



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**Programa de Mantenimiento Preventivo para el Cuarto de Calderas del
Hospital Privado de las Américas**

Julio Roberto Chiroy Santos
Asesorado por: Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Guatemala, febrero de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CUARTO DE CALDERAS DEL HOSPITAL PRIVADO DE LAS AMÉRICAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JULIO ROBERTO CHIROY SANTOS

ASESORADO POR EL ING. BYRON GIOVANNI PALACIOS COLINDRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:
VOCAL II: Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III: Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V: Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA: Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR: Ing. Anacleto Medina
EXAMINADOR: Ing. Gilberto Morales
EXAMINADOR: Ing. Roberto Guzmán
SECRETARIO: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

Programa de Mantenimiento Preventivo para el Cuarto de Calderas del Hospital Privado de las Américas

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 17 de febrero del año 2004.

f. _____

Julio Roberto Chiroy Santos

DEDICATORIA A:

Dios

Por todas las bendiciones que he recibido. A pesar de mis errores confías en mí.

Mis padres Carlos y Thelma

Por su trabajo y desvelos, por darme la oportunidad para prepararme y nunca perder la seguridad en que lo alcanzaría.

Mis hermanos Carlos, Ana, Julia, Luís y Oscar

Por su amor y apoyo incondicional en todo momento.

Mis sobrinos Jacqueline Fernanda, Ana Victoria, Carla María, Rodrigo Daniel y Ángel Estuardo

Por llenar de luz y alegría cada día de mi vida. Los quiero mucho.

Mis abuelos Agustín y Josefa

Por haberme predicado con el ejemplo la humildad, el respeto, la honradez y la responsabilidad. Sus consejos no fueron en vano. Descansen en paz Patatín y Abuelita Chepa.

Evelyn Carolina

Por que ninguna mujer podrá darme lo que tú me has dado. Por tu amor y compañía gracias nena linda. Te amo.

La Familia Ordóñez Ruiz

Porque sin esperar nada a cambio me ayudaron cuando más lo necesitaba. Que dios los bendiga siempre.

Mis amigos

Que sin hacer mención saben de mi gran cariño y respeto. Gracias por compartir tantas experiencias inolvidables, juntos.

Mi primo David

Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Gracias por su tiempo y dedicación en la realización de éste trabajo de graduación.

Al Hospital Privado de las Américas

Por permitirme desarrollar en sus instalaciones mí trabajo de graduación.

A usted

Respetuosamente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	
GLOSARIO.....	
RESUMEN.....	
OBJETIVOS.....	
INTRODUCCIÓN.....	
1 CONDICIONES INICIALES DEL CUARTO DE CALDERAS	
1.1 Mantenimiento preventivo.....	
1.2 Observación de la operación.....	
1.2.1 Ajuste y operación de calderas.....	
1.2.2 Conexión mecánica del motor modulador y regulador de tiro.....	
1.2.3 Sistema eléctrico de calderas.....	
1.2.4 Sistema de alimentación de combustible.....	
1.2.5 Tipo de combustible.....	
1.2.6 Tipo de caldera.....	
1.2.7 Tamaño de la caldera.....	
1.2.8 Eficiencia de la caldera.....	
1.2.9 Sistema de alimentación de combustible.....	
1.2.9.1 Línea de combustible.....	

1.2.9.2 Línea de atomización.....	
1.2.9.3 Línea de vapor.....	
1.2.9.4 Aire de combustión.....	
12.9.5 Gas propano.....	
1.2.10 Bomba de combustible.....	
1.2.11 Calentador de combustible.....	
1.2.12 Control mecánico de combustible.....	
1.2.13 Tirador de combustible.....	
1.2.14 Válvulas solenoides para combustible.....	
1.2.15 Termostatos para el calentador de vapor.....	
1.2.16 Línea de aire de atomización.....	
1.2.17 Válvula reguladora de presión de vapor.....	
1.2.18 Válvula solenoide para vapor.....	
1.2.19 Ventilador.....	
1.2.20 Damper.....	
1.2.21 Válvula reguladora de gas.....	
1.2.22 Válvula solenoide de gas.....	
1.2.23 Manómetro de gas.....	
1.2.24 Instalación del tanque de combustible a la caldera.....	
1.2.25 Sistema de alimentación de agua.....	
1.2.26 Instalación de un tanque de condensados.....	
1.2.27 Instalación de las bombas de agua a la caldera.....	
1.2.28 Instalación de las purgas de la caldera.....	
1.2.29 Instalación del tanque de condensados a la bomba de agua.....	
1.3 Pruebas periódicas.....	
1.3.1 Prueba de banco.....	
1.3.2 Prueba hidrostática.....	
1.4 Inspección.....	33

1.5 Supervisión.....	34
2. RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CALDERAS	
2.1 Conjunto de quemador.	
2.1.1 Revisión de funcionamiento	
2.1.2 Boquillas.....	
2.1.3 Cuerpo del quemador.....	
2.1.4 Electrodo de ignición.....	
2.1.5 Aislantes de electrodo de ignición.....	
2.1.6 Cables de ignición.....	
2.1.7 Piloto de gas.....	
2.1.8 Foto-celda.....	
2.1.9 Combustión.....	
2.1.10 Control de nivel de agua.....	
2.1.10.1 Tubo de nivel.....	
2.1.10.2 Flotador.....	
2.1.10.3 Diafragma de flotador.....	
2.1.10.4 Columna del Mc. Donnell.....	
2.1.10.5 Purga.....	
2.2 Línea y bomba de alimentación de agua.....	
2.2.1 Cebado.....	
2.2.2 Temperatura de cojinetes.....	
2.2.3 Lubricación de cojinetes.....	
2.2.4 Prensa-estopas.....	
2.2.5 Alineación.....	
2.2.6 Impulsor.....	
2.2.7 Accesorios de tubería.....	
2.3 Cuerpo de la caldera.....	
2.3.1 Limpieza del lado de agua.....	
2.3.2 Limpieza del lado de fuego.....	

