQUE EN LA SUBESTACION ELÉCTRICA.
4. BUEN VOLTAJE EN LAS TERMINALES DEL MOTOR, PERO NO ARRANCA.	4. MOTOR QUEMADO.	4. REPARELO O REEMPLACELO.
5. ARRANCADOR MAGNÉTICO NO OPERA.	5. BOBINA QUEMADA O CONTACTOR ROTO O SUCIO.	5. REPARELA O REEMPLACELO.
6. EL COMPRESOR NO TRABAJA.	6. COMPRESOR ATASCADO DEBIDO A DAÑOS EN LOS COMPONENTES MECANICOS.	6. HAGA UNA REPARACION COMPLETA DEL COMPRESOR.
7. EL COMPRESOR ARRANCA AL RESTABLECER EL INTERRUPTOR DE ALTA PRESION.	7.1 HAY AIRE O GASES NO CONDENSABLES. 7.2 SOBRE CARGA DE REFRIGERANTE. 7.3 EL SERPENTIN DEL CONDENSADOR OBSTRUIDO.	7.1 SAQUE LA CARGA, HAGA VACIO Y RECARGUE. 7.2 quite el exceso de carga o PURGUE. 7.3 quite la OBSTRUCCION.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
8. EL ARRANCADOR NO ENTRA.	8.1 CONTACTOS DE SOBRECARGA ABIERTOS. 8.2 CIRCUITO DE CONTROL ABIERTO.	8.1 DETERMINE LA CAUSA DE LA FALLA, RESTABLEZCA LOS CONTACTOS DE SOBRECARGA. 8.2 LOCALICE EL CONTROL ABIERTO O DETERMINE LA CAUSA.
9. TIENE CRUJIDO EL CONDENSADOR DE ARRANQUE.	9. CORTO EN CIRCUITO INTERNO.	9. SUSTITUIR EL ELEMENTO DEFECTUOSO.
10. DEJA DE FUNCIONAR EL RELE DE PUESTA EN MARCHA.	10.1 EL RELE DE ARRANQUE PUEDE NO ACOPLARSE CON LA FASE AUXILIAR DEL COMPRESOR. 10.2 DETERIORO EN UN CONTACTO EN RELE DE TENSION. 10.3 BLOQUEO MECANICO DEL NUCLEO MAGNÉTICO EN POSICION BAJA EN UN RELE DE INTENSIDAD.	10.1 SUSTITUIR EL ELEMENTO DEFECTUOSO. 10.2 IDEM. 10.3 IDEM.

PROBLEMA: 2 EL COMPRESOR ARRANCA Y PARA RECICLANDO

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. OPERACION NORMAL EXCEPTO QUE ES MUY FRECUENTE EL ARRANQUE Y PARO.	1. CONTACTO INTERMITENTE EN EL CIRCUITO DE CONTROL.	1. REPARE O REEMPLACE EL CONTROL QUE FALLA.
2. OPERACION NORMAL EXCEPTO QUE ES FRECUENTE EL PARO Y EL ARRANQUE EN EL CONTROL DE BAJA PRESION.	2. EL DIFERENCIAL DE CONTROL DE BAJA MUY PEQUEÑO. 2.2 FALTA DE REFRIGERANTE. 2.3 FLUJO REDUCIDO DE AIRE: a) SERPENTIN SUCIO. b) FILTROS SUCIOS. c) BANDA ROTA. d) BANDA SUELTA.	2.1 REAJUSTE EL DIFERENCIAL A LAS CONDICIONES REQUERIDAS. 2.2 REPARE LA FUGA DE REFRIGERANTE Y PURGUE. 2.3 LIMPIAR, CAMBIAR Y AJUSTAR: a) SERPENTIN. b) FILTROS. c) BANDA. d) BANDA.
3. PRESION DE SUCCION MUY BAJA, CONGELADA EN DESHIDRATADOR	3. DESHIDRATADOR RESTRINGIDO U OBSTRUIDO.	3. REEMPLACELO.

PROBLEMA: 3 EL COMPRESOR PIERDE ACEITE.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. NIVEL DE ACEITE, BAJO.	1. CARGA INSUFICIENTE DE ACEITE.	1. AGREGUE EL ACEITE NECESARIO.
2. NIVEL DE ACEITE BAJA GRADUALMENTE.	2. CARGA INSUFICIENTE DE ACEITE.	2. REAJUSTE EL SOBRECIENTAMIENTO Y REVISE EL CONTACTO DEL BULBO DE LA VALVULA DE EXPANSION CON EL TUBO DE SUCCION.
3. PRESENTA ACEITE ALREDEDOR DE LA BASE DEL COMPRESOR Y EL NIVEL ESTA BAJO.	3. LAS CONEXIONES DEL COMPRESOR TIENEN FUGAS.	3. REPARE LA FUGA DE ACEITE Y AGREGUE ACEITE AL COMPRESOR

PROBLEMA: 4 EL COMPRESOR TRABAJA CONTINUAMENTE

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. TEMPERATURA MUY ALTA EN EL AREA ACONDICIONADA.	1. CARGA EXCESIVA	1. REVISE SI HAY MUCHA CARGA DE INFILTRACION O VENTILACION.
2. BAJA TEMPERATURA EN EL AREA ACONDICIONADA.	2. EL TERMOSTATO ESTA CONTROLADO A TEMPERATURA MUY BAJA.	2. REAJUSTE O REEMPLACE EL TERMOSTATO.
3. BURBUJAS EN LA MIRA DE LIQUIDO.	3. FALTA DE REFRIGERANTE.	3. REPARE LA FUGA Y CARGUE.
4. COMPRESOR RUIDOSO U OPERANDO A UNA PRESION DE DESCARGA O SUCCION ANORMAL.	4. VALVULAS CON FUGAS EN EL COMPRESOR.	4. HAGA UNA REPARACION COMPLETA AL COMPRESOR.