2.3.3 Fuga en los tubos.....	
2.3.4 Material refractario.....	
2.3.5 Empaques.....	
2.3.6 Pernos y tuercas.....	
2.3.7 Fugas de agua, vapor y gases de combustión.....	
2.4 Sistema de combustible.....	
2.4.1 Línea de alimentación.....	
2.4.2 Nivel de tanque principal.....	
2.4.3 Nivel de tanque de diario.....	
2.4.4 Filtro de línea de alimentación.....	
2.4.5 Fajas de transmisión.....	
2.4.6 Alineación.....	
2.4.7 Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario.....	
2.4.8 Válvulas solenoides.....	
2.4.9 Malla del ventilador.....	
2.4.10 Lubricación del motor ventilador.....	
2.4.11 Temperatura de cojinetes.....	
2.4.12 Fajas de transmisión.....	
2.4.13 Vibraciones en el motor y ventilador.....	
2.5 Tanque de condensados.....	
2.5.1 Filtro de válvula de entrada de agua al tanque.....	
2.5.2 Filtro de la descarga a la bomba de alimentación.....	
2.5.3 Limpieza del tanque.....	
2.5.4 Sistemas de tratamiento de agua.....	
2.5.5 Sistema eléctrico.....	
2.5.5.1 Revisión de terminales.....	
2.5.5.2 Limpieza de platinos.....	
2.5.5.3 Limpieza del control programador.....	

<p>2.5.6 Control de presión de vapor.....</p> <p>2.5.7 Cápsula de mercurio del Mc. Donnell.....</p> <p>2.5.8 Termostatos.....</p> <p>2.5.9 Válvula de seguridad.....</p> <p>2.5.10 Termómetros.....</p> <p>2.5.11 Manómetros.....</p> <p>2.5.12 Válvulas en general.....</p> <p>2.5.13 Trampa de vapor del precalentador.....</p> <p>2.5.14 Chimenea.....</p> <p>2.5.15 Pintura y limpieza.....</p> <p>2.5.16 Iluminación y ventilación.....</p> <p>3. GUÍA PARA RUTINAS DE MANTENIMIENTO</p>	
<p>3.1 Semanales.....</p> <p>3.2 Mensuales.....</p> <p>3.3 Trimestrales.....</p> <p>3.4 Semestrales.....</p> <p>3.5 Anuales.....</p> <p>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</p> <p>4.1 Análisis antes de la aplicación del programa.....</p> <p> 4.1.1 Mes de enero.....</p> <p> 4.1.2 Mes de febrero.....</p> <p> 4.1.3 Mes de marzo.....</p> <p> 4.1.4 Mes de abril.....</p> <p> 4.1.5 Mes de mayo.....</p> <p>4.2 Análisis después de la aplicación del programa.....</p> <p> 4.2.1 Mes de junio.....</p> <p> 4.2.2 Mes de julio.....</p> <p> 4.2.3 Mes de agosto.....</p>	

4.2.4 Mes de septiembre.....	
4.2.5 Mes de octubre.....	
4.2.6 Mes de noviembre.....	
4.2.7 Mes de diciembre.....	
4.2.8 Mes de enero.....	
4.2.9 Mes de febrero.....	
4.2.10 Mes de marzo.....	
4.2.11 Mes de abril.....	
4.2.12 Mes de mayo.....	
4.3 Comparación del gasto mensual antes y después de la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo.....	
ANEXOS.....	3
CONCLUSIONES.....	2
RECOMENDACIONES.....	3
BIBLIOGRAFÍA.....	4

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Análisis de gastos de operación	2
2	Instalaciones mecánicas inseguras	5
3	Equipo contra incendios utilizado en el hospital	7
4	Iluminación en el cuarto de calderas	8
5	Equipo de protección personal utilizado en el hospital	8
6	Partes principales de una caldera	10
7	Accesorios de caldera y otras partes importantes	11
8	Instalación típica de un tanque de combustible (Bunker)	17
9	Transmisión mecánica de la bomba de combustible a través de poleas	18
10	Instalación de un tanque de combustible subterráneo	23
11	Instalación de un tanque de alimentación de agua	24
12	Instalación de un tanque de condensados	26
13	Diferentes tipos de instalación de purgas	26
14	Instalación recomendada de reducciones en la sección de la bomba	30
15	Válvula de seguridad	32
16	Detalle de electrodos	36
17	Nivel de agua de la caldera	39

18	Alineación bomba-motor en el sistema de agua	44
19	Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras	46
20	Alineación bomba motor en el sistema de combustible	51
21	Válvulas solenoides	52
22	Termómetro	58
23	Manómetro	59
24	Válvulas	59
25	Informe de rutinas	63
26	Orden de trabajo	70
27	Orden de servicio	71
28	Informe diario de mantenimiento	72
29	Comparación del consumo mensual de combustible, sin la aplicación de mantenimiento preventivo	81
30	Comparación del consumo mensual de combustible, con la aplicación de mantenimiento preventivo	99
31	Comparación de gastos mensuales antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo	100
32	Comparación de los promedios calculados tanto de consumo de combustible como costos por consumo del mismo y el ahorro obtenido	102
33	Caldera y partes principales	103
34	Otras partes importantes de una caldera	104
35	Incineración de residuos médicos en postas rurales	109
36	Relleno sanitario para residuos de postas rurales	110
37	Aplicación de un vector en el control de plagas	111

	TABLAS	
I	Aceite versus grasa	42
II	Análisis de consumo de combustible para el mes de enero	75
III	Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero	77
IV	Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo	78
V	Análisis de consumo de combustible para el mes de abril	79
VI	Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo	80
VII	Análisis de consumo de combustible para el mes de junio	82
VIII	Análisis de consumo de combustible para el mes de julio	83
IX	Análisis de consumo de combustible para el mes de agosto	85
X	Análisis de consumo de combustible para el mes de septiembre	86
XI	Análisis de consumo de combustible para el mes de octubre	87
XII	Análisis de consumo de combustible para el mes de noviembre	89
XIII	Análisis de consumo de combustible para el mes de diciembre	90
XIV	Análisis de consumo de combustible para el mes de enero	92
XV	Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero	93
XVI	Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo	94
XVII	Análisis de consumo de combustible para el mes de abril	96
XVIII	Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo	97
XIX	Costos por consumo de combustible antes de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo	101
XX	Costos por consumo de combustible después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo	101

--	--	--

GLOSARIO

Agua blanda	Es el agua que ha sido tratada y no posee dureza.
Agua cruda	Es el agua que no ha recibido tratamiento químico alguno y que posee algunas impurezas.
Aislante	Material utilizado para separar la superficie del material que lo posee con el ambiente exterior a él, evitando la pérdida de calor.
Alcalino	Que posee hidróxidos solubles en el agua.
Asbesto	Mineral semejante al amianto, de fibras duras y rígidas, utilizado como aislador de calor.
Base	Sustancia capaz de aceptar un ión hidrógeno (un protón) y producir iones hidróxido en soluciones.
BTU	Unidad térmica británica utilizada para expresar la

	capacidad de una caldera.
Bunker	Combustible derivado del petróleo utilizado en algunas calderas.
Caldera	Equipo diseñado y construido para la generación de vapor a presión, puede producir fuerzas en procesos industriales, calefacción, esterilización, etc.
Combustión	Reacción química, caracterizada por ser instantánea y principalmente por su desprendimiento de calor y luz. Son necesarios tres elementos para que se de, estos son: aire, combustible y calor.
Corrosión	Es un desgaste anormal producido en las partes metálicas del interior de la caldera que tienen contacto directo con el agua, es causada por acción electrolítica, alcalinidad del agua y oxígeno.
Grafito	Material de textura compacta, color negro agrisado, lustre metálico y compuesto por carbono cristalizado.
Incrustación	Capa de carbonato cálcico en las paredes y tubos de las calderas, cuyo efecto consiste en la disminución de la transferencia de calor a través de las superficies de caldeo.
Tortugas	Se les llama así a las tapaderas del tanque de condensados por la forma que tienen. Su función es la de sellar herméticamente la parte posterior del tanque de

	condensados.
--	--------------

RESUMEN

La forma de operación de las calderas, empieza desde la puesta en marcha diariamente a la tres de la mañana, anterior a esto se realizan las inspecciones necesarias para que el arranque sea correcto, y garantizar la distribución de vapor hacia todos los servicios desde temprano. Informarse si la distribución en los servicios es adecuada, en caso contrario revisar el equipo, detectar el problema y corregirlo de inmediato.

La carencia de un programa de mantenimiento preventivo en el cuarto de calderas, ha provocado paro de equipos innecesarios y el gasto en reparaciones por descuidos del personal encargado de revisar el buen funcionamiento de los equipos.

En el capítulo uno se mencionan los temas de observación de operación, pruebas periódicas, inspección y supervisión de la caldera. En el capítulo dos se establece la manera de proceder para realizar las rutinas propias de mantenimiento. El establecimiento de rutinas de mantenimiento en el capítulo dos sirve de guía para el personal encargado del mantenimiento en el hospital, pues ésta es la idea del programa. En el capítulo tres se establece una guía de las rutinas descritas en el capítulo dos, posteriormente en el capítulo cuatro se muestra un análisis del consumo de combustible antes y después de la

aplicación del programa de mantenimiento preventivo, se hace la comparación respectiva y se concluye si es factible o no la puesta en marcha del programa de mantenimiento.

OBJETIVOS

➤ **General**

Establecer un programa de mantenimiento preventivo para el cuarto de calderas y sus equipos del Hospital Privado de las Américas que garantice su buen funcionamiento, y además que demuestre ahorros en el presupuesto anual del departamento de mantenimiento.

➤ **Específicos**

1. Definir una guía de rutinas de mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento de las calderas para que éstas operen de una forma eficiente.
2. Dar soluciones inmediatas para las fallas más comunes en el área de calderas del Hospital Privado las Américas.

3. Evitar al máximo reparaciones, cambio de accesorios y la pérdida del tiempo.

INTRODUCCIÓN

El Hospital Privado de las Américas, ubicado en la zona 14 de la ciudad de Guatemala, cuenta con los servicios de emergencia, sala de operaciones, cuidados intensivos, sala de recién nacidos, gimnasio y terapia, cocina y lavandería.

El objetivo principal de un hospital es garantizar el bienestar de sus pacientes, lo cual implica que tanto en personal médico como equipo hospitalario, sean de la mejor calidad y funcionen eficientemente. Por lo cual se ha decidido establecer un programa de mantenimiento preventivo que se adecúe a las necesidades observadas en los diferentes procesos de inspección y observación de la operación.

El departamento de mantenimiento es el encargado de garantizar el buen funcionamiento de todos los servicios, pero también debe tomarse en cuenta que esto implica algunos gastos que en administración no se toman en cuenta dentro del presupuesto establecido para ello. La política del hospital no permite darle la importancia necesaria que implica que todos los servicios funcionen eficientemente a la hora de utilizarlos.

En el cuarto de calderas específicamente existen dos calderas pirotubulares y sus equipos auxiliares, dos plantas eléctricas de emergencia, instalación de tuberías de distribución de vapor hacia los servicios que lo requieran.

El programa de mantenimiento menciona en el capítulo uno las condiciones iniciales del cuarto de calderas, en el capítulo dos se establecen las rutinas de mantenimiento descritas de manera diaria, mensual, trimestral, semestral y anualmente.

En el capítulo tres se establece una guía de las rutinas descritas en el capítulo dos, posteriormente en el capítulo cuatro se muestra un análisis de consumo de combustible antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo y se concluye si es factible o no la puesta en marcha del programa de mantenimiento.

1. CONDICIONES INICIALES DEL CUARTO DE CALDERAS

1.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades e inspecciones programadas que pueden tener o no como consecuencia una tarea correctiva o de cambio, el éxito del programa consiste en garantizar y mejorar el funcionamiento para el cual fueron diseñados los equipos. Es decir mantener o mejorar la eficiencia de la caldera. Una caldera que cuenta con instrumentos y atención adecuados, se podrá mantener con una eficiencia alta. Cualquier caldera que reciba una atención meramente ocasional, no dará el rendimiento que se espera de ella.