PROBLEMA: 5 SISTEMA CORTO DE CAPACIDAD.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. VALVULA DE EXPANSION QUE ZUMBA.	1. BURBUJAS EN LA LINEA DE LIQUIDO.	1. AGREGUE REFRIGERANTE.
2. CAMBIO DE TEMPERATURA EN LA LINEA DE REFRIGERANTE ENTRE EL DESHIDRATADOR Y LA VALVULA SOLENOIDE.	2. DESHIDRATADOR O VALVULA SOLENOIDE OBSTRUIDOS.	2. REEMPLACE EL ELEMENTO DEL DESHIDRATADOR Y LIMPIE LA VALVULA.
3. RECICLAJE O TRABAJO CONTINUO.	3.1 VALVULA DE EXPANSION ATORADA U OBSTRUIDA. 3.2 AJUSTE EL SOBREALEMENTAMIENTO INADECUADO.	3.1 REPARE O REEMPLACE LA VALVULA DE EXPANSION. 3.2 REVISELO Y AJUSTELO.
4. SOBREALEMENTAMIENTO MUY ALTO.	4. PERDIDA DE PRESION MUY ALTA EN EL EVAPORADOR.	4. REVISE EL SOBREALEMENTAMIENTO Y REAJUSTELO.
5. RECICLAJE.	5. FLUJO DE AIRE REDUCIDO: a) SERPENTIN SUCIO. b) FILTROS SUCIOS. c) FALLAS EN EL C. DE ABANICO.	5. LIMPIE EL SERPENTIN Y LOS FILTROS, REVISE EL CONTROL DE ABANICO.

PROBLEMA: 6 PRESION DE DESCARGA MUY ALTA.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. CONDENSADOR MUY CALIENTE.	1.1 HAY AIRE O GASES NO CONDENSABLES. 1.2 SOBRECARGA DE REFRIGERANTE. 1.3 EL SERPENTIN DEL CONDENSADOR OBSTRUIDO.	1.1 SAQUE LA CARGA, HAGA VACIO Y RECARGUE. 1.2 quite el exceso o purgue. 1.3 quite la obstruccion.

PROBLEMA: 7 PRESION DE DESCARGA MUY BAJA.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. EL COMPRESOR RECICLA MUY RAPIDO.	1. EL CONDENSADOR DE AIRE ESTA TRABAJANDO CON TEMPERATURA EXTERIOR MUY BAJA.	1. CONSIDERAR, CONTROLAR LA TEMPERATURA DE DESCARGA CON UN CONTROL DE ABANICO.
2. PRESION DE SUCCION SUBE MUY RAPIDO A MAS DE 5 PIES POR MINUTO DESPUÉS QUE EL COMPRESOR SE PARA.	2. VALVULA DE DESCARGA QUE NO CIERRAN BIEN O ESTAN QUEBRADAS.	2. quite las cabezas, examinelas y reemplacelas si es necesario.

PROBLEMA: 8 PRESION DE SUCCION MUY ALTA.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. EL COMPRESOR NO PARA.	1. MUCHA CARGA EN EL EVAPORADOR	1. REVISE LAS COMPUERTAS DE AIRE EXTERIOR PARA QUE NO HAYA UNA ENTRADA EXCESIVA DE AIRE CALIENTE.
2. VALVULA DE SUCCION ANORMAL.	2.1 VALVULA DE SUCCION QUE ESTA SOBRE ALIMENTANDO. 2.2 VALVULA DE EXPANSION ATORADA EN POSICION ABIERTA.	2.1 REGULE EL SOBRECALENTAMIENTO Y REVISE SI EL BULBO REMOTO NO ESTA SUELTO. 2.2 REPARE O REEMPLACE LA VALVULA.
3. COMPRESOR RUIDOSO.	3. VALVULAS DEL COMPRESOR ROTAS.	3. QUITA LAS CABEZAS Y REEMPLACE LAS VALVULAS SI ES NECESARIO.