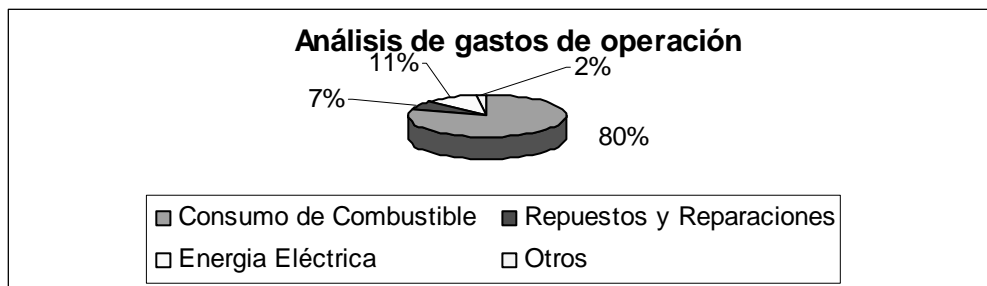
La idea de establecer un programa de mantenimiento preventivo surgió después de observación de las condiciones inadecuadas para un buen funcionamiento de los equipos e instalaciones y de la falta de capacitación del personal encargado de garantizar el buen funcionamiento del equipo de producción de vapor y equipos auxiliares.

El departamento de mantenimiento carece del un control adecuado en relación a tareas específicas, además existe un desconocimiento por parte del personal de lo que implica garantizar el funcionamiento de estos equipos.

Solamente se procede a encender y apagar la caldera sin recibir instrucción o capacitación alguna para poder realizarlo, como si se tratará de cualquier equipo mecánico al cual no tendría que ponerle la más mínima atención.

Todos estos aspectos observados además el alto consumo de combustible mensual, altos gastos en la compra de repuestos innecesarios originaba que el presupuesto para el departamento de mantenimiento fuera demasiado alto comparado con los servicios que este presta, el consumo de combustible abarca el 80 % en gastos de operación comparado con gastos en repuestos y energía eléctrica, por esta razón se analizará el consumo de combustible para evaluar la factibilidad del programa considerando que el porcentaje más alto de los gastos de operación se da en el consumo de combustible. La gráfica 1 muestra este análisis de gastos de operación.

Figura. 1. Análisis de gastos de operación



La comparación incluirá en el capítulo cuatro un análisis diario de consumo de combustible (bunker) durante cinco meses antes de implementar el presente trabajo, comparado con el análisis de consumo de bunker durante 12 meses aplicando las rutinas de mantenimiento descritas en plan de mantenimiento preventivo. Se incluirán gastos en reparaciones y repuestos utilizados. Es

necesario que el mantenimiento preventivo se realice mediante acciones periódicas y en un orden preestablecido. Las condiciones rutinarias son las siguientes:

- ✓ Observación de la operación
- ✓ Pruebas periódicas
- ✓ Inspección
- ✓ Supervisión

1.2 Observación de la operación

El hospital cuenta con dos calderas del tipo pirotubulares y sus características son las siguientes:

CALDERA No. 1

Serie L – 68505
Modelo CB 600-80
Entrada 3347000 BTU / H
Presión máxima 150 PSI

CALDERA No. 2

Serie L - 67430
Modelo CB 600-80
Entrada 3347000 BTU/H
Presión máxima 150

Requisitos Eléctricos

230 voltios 3 fase ,60 Hertz, 31 – 37 Amperios.

Mínima capacidad del circuito 33.5 – 41 Amperios.

Capacidad máxima de protección 124 – 148 Amperios.

Motor soplador 3 – 5 HP.

Motor compresor 2 HP.

Calentador de aceite 5 KW.

Control Circuito 120V 1 fase, 60 Hertz, 7 Amperios.

A las 3:00 A.M. diariamente el encargado de turno procede a realizar las rutinas previas al encendido de la caldera, es decir revisa que las mangueras o conductos de combustible que normalmente se encuentran sucias no lo estén. Normalmente se tapan porque el combustible está frío y necesitan limpiarse con algún tipo de solvente, los utilizados en este caso son diesel y agua caliente a presión; además revisa que exista:

- agua en el tanque de condensados,
- energía eléctrica del tablero principal al tablero de control de la caldera, luego examina que estén cerradas
- las válvulas de suministro de vapor,
- de purgas y
- de prueba del McDonnell, y que además estén abiertas las válvulas de:
 - suministro de combustible a la caldera,
 - suministro de agua de reposición al tanque de condensados y
 - suministro de agua del tanque de condensados a la caldera

Al mismo tiempo verifica que exista combustible en el tanque de diario y gas en el tanque y línea de alimentación aproximadamente esto lo completa en 40 minutos. Después de realizadas estas inspecciones procede a poner en funcionamiento el precalentador y la bomba de recirculación de combustible, además verifica que la presión de combustible se mantenga en un rango de 35 a 50 PSI y la temperatura de combustible varíe entre 60 y 70 °C, posterior a esto coloca el interruptor de fuego alto-bajo en posición de fuego bajo y el control manual-automático en posición manual.

A las 3:40 A.M. se pone en funcionamiento la caldera y cuando haya alcanzado la presión de trabajo de 110 PSI en fuego alto, realiza las purgas abriendo las válvulas de purga durante 12 segundos y luego las cierra de inmediato. Procede a abrir las válvulas en el maníful de distribución de vapor a los servicios del hospital que así lo requieran.

Al final de la jornada cierra la válvula principal de suministro de vapor y realiza las purgas respectivas. Accionará las válvulas de seguridad por lo menos tres veces por semana, tomando las precauciones de seguridad necesarias para no quemarse.