PROBLEMA: 9 PRESION DE SUCCION MUY BAJA

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. BURBUJAS EN LA MIRA DEL LIQUIDO	1. FALTA DE REFRIGERANTE.	1. REPARE LA FUGA Y RECARGUE.
2. CAMBIO DE TEMPERATURA EN LA LINEA DE REFRIGERANTE ENTRE EL DESHIDRATADOR Y LA VALVULA DE EXPANSION.	2. LINEA DE LIQUIDO OBSTRUIDA EN EL DESHIDRATADOR Y LA VALVULA SOLENOIDE.	2. CAMBIE EL ELEMENTO DEL DESHIDRATADOR Y LIMPIE LA VALVULA.
3. NO HAY FLUJO DE REFRIGERANTE A TRAVÉS DE LA VALVULA DE EXPANSION.	3. VALVULA DE EXPANSION CON LA BOBINA DEFECTUOSA.	3. REEMPLACE LA BOBINA.
4. PERDIDA DE CAPACIDAD.	4. VALVULA DE EXPANSION DESTRUIDA.	4. LIMPIE LA VALVULA O REEMPLACELA SI ES NECESARIO.
5. ESPACIO ACONDICIONADO MUY FRIO.	5. CONTACTOS EN EL TERMOSTATO DE CONTROL ATORADOS.	5. REPARE EL TERMOSTATO O REEMPLACE SI ES NECESARIO.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
6. EL COMPRESOR RECICLA.	6.1 EL AJUSTE DE RANGO EN EL CONTROL DE CAPACIDAD ES MUY BAJO. 6.2 CONDENSADOR ENFRIADO POR AIRE CON TEMPERATURA EXTERIOR MUY BAJA.	6.1 REAJUSTE EL RANGO DEL CONTROL DE CAPACIDAD. 6.1 CONSIDERE CONTROLAR LA TEMPERATURA DEL CONDENSADOR CON UN CONTROL DE ABANICO.

PROBLEMA: 10 EL COMPRESOR ESTA RUIDOSO.

SINTOMA	PROBABLE CAUSA	RECOMENDACION
1. EL COMPRESOR GOLPEA.	1. PARTE INTERNA ROTA.	1. HAGA UNA REPARACION COMPLETA.
2. LINEA DE SUCCION ANORMALMENTE FRIA Y EL COMPRESOR GOLPEA.	2.1 REGRESA LIQUIDO POR LA SUCCION. 2.2 VALVULA DE EXPANSION ATORADA EN POSICION ABIERTA.	2.1 REVISE Y AJUSTE EL SOBRE CALENTAMIENTO REVISE EL BULBO REMOTO SI NO ESTA SUELTO. 2.2 REPARE O REEMPLACE LA VALVULA.
3. COMPRESOR QUE BRINCA EN LA BASE	3. EL COMPRESOR ESTA SUELTO.	3. APRETAR LOS TORNILLOS DE SUJECION DEL COMPRESOR.

CONTROL DE ALMACEN

IV.1 IMPORTANCIA.

La continuidad en los procesos de producción de cualquier área de la industria, radica principalmente en el eficiente funcionamiento de sus máquinas, equipos e instalaciones y personal.

No puede pensarse que al fallar alguno de estos componentes, la industria deba cambiarse por completo, sino que se deben utilizar técnicas de localización y aislamiento para identificar el núcleo de la falla y para poder reparar o cambiar únicamente el elemento defectuoso. De ahí que muchas empresas se dediquen exclusivamente a la fabricación de componentes de repuesto, común y equivocadamente llamadas refacciones.

Estos repuestos son indispensables en cualquier departamento de mantenimiento y que de la existencia de estos depende en gran medida la rapidez de la refacción en turno.

Dada la gran diversidad de los repuestos en el ámbito industrial, aquí solo se enunciarán las que tienen vinculación con la refrigeración y aún así, no se pretende abarcar todas ellas, sino solo las involucradas en los sistemas tratados aquí y que se consideran indispensables.

CONTROL DE ALMACEN

IV.1 IMPORTANCIA.

La continuidad en los procesos de producción de cualquier área de la industria, radica principalmente en el eficiente funcionamiento de sus máquinas, equipos e instalaciones y personal.

No puede pensarse que al fallar alguno de estos componentes, la industria deba cambiarse por completo, sino que se deben utilizar técnicas de localización y aislamiento para identificar el núcleo de la falla y para poder reparar o cambiar únicamente el elemento defectuoso. De ahí que muchas empresas se dediquen exclusivamente a la fabricación de componentes de repuesto, común y equivocadamente llamadas refacciones.

Estos repuestos son indispensables en cualquier departamento de mantenimiento ya que de la existencia de estos depende en gran medida la rapidez de la refección en turno.

Dada la gran diversidad de los repuestos en el ámbito industrial, aquí solo se enunciarán las que tienen vinculación con la refrigeración y aún así, no se pretende abarcar todas ellas, sino solo las involucradas en los sistemas tratados aquí y que se consideran indispensables.

IV. 2 SUSTITUCION DE COMPONENTES.

Muy a menudo, no se dispone de la pieza exacta de repuesto, en tales casos deberá elegirse un componente sustituto. Debe tenerse especial cuidado en elegir el componente sustituto, porque con una elección apropiada la sustitución de componentes puede ser una forma muy efectiva para reparar rápidamente un equipo. Un sustituto satisfactorio debe ser equivalente o mejor que el original en todas las características importantes. La selección de un sustituto adecuado requiere de un buen conocimiento de las características de los componentes y de habilidad para analizar un circuito para determinar los parámetros más importantes que debe cumplir el sustituto.

En casos de emergencia extrema, el dispositivo o el circuito puede ser modificado para permitir la sustitución por un componente disponible.

IV. 3 CLASIFICACION DE REPUESTOS.

No existe ninguna empresa o institución que pretenda dar un mantenimiento efectivo a sus instalaciones y maquinaria sin la existencia de los repuestos adecuados para cada una de sus áreas.