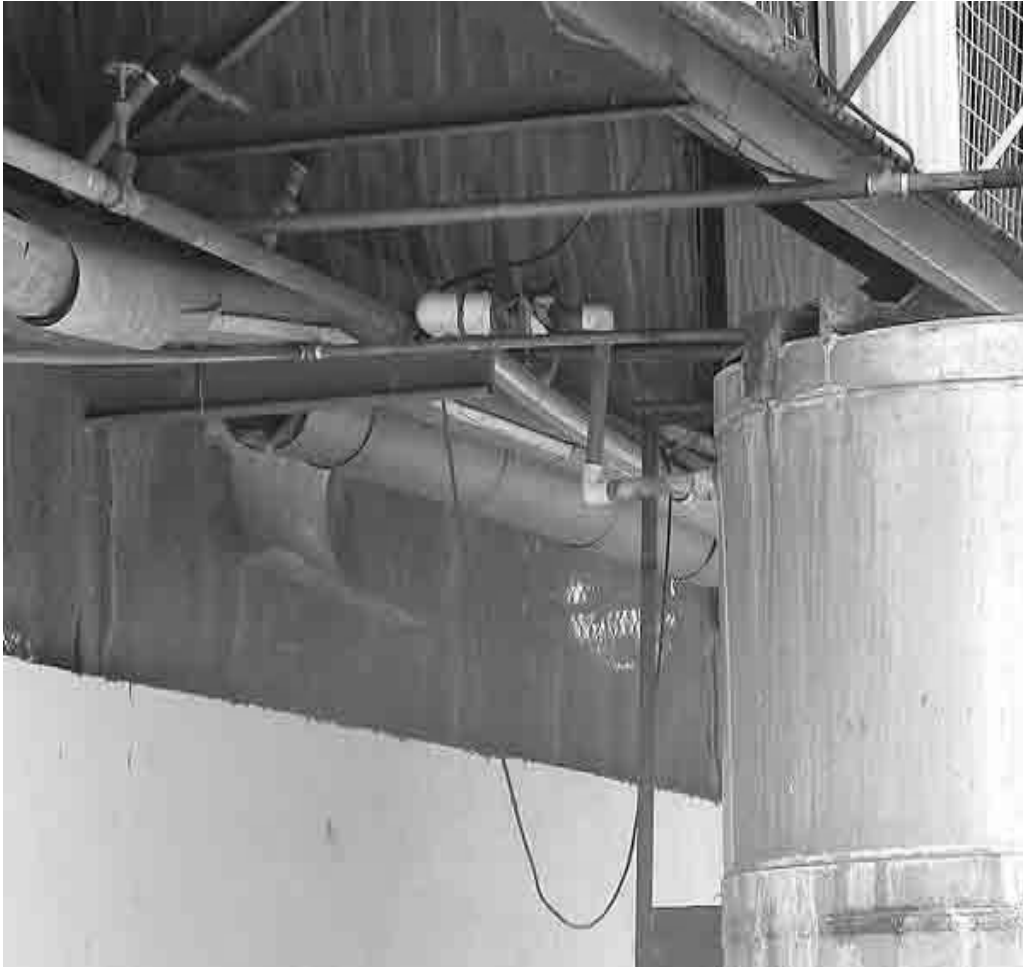
Los diferentes servicios a los que se le suministra vapor son: sala de cuidados intensivo, sala de operaciones, sala de recién nacidos, cocina y lavandería. Normalmente los servicios de cocina y lavandería no demandan demasiado consumo vapor en comparación con sala de operaciones y recién nacidos. En cocina y lavandería el suministro de vapor se suspende diariamente a las 13:00 horas.

Mientras tanto en sala de cuidados intensivos, sala de operaciones y recién nacidos el encargado de mantenimiento deberá preguntar hasta que hora debe suspenderse el suministro de vapor. Si todo ha funcionado con normalidad deberá suspenderse a las 15:00 horas.

Dentro de las instalaciones del cuarto de calderas se observaron algunos tramos de tubería sin aislante térmico, además de algunas fugas en las líneas de distribución de vapor originadas por el deterioro de las líneas de distribución y equipos auxiliares, asimismo la carencia de soportes y juntas que provocan

demasiada vibración en las líneas de distribución y retorno, en la figura siguiente puede observar un ejemplo.

Figura 2. Instalaciones mecánicas inseguras



La iluminación en el cuarto de calderas es muy deficiente, ya que existen lugares donde la visualización es poca a la hora de querer inspeccionar el funcionamiento de algunos componentes, existe una lámpara por cada ocho

metros cuadrados y se hace necesaria la utilización de lámparas de batería en algunos casos extremos.

Por tal razón se realizó el cálculo de luminarias y lámparas necesarias para que la iluminación en el cuarto de calderas llene las condiciones de seguridad requeridos por el hospital. Los datos obtenidos en el cálculo se muestran con detalle en el capítulo dos.

La señalización cromática en cuanto a seguridad cabe mencionar que cuenta con rutas de evacuación debidamente ubicadas y con los colores establecidos, señales de precaución y alerta en operación, adecuada y visible en cada uno de los equipos. Cuenta con equipos extintores contra incendios, y equipo de protección personal adecuado para cada operación de mantenimiento es decir, reúne la señalización y equipo de seguridad adecuados. Las figuras 3, 4 y 5 muestran con detalle el equipo de protección personal y contra incendios.

Figura 3. Equipo contra incendios utilizado en el hospital



Figura 4. Iluminación en el cuarto de calderas



Figura 5. Equipo de protección personal utilizado en el hospital



La ventilación es adecuada ya que el espacio de trabajo es grande y existen dos ventiladores eléctricos para contrarrestar las altas temperaturas que se perciben en algunas ocasiones según el clima.

1.2.1 Ajuste y operación de calderas

Conforme opera una caldera, existen condiciones variables tales como por ejemplo: funcionamiento del quemador, suciedad de la caldera, aire en exceso, requisitos para el arranque, condiciones de parada y arranque de la caldera que pueden requerir un ajuste. Un análisis del rendimiento de combustión hecho

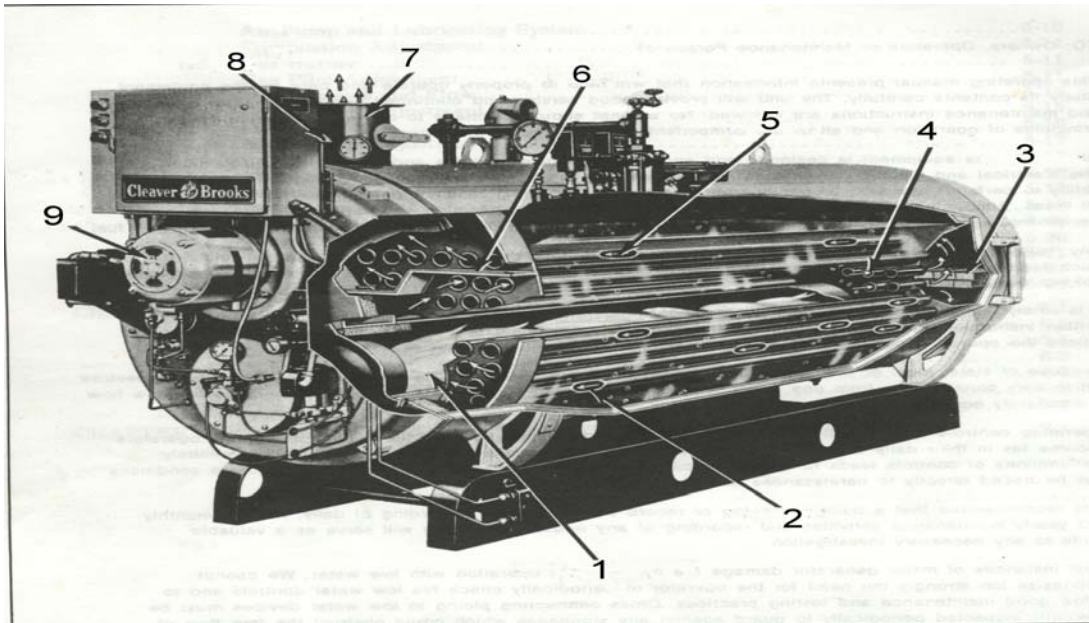
después del arranque inicial ayudará en determinar cuales ajustes adicionales son requeridos por el equipo o directamente en las instalaciones auxiliares.

Mediante el conocido aparato de Orsat puede efectuarse un análisis de los productos de escape. La composición de estos productos depende del tipo de combustible utilizado y de las condiciones en que se efectúa la combustión. Generalmente, contienen anhídrido carbónico, óxido de carbono, oxígeno, nitrógeno, carbono libre, cenizas ligeras, vapor de agua, anhídrido sulfuroso e hidrocarburos no quemados, que en su mayoría son invisibles. A partir del Orsat es posible calcular la relación aire-combustible y establecer el ajuste necesario en la marcha de operación. Además puede determinarse el grado de efectividad de la combustión, y este dato es vital para el buen funcionamiento del hogar.

Cuando se necesita una gran exactitud se efectúa la medición real del caudal de combustible y de aire, pero la medición de este último requiere gran habilidad y resulta muy costosa.

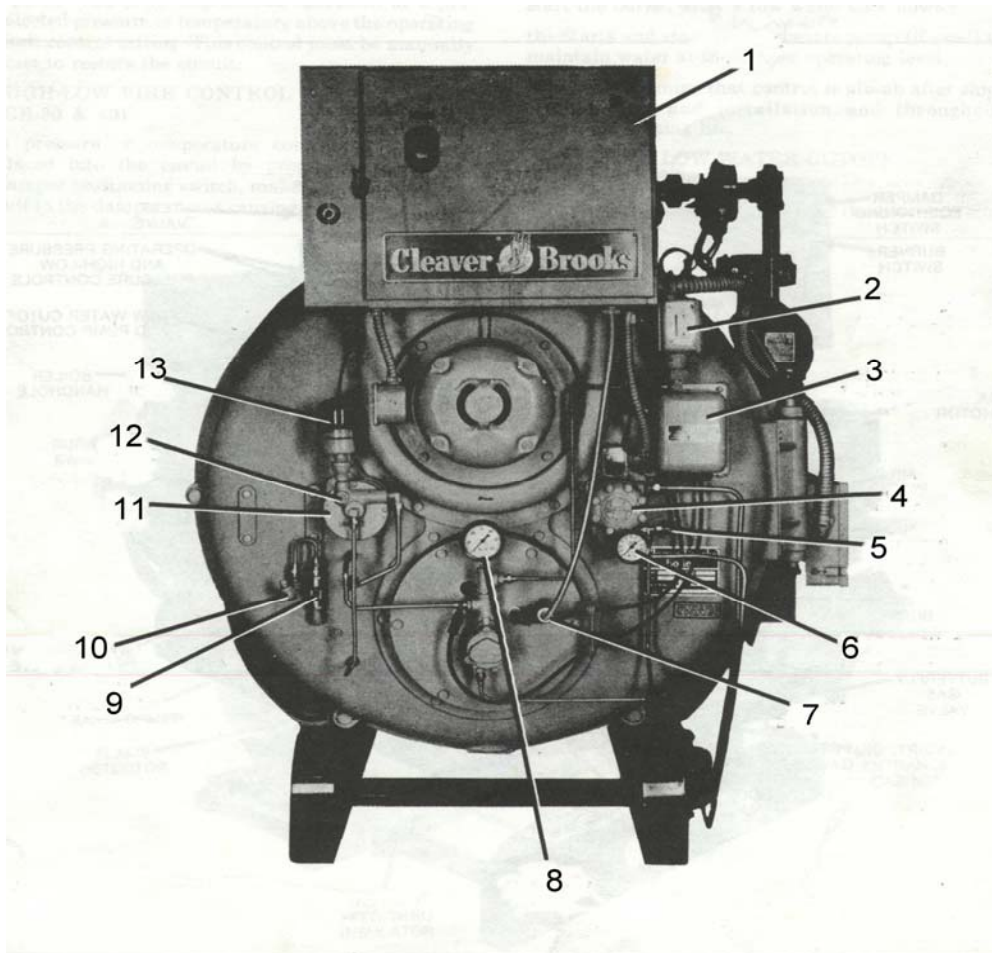
Las figuras 6 y 7 muestran con detalle las partes principales de una caldera utilizada en el hospital privado de las Américas.