Para nuestro fin, están implicadas la hidráulica, la mecánica y la electricidad principalmente. Con estas áreas de conocimiento, no se pretende dar una selección de repuestos completamente estricta, dado que algunos componentes pueden ubicarse en una u otra área, según el punto de vista personal e individual.

De esta manera se dan a continuación tres cuadros que contienen las listas de los nombres de los repuestos más comunes e indispensables de cada área.

REPUESTOS PARA SISTEMA MECANICO

<ul style="list-style-type: none">• Poleas• Ventiladores• Bandas• Rodamientos• Tornillos y tuercas• Abrazaderas• Cuañas• Caples y acopladores• Opresores• Estaperos• Retenes• Aletas (flappers)• Bielas	<ul style="list-style-type: none">• Tolvas y guardapolvos• Difusores• Lubricantes• Roldanas• Flechas y pernos• Seguros• Resortes• Sellos mecánicos y juntas• O'rins• Lanas• Vástagos• Pistones• Remache pop
---	---

REPUESTOS PARA SISTEMAS HIDRAULICOS

<ul style="list-style-type: none">• Termómetros• Manómetros de Bourdón• Filtros para aire• Dehidratadores• Válvulas de paso• Controles de humedad• Controles de temperatura• Mirillas de líquido• Controles de flujo• Refrigerantes.	<ul style="list-style-type: none">• Válvulas de servicio• Controles de presión• Control doble de presión• Válvulas de seguridad• Válvulas solenoide• Codos• Niples• Tees• Conectores• Tuercas unión
---	--

REPUESTOS PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO

<ul style="list-style-type: none">• Capacitores• Relevadores térmicos• Protectores térmicos• Arrancadores magnéticos• Clavijas• Platinos• Focos y lámparas• Cemas	<ul style="list-style-type: none">• Conductores eléctricos• Estaciones de botones• Bobinas• Fusibles• Listones para fusible• Terminales• Apagadores• Cinta para aislar
--	---

La gran diversidad de los repuestos solo nos permite enunciarlos globalmente sin ninguna especificación en particular, eso dependerá de la particularidad y cantidad de cada equipo.

IV. 4 HERRAMENTAL.

El presente tema tiene como objetivo principal, mostrar un cuadro básico de herramientas para talleres de mantenimiento electro-mecánico, y en particular las que se utilizan para revisar y reparar equipos de refrigeración.

Lo primero que debe reconocerse para establecer los talleres de mantenimiento es un lugar físico que reúna las características de suficiente espacio, limpieza adecuada, mesas de trabajo adecuadas (para trabajo mecánico deben ser amplias y resistentes, para trabajo eléctrico debe tener los contactos suficientes e instrumentos de medición, etc.).

Anaqueles para colocar tanto los repuestos, como piezas que se están trabajando y las herramientas básicas.

Herramienta, es todo dispositivo utilizado para efectuar trabajos manuales. Las herramientas, lógicamente, pueden ser de muchos tipos y diseños, generalmente se clasifican según su uso, según su forma y dimensiones. Existen en el mercado gran variedad de estas herramientas.

Las herramientas más usadas en el taller de mantenimiento de tipo electromecánico son las que se mencionan en la siguiente tabla.

HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO

- Flexómetro
- Arco con segueta
- Escuadra Universal
- Manifold (Juego de manómetros)
- Pinzetas
- Tijeras para corte de lámina
- Destornilladores o Desarmadores:
 - Plano, phillips, allem, de caja, de relojero
- Pinzas:
 - Para mecánico, para electricista, de punta,
 - para pelar alambre, de corte, de presión
- Juego de llaves españolas, mixtas y estriladas en pulgadas y milimétricas.
- Llaves ajustables:
 - Perico, estilson, inglesa, de cadena
- Llaves de caja (dados)
- Manerales:
 - Tipo L articulado, doble tipo L fija,
 - tipo T, tipo desarmador, tipo matraca...

- Extensiones mecánicas;
- Rígida y flexible
- Extractor de poleas
- Llaves allen:
- En pulgadas y milimétricas
- Limas musas y bastardas:
- Planas, triangulares, cuadradas,
- media caña, redondas
- Tornillo de banco
- Prensa en C y de yugo
- Taladro electromecánico portátil y fijo
- Brocas para acero, concreto y de golpe
- Esmeril
- Matraca boney
- Juego de avellanar y cortar tubo
- Bomba de vacío
- Termómetro de 0 a 100 °C.
- Ampermetro de gancho
- Voltmetro
- Calmanes
- Calibrador
- Doblador de tubo
- Martillos de bola
- Equipo oxiacetilénico
- Planta para soldar (arco eléctrico)

La calidad, cantidad y tamaño se definirá, según los recursos económicos con que se disponga.

La descripción física, composición y técnicas de uso, no es la finalidad de este trabajo.

El equipo y herramientas usadas son básicas y se podrán encontrar en cualquier casa especializada en mecánica.

IV. 5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

La planeación de requerimiento de materiales, repuestos y herramientas, convierte las necesidades de mantenimiento en un alto índice de eficiencia, y permite un plan de abastecimiento de estos artículos que muestra cuando y cuantos componentes se necesitan. Esta acción es fundamental para poder dar un servicio en el momento requerido.

IV. 6 CONTROL DE ALMACÉN.

HERRAMIENTAS:

El almacén será el lugar en donde se llevará una relación de entradas y salidas del mismo, para llevar el control de inventarios. Esta relación de entradas y salidas, puede ser una forma tan sencilla que sólo indique entradas-salidas diariamente tanto al departamento de mantenimiento como a otros departamentos o donde se hayan mandado a reparar. Esta relación nos permite así saber su exacta ubicación de las herramientas.

Las herramientas son el nervio del control de almacén, y por esto de suma importancia el cuidado que se debe tener para llevar el mismo. Habrá que proceder a acomodarla en el almacén buscando la manera de que haya facilidad y fluidez para localizarla. Tratar que la herramienta de mayor uso este cerca del lugar donde se surte, que haya letreros visibles que indiquen la herramienta que se encuentra en cada lugar. Es importante que las herramientas entren diariamente al almacén con el objeto de que no se llenen de polvo, se oxiden y luego puedan causar problema en la calidad del trabajo. Para la salida del almacén de una herramienta se deberá llenar una forma que deberá llevar los siguientes datos:

- Clave de la herramienta
- Descripción de la herramienta
- Nombre de la persona que la recibe
- Fecha.

REPUESTOS Y MATERIALES:

En lo que se refiere a repuestos y materiales el control de estos se llevará por medio de un cardex, o bien por computadora, y se deberá elaborar una requisición debidamente autorizada. Dicho control deberá regirse por las políticas preestablecidas.

IV. 7 INVENTARIOS.

La función del control de inventarios está diseñada para ayudar a mejorar los inventarios, que son una importante partida del activo de toda empresa. Los objetivos de esta función son proporcionar información actualizada que permita mejorar la toma de decisiones y reducir el inventario, así como mantener un estricto control de las operaciones en el almacén.

Existen muchas distinciones importantes que hacerse entre los diferentes tipos de inventarios, pero aquí se sugiere el sistema de revisión periódica, que se basa en la determinación de un periodo de tiempo de revisión fijo regular, que podría ser una vez por semana, otras se revisarían mensualmente, semestralmente o anualmente.

Se deben asignar costos a las diversas consideraciones del inventario para evaluar adecuadamente la conveniencia de las funciones que este implica.

No se debe pasar por alto que el excesivo almacenamiento de repuestos, genera pérdidas económicas importantes.

ANALISIS ECONOMICO

V.1 PREFACIO ECONOMICO.

Siendo el Hospital General "La Perla" una Institución de Salud, Asistencia y Seguridad Social del Estado, debe establecer un proceso de planeación sustentado en un marco legal, y plasmado en planes, programas y proyectos.

Como entidad económica gubernamental no lucrativa, solo percibe cuotas de recuperación que no son lo suficientemente elevadas para cubrir sus altos costos del servicio que presta. Por ello su principal fuente económica la recibe del Gobierno Federal y Estatal.

Por esto debe estimar su ciclo económico en forma anualizada, por medio de un presupuesto por programas.

Cabe mencionar que los sueldos del personal no quedan integrados en este presupuesto.

El presupuesto por programas se desarrolla y se presenta como base del trabajo que debe realizarse durante el año siguiente, atendiendo a los objetivos específicos y de los costos de ejecución.

Los programas y actividades están a cargo de la Dirección del Hospital, quien es ejecutora y responsable de su estricta aplicación, esta responsabilidad la delega a cada una de las jefaturas de los diferentes departamentos y áreas.

V. 2 ELEMENTOS DE EVALUACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ESTADISTICAS:

Las estadísticas de mantenimiento son de suma importancia cuando se desea efectuar un análisis racional del problema de mantenimiento.

Sin llevar estadísticas solo se pueden hacer suposiciones o aplicar al problema las experiencias previas con otras máquinas.

Si la distribución de sus tiempos de interrupción muestran una gran variabilidad, o si las partes que fallan son extremadamente costosas, tal vez no sea conveniente el programa de M.P. para esa máquina.

Las estadísticas son necesarias para establecer estrategias sanas y para ajustar los procedimientos. Los registros del costo de mantenimiento también son importantes cuando se hacen estudios de reposición.

Las estadísticas de mantenimiento indican las fallas repetitivas del equipo, así como los servicios rutinarios y detalles que se hayan originado en pasadas inspecciones. Consiste en la elaboración del archivo "técnico-histórico" de los equipos. Las inspecciones deben indicarnos el comportamiento de cada uno de los equipos y deberán anotarse cronológicamente, también se anotará cualquier otra información adicional considerada importante, como los planos, diagramas, manuales, cambios, o adaptaciones que serán tomadas en cuenta para facilitar una toma de decisiones cuando aparezcan situaciones de incertidumbre.

Lo anterior nos permite la obtención, organización, procesamiento y presentación de los resultados cuando se convoque a juntas de dirección.

EFICIENCIA:

El mantenimiento preventivo se justifica si sus beneficios dan como resultado una reducción en los costos de operación.

La meta es mejorar los servicios, mediante una eficiente administración del mantenimiento.