Figura 6. Partes principales de una caldera



- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. Cámara de combustión (paso 1) | 2. Paso dos |
| 3. Deflector posterior | 4. Paso tres |
| 5. Paso cuatro | 6. Deflector delantero |
| 7. Gases de combustión | 8. Termómetro |
| 9. Ventilador | |

Figura 7. Accesorios de calderas y otras partes importantes



- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. Panel de control | 2. Switch de aire de combustión |
| 3. Transformador de ignición | 4. Bomba de aceite |
| 5. Restricción de aceite | 6. Manómetro de aceite |
| 7. Detector de flama | 8. Manómetro de aire |
| 9. Llenado de aceite | 10. Paso de aceite |
| 11. Bomba de aire | 12. Válvula de aire |
| 13. Filtro de aire | |

1.2.2 Conexión mecánica del motor modulador y regulador del tiro

La conexión mecánica de estas calderas CB 40 consta de dos brazos, dos varillas y dos juntas rotatorias de bola, que se conectan entre sí por medio de pernos y sirven para transmisión de movimiento desde el motor modulador hasta la leva moduladora y el regulador de tiro. Normalmente debe ajustarse cada vez que la caldera interrumpe por alguna razón su funcionamiento, los brazos y varillas suelen aflojarse con frecuencia debido a la alta vibración provocada por el movimiento de los mismos.

Cuando ésta se ajusta debidamente, puede observarse un movimiento coordinado del regulador de tiro y las levas medidoras, que dentro de los límites de movimiento del motor modulador es logrado para proveer las mezclas requeridas de “aire-combustible” a través del alcance del encendido. Las características de combustión y conducción pueden variar a través del tiempo y aún entre un ciclo de arranque y otro.

Por esta razón, se recomienda inspeccionar diariamente por la mañana el sistema de abastecimiento de combustible para verificar si las características de operación como temperatura y presión son las recomendadas para la buena combustión. Incluyendo también la composición química del combustible, la cual es analizada una vez por mes por un ingeniero especializado en análisis de combustibles, el cual indica cuales son recomendaciones para la buena operación de la caldera. En el hospital las calderas son del tipo pirotubulares, Cleaver Brooks y utilizan bunker como combustible de operación. Existen además en el cuarto de calderas un calentador de serpentín, el tanque de condensados, un tanque dosificador de producto químico para el tratamiento del agua manejado por personal ajeno al departamento de mantenimiento, un tanque de diario de combustible.

1.2.3 Sistema eléctrico de calderas

El sistema eléctrico es indispensable para poder garantizar que la caldera opere adecuadamente, además tiene como finalidad mantener el funcionamiento de los motores, válvulas solenoides, termostatos, presostatos, etc. En las calderas del hospital CB 40, el sistema eléctrico es sencillo, que va de un interruptor en la entrada de corriente, interconectado con un control de presión, un control de bajo nivel de agua, un transformador de ignición y un ventilador, necesitando de una válvula solenoide para el control del paso del combustible, bunker en este caso, además de una alimentación eléctrica de 220v.

Para el funcionamiento de estas calderas existe un componente electrónico muy importante llamado programador, el cual se convierte en el cerebro de la caldera. La función del programador es dar una secuencia de operación al funcionamiento de la caldera. No se debe olvidar la norma de seguridad que indica que para realizar limpiezas y revisiones en sistemas eléctricos, **no debe existir peligro de choques eléctricos.**

1.2.4 Sistema de alimentación de combustible

De igual forma que el sistema eléctrico, se tiene en los sistemas mecánicos un conjunto de dispositivos y equipos que montados y bien ajustados que se encargan de la generación de la combustión en la caldera, este conjunto de dispositivos recibe el nombre de **quemador.**

1.2.5 Tipo de combustible

El combustible utilizado por las calderas del hospital como ya se mencionó anteriormente es el **Bunker**, las variaciones en las características de combustión deben ajustarse y graduarse según se requiera para obtener la mayor eficiencia en la combustión, estos ajustes los indicará en su momento el ingeniero encargado del análisis de combustión.

1.2.6 Tipo de caldera

El tipo de caldera utilizado en el cuarto de calderas, es **pirotubular** tipo paquete. Su característica principal es que por sus tubos circulan gases, los cuales están rodeados de agua.

1.2.7 Tamaño de la caldera

Las calderas son diseñadas en base a **caballos de fuerza, (H.P.)** por sus siglas en ingles *horse power*, mas una proporción de sobrecalentamiento sugerida. Las características de las calderas ya fueron mencionadas con anterioridad. Las capacidades pueden expresarse de la siguiente manera:

- BTU unidad térmica británica
- Kilogramos de vapor / hora
- Libras de vapor / hora

Cada H.P. de caldera equivale aproximadamente a:

- 10 pies cuadrados de superficie de calefacción
- 33,475 BTU / hora

- 15.66 kilogramos de vapor / hora
- 34.5 libras de vapor / hora

1.2.8 Eficiencia de la caldera

Se define la eficiencia como la cantidad neta de trabajo efectuada sobre el entorno durante un ciclo, dividido por la entrada de calor. Se garantiza por el fabricante al inicio un 80% de eficiencia, pero esto es bajo condiciones adecuadas de operación, condiciones que en el cuarto de calderas no se logran al 100%. Por lo que la eficiencia suele disminuir con el uso de la caldera, pero debe mantenerse dentro de un rango permisible, aproximadamente entre los valores de 70 – 75 %.

1.2.9 Sistema de alimentación de combustible

Los componentes principales en el sistema de alimentación de combustible en el cuarto de calderas de acuerdo a los fluidos que están interviniendo en la combustión se enumeran a continuación.

1.2.9.1 Línea de combustible

- Bomba de combustible
- Calentador eléctrico
- Control mecánico del combustible
- Tirador del combustible
- Válvulas solenoides de combustible
- Termostatos para el calentador de vapor

1.2.9.2 Línea de atomización

- Compresor de aire de atomización
- Válvula de purga de aire

1.2.9.3 Línea de vapor

- Válvula reguladora de presión de vapor
- Válvula solenoide para vapor
- Calentador a vapor
- Trampa de vapor

1.2.9.4 Aire de combustión

- Ventilador
- Damper

1.2.9.5 Gas propano

- Válvula reguladora de presión y solenoide
- Manómetro

1.2.10 Bomba de combustible

La bomba de combustible (Bunker) es de desplazamiento positivo de tipo engranajes. Deberá trabajar a velocidad lenta (300 rpm a 350 rpm), por lo tanto se hizo necesario montar una transmisión reductora de poleas. Su instalación más común se presenta en la figura 8 y su transmisión mecánica a través de poleas en la figura 9.