La eficiencia del mantenimiento preventivo se medirá por medio del análisis de la información detallada que se obtiene.

La integración del programa de M.P., el sistema de órdenes de trabajo, el sistema de planeación y un programa de computación producen reportes que facilitan la auditoría y seguimiento de las actividades de Mantenimiento. Existen en el mercado de computación paquetes de software específicos que contienen los procedimientos ordenados secuencialmente para llevar al cabo las reparaciones de las fallas que se presenten, estos paquetes se pueden adecuar a los equipo aquí tratados.

La medida del M.P. es posible por la comparación de la cantidad de pesos Horas-Hombre (H-H), gastados en las Inspecciones del M.P.

Los datos acumulados fomentan una responsabilidad funcional y cooperación entre los demás departamentos y Mantenimiento, condición indispensable para el éxito del programa de M.P.

Para medir los rendimientos, se pueden preparar varios índices, tales como:

A) Cobertura del Mantenimiento Preventivo:

$$\% = \frac{\text{H-H empleadas en el trabajo del M.P.}}{\text{Total de H-H trabajadas}} \times 100$$

B) Paros de equipo ocasionados por descomposturas:

$$\% = \frac{\text{Paros ocasionados por descomposturas}}{\text{Total de tiempo de paros}} \times 100$$

C) Costos por inspecciones completas:

$$\% = \frac{\text{Inspecciones completas}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$$

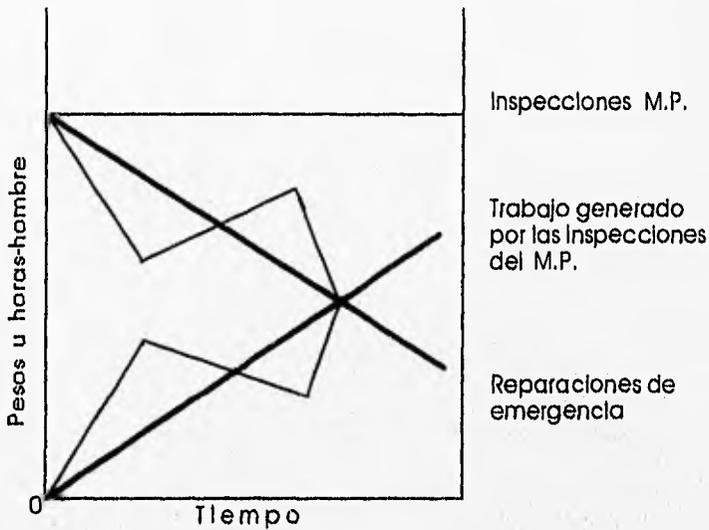
D) Costo del M.P. como porcentaje de los costos totales de mantenimiento por descompostura.

$$\% = \frac{\text{Costo total del M. P.}}{\text{Costo total del manto por descomposturas}} \times 100$$

E) Probabilidad de falla de los equipos. (por máquina)

$$\% = \frac{\text{Servicios programados en un año}}{\text{Servicios dados}} \times 100$$

En la gráfica siguiente, se observan cinco factores que involucra el Mantenimiento Preventivo.



La medición de la eficiencia del M.P. se hace posible por la comparación de la cantidad de pesos u h-h y el tiempo que generan. Si las inspecciones no generan trabajo, las probabilidades son de que las inspecciones no han sido hechas, o de que el hospital se encuentra en condiciones excelentes.

Se hace incaplé que para realizar un programa de mantenimiento eficiente, se requiere un nivel técnico del trabajador, adecuado a nuestras necesidades. Es por esto que la capacitación es determinante para elevar la eficiencia en todos los aspectos. Se deberá mantener buena calidad en la ejecución de los trabajos, esto repercutirá en el alargamiento y estandarización de los ciclos de falla del equipo.

La motivación del personal es de bastante importancia en la eficiencia del M.P. porque como en otras actividades, el factor clave es, sigue siendo y será el humano.

RENDIMIENTO:

El éxito o fracaso en la operación de las máquinas, depende de la correcta aplicación que se les dé dentro del trabajo que han de realizar, para obtener de ellas su máximo rendimiento, deben conocerse sus características así como la forma de aplicarlas, conocer sus capacidades, y de la continua selección de los factores que pueden influir en el rendimiento de una máquina - físicos, mecánicos y humanos - es aprovecharlas en su más alto rendimiento. De igual modo y para obtener un buen rendimiento, el equipo con que se cuente debe ser adaptado a nuestras necesidades de trabajo.

El cuidar que cada máquina o equipo trabaje a su justa capacidad, es una condición básica, para su buena conservación, además en toda actividad deben observarse las reglas y recomendaciones para su correcta operación, con lo que se garantizará una buena conservación preventiva. Si se requiere de esta garantía hay que evitar golpes, forzamientos, cargas excesivas, velocidades no recomendadas, etc.

En toda actividad, del buen rendimiento de las personas así como la perfecta coordinación sus actividades producen óptimos frutos, igualmente sucede con las máquinas; actitudes contrarias marcan deficiencias que conducen a resultados negativos.

V. 3 COSTOS DE MANTENIMIENTO.

Partiendo de la definición de contabilidad que: Es el arte de registrar y sintetizar las transacciones de una entidad económica, y tales entidades no sólo comprenden negocios, sino otras unidades como escuelas, ciudades, estados, clubes e inclusive iglesias, y para este caso particular un Hospital; en el que se enfoca el trabajo económico del departamento de mantenimiento.

Para un sistema de costos, se contemplan dos objetivos generales:

1. Proporcionar una actividad de contabilidad, la cual registra la información requerida en los libros apropiados.
2. Proporcionar al departamento de Mantenimiento, la información requerida para el control interno y la evaluación de su funcionamiento.

Para que un sistema de costos cumpla eficientemente su funcionamiento debe llevar al cabo una contabilidad que registre en los libros la información requerida, a efecto de controlar y evaluar el funcionamiento del departamento.

Los costos de mantenimiento se encuentran clasificados en:

- A) Sumas o adiciones al capital.
- B) Costos de reparación.
- C) Costos de desmantelamiento.
- D) Costos de la distribución de los servicios.
- E) Costos varios.

A) Costos o adiciones al capital.

Implica el costo total de los trabajos realizados por mantenimiento, en la suma de los activos del capital del hospital.

Estos costos incluyen:

1. **Equipo nuevo.**- Un equipo nuevo o una pieza del equipo, se define como una adición al capital, ya sea comprada o construida.

2. **Mejoras.-** Las mejoras y progresos, son alteraciones o cambios en la estructura para prolongar la vida útil de un bien existente.
3. **Reemplazos.-** Es una sustitución de una unidad o parte de ella, que resulta con un vida útil menor que la unidad a la que se le agrega.

B) Costos de reparación.

Incluyen todos los costos efectuados, para tener al Hospital y a sus equipos en condiciones óptimas de operación.

Estos costos incluyen: los costos de reparación por interrupción, costos de inspección de rutinas y de mantenimiento preventivo, costos de trabajos de conservación, costos de lubricación, costos de reemplazos por desgaste y gastos en reparación del edificio y anexos.

C) Costos de desmantelamiento.

Incluye la remoción del equipo obsoleto o fuera de servicio. Se contempla, cuando se remueve una unidad completa o una porción mayor y el costo será capitalizado sobre una nueva instalación.

Esta partida no es considerada como primaria, pero es donde se contemplan cambios mayores y el gasto no puede tratarse como un nuevo capital, ya que se incluye esta erogación afecta adversamente en el costo verdadero.

D) Costos de la distribución de los servicios.

Esta categoría, abarca el costo de los combustibles, el costo de todas las actividades o servicios adquiridos, como electricidad, agua, drenaje, y el costo de trabajo para producirlos y distribuirlos.

Los costos de reparación implícitos en mantener los sistemas de servicios, se incluyen como parte de este panorama de costos.

E) Costos varios.

Incluyen partidas de gastos como: Servicios de jardinería, remoción de basura, limpieza de patios, o cualquier otro servicio no incluido en las categorías anteriores.

V. 4 ANÁLISIS ECONOMICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

El costo del M.P. se calcula en base a las horas-hombre desarrolladas durante las inspecciones y servicios programados sobre el equipo, así como de las fallas incipientes que se presentan y atienden.

Para el cálculo de h-h utilizadas en el M.P. se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- 1) 365 Días laborables al año
- 2) Periodicidad de las revisiones:

Diarias	(D)	Trimestrales	(T)
Semanales	(S)	Semestrales	(S)
Mensuales	(M)	Anuales	(A)

A continuación se muestran los cuadros concentrados de tiempo anuales generados por el programa del M.P. y el costo total de mano de obra por realizarlo.

CUADRO 1

Horas-Hombre utilizadas en 21 equipos con compresor hermético.

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:05	0:15	0:15	0:05	0:10		
SERVICIO		0:15	1:00			5:00	
TOTALES	30.41	26.0	15.0	0.33	0.33	5.0	1618.4

CUADRO 2

Horas-Hombre utilizadas en 6 equipos con compresor abierto.

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:09	0:21	0:05	0:10	0:40	1:00	
SERVICIO			0:40		1:30	9:00	
TOTALES	54.75	18.2	9.0	0.66	4.3	10.0	581.4

CUADRO 3

Horas-Hombre utilizadas en 25 equipos de extracción y ventilación.

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:04	0:05		0:10	0:40		
SERVICIO		0:15	1:10		0:40	8:00	
TOTALES	24.3	17.3	14.0	0.6	2.6	8.0	1670

A continuación se muestran los cuadros concentrados de tiempo anuales generados por el programa del M.P. y el costo total de mano de obra por realizarlo.

CUADRO 1

Horas-Hombre utilizadas en 21 equipos con compresor hermético.

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:05	0:15	0:15	0:05	0:10		
SERVICIO		0:15	1:00			5:00	
TOTALES	30,41	26,0	15,0	0,33	0,33	5,0	1618,4

CUADRO 2

Horas-Hombre utilizadas en 6 equipos con compresor abierto.

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:09	0:21	0:05	0:10	0:40	1:00	
SERVICIO			0:40		1:30	9:00	
TOTALES	54,75	18,2	9,0	0,66	4,3	10,0	581,4

CUADRO 3

Horas-Hombre utilizadas en 25 equipos de extracción y ventilación

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:04	0:05		0:10	0:40		
SERVICIO		0:15	1:10		0:40	8:00	
TOTALES	24,3	17,3	14,0	0,6	2,6	8,0	1670

CUADRO 4

Horas-Hombre utilizadas en 2 unidades de Aire Acondicionado
tipo ventana

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:04	0:12	0:10				
SERVICIO			0:15	1:00	0:30	2:00	
TOTALES	24.3	10.4	5.0	4.0	1.0	2.0	93.4

CUADRO 5

Horas-Hombre utilizadas en equipos de Aire Acondicionado
Sistema de Agua Helada

PERIODO	D	S	M	T	SE	A	
INSPECCIONES	0:37	0:10		0:25		0:20	
SERVICIO			1:30	1:45	5:55	27:20	
TOTALES	225.0	8.6	18.0	8.6	11.8	27.66	2697

El concentrado total de horas-hombre utilizadas por el M.P. es de:

6660.26 hr

Dividiendo entre 365 días al año:

$$6660.26 \div 365 = 18.2 \text{ hr / día}$$

Este resultado dividido entre 7 horas que tiene cada turno:

$$18.2 \div 7 = 2.6 \text{ turnos / día}$$

Se observa que se requieren aproximadamente 3 turnos para cubrir el plan, y se considera que cada turno lo cubre un trabajador. Esto es, que se requieren tres personas para realizar los trabajos de M.P. que serán: Un mecánico especializado y dos ayudantes.

Por lo tanto:

$$18.2 \div 3 = 6.06 \text{ hr / trabajador / turno}$$

Serían 6.06 horas de trabajo efectivo por cada trabajador y le sobrará tiempo para algunos trabajos imprevistos y poder proyectar mejoras u otras actividades.

SUELDOS:

En el catálogo de puestos que rige a la Secretaría de Salud en el área Administrativo, nos señala lo siguiente:

GRUPO	88 MANTENIMIENTO MECANICO
RAMA	SO8803
PUESTO	Mecánico de maquinaria especializada
SUELDO	N\$ 1,456.56 mensual.

GRUPO	01 SERVICIOS
RAMA	S01803
PUESTO	Oficial de mantenimiento y servicios especializados
SUELDO	N \$ 1,069.50 mensual

Por tanto, como se considera un mecánico y dos oficiales el costo de la mano de obra del M.P. durante un año será:

MECANICO ESPECIALIZADO	N \$ 18,478.72
OFICIAL ESPECIALIZADO	12,734.00
	<hr/>
	N \$ 31,212.72

Se observa que el costo es muy económico en comparación con los efectos y beneficios que se lograrán.

La comparación económica con algunas empresas privadas por la prestación de este servicio, queda fuera de lugar, pues se sabe que los salarios de los trabajadores al Servicio del Estado son muy bajos, además la inestabilidad económica del país no permite en la actualidad tener un presupuesto vigente por los constantes movimientos de paridad peso-dollar.

CONCLUSIONES

El contenido del presente trabajo no es una panacea, sino una muestra de los puntos generales para la elaboración de un programa de mantenimiento para cada equipo que se necesite preservar en óptimas condiciones físicas y de trabajo. En él se demuestran los beneficios económicos y productivos que abarcan tanto a maquinaria y equipo como a instalaciones de toda índole.

El mantenimiento actual se suministra de manera poco organizada no sólo a los equipos tratados aquí, sino a la maquinaria en general instalada dentro de esta institución, por ello la importancia de este trabajo.

Es obvio que el sistema a elegir debe planificarse correctamente desde su fase inicial a través de sus principales aspectos. El programa presentado solo da las técnicas e ideas para un grupo de equipos, pero puede aplicarse a todos los demás equipos instalados en este Hospital. El programa se debe actualizar junto con el mantenimiento de acuerdo a los avances tecnológicos y los requerimientos de la unidad.

Aplicando el mantenimiento que se propone, se obtiene:

- Prolongación de la vida útil del equipo.
- Mayor eficiencia del equipo.
- Reducción en los costos de mantenimiento.

En lo personal se adquirió experiencia y los conocimientos necesarios encaminados a enfrentar trabajos de mayor envergadura no sólo de M.P. sino también para otras áreas industriales.

BIBLIOGRAFIA

ABC DEL AIRE ACONDICIONADO

Tricoml Ernest
Boixareu Editores

ANALIS TECNICO DE COMPRESORES

Angeles Cravioto Sergio
UNAM - Cuadernos ENEP Aragón

REFRIGERACION Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

W. F. Stoecker
Mc. Graw - Hill

MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Comisión Federal de Electricidad.

MANTENIMIENTO Y REPARACION DE REFRIGERADORES

Gollber Paul f.
Editorial Diana.

MANUAL DE MOTOCOMPRESORES HERMETICOS

PARA REFRIGERACION COMITSU
Mitsubishi - Westinghouse.

ORGANIZACION Y DIRECCION INDUSTRIAL

Lawrence L. Bethel
Fondo de Cultura Económica.

ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Agustín Reyes Ponce.
Editorial Limusa

TECNICAS DE MONTAJE Y SEGUIMIENTO DE REPARACIONES DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION

Editado por CEDAT - S.S.

MANUAL TECNICO DE HERRAMIENTAS

Editado por CEDAT - S.S.