Figura 8. Instalación típica de una bomba de combustible (Bunker)

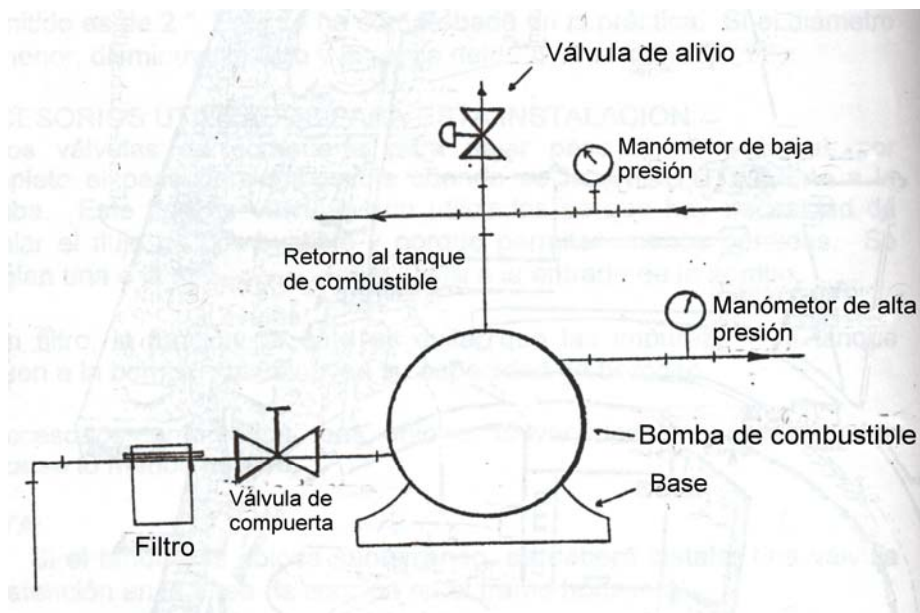
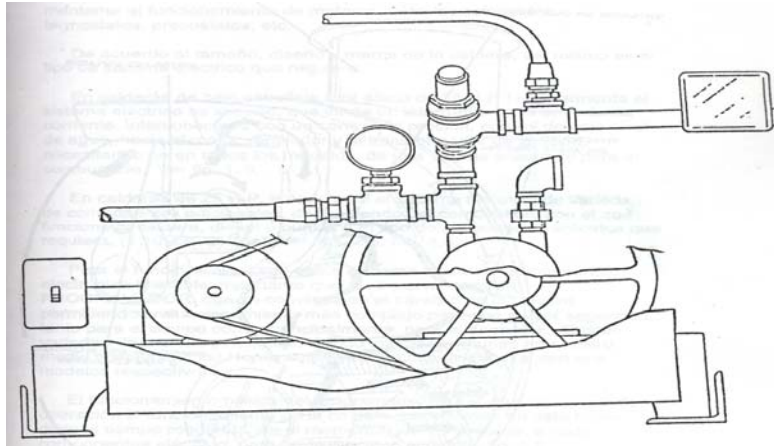


Figura 9. Transmisión mecánica de la bomba de combustible a través de poleas



1.2.11 Calentador de combustible

Estos son utilizados para reducir la viscosidad del combustible a 200 s.s.u. aproximadamente. El calentador a vapor utiliza el mismo vapor de la caldera a una presión de 30 psi aproximadamente.

1.2.12 Control mecánico de combustible

Este comúnmente se le llama maníful de combustible, sirve para graduar la cantidad de combustible que pasa al quemador y consta de 2 válvulas de paso, 2 manómetros para verificar presión (50 PSI), una leva reguladora de combustible y un termómetro que debe leer 90° C aproximadamente.

1.2.13 Tirador de combustible

Llamado comúnmente cañón del quemador, es la parte donde está ubicada la boquilla que regula la cantidad de combustible. Es la parte más larga para que el combustible sea depositado directamente en la cámara de combustión.

1.2.14 Válvulas solenoides para bunker

Estas son las que permiten el paso del combustible al quemador y son energizadas por contactos en el programador de acuerdo al ciclo de funcionamiento en que se esté operando la caldera.

1.2.15 Termostatos para el calentador de vapor

Estos son interruptores de temperatura y sirven para que el combustible mantenga la temperatura adecuada (90 °C) para su combustión.

1.2.16 Línea de aire de atomización

La atomización es necesaria para garantizar una combustión efectiva y evitar así el desperdicio de combustible, pues es muy importante garantizar la eficiencia de los accesorios y equipos utilizados para la producción de vapor. Este sistema consta de dos partes importantes que son el compresor de aire y la válvula de purga de aire.

El compresor proporciona el aire de atomización y la válvula sirve para drenar el aire que pudiera ser acumulado en la línea de combustible y evitar así que se forme vacío en la bomba de combustible y que posteriormente pueda afectar el buen funcionamiento de la bomba.

1.2.17 Válvula reguladora de presión de vapor

Esta válvula sirve para regular la presión del vapor necesario para calentar el combustible y al mismo tiempo evitar un sobrecalentamiento en el combustible. Se regulará la presión según la lectura que se observe hasta hacerla coincidir con la deseada, que es de aproximadamente 110 PSI.

1.2.18 Válvula solenoide para vapor

Esta válvula es accionada por el control de presión de la caldera y permite el paso de vapor al precalentador cuando la caldera proporciona una presión de 75 PSI.

1.2.19 Ventilador

Montado en la parte delantera de la caldera, durante la operación la presión del aire aumenta en la parte superior de la caldera y éste es forzado por el disco difusor para mezclarse completamente con el combustible. Con el objetivo de efectuar una buena combustión. El abastecimiento de aire secundario se gobierna por medio de la regulación automática del ventilador.

1.2.20 Damper

Este mecanismo proporciona la cantidad adecuada de aire del ambiente para la proporción aire combustible en todo el campo del fogeo, es también llamado registro rotatorio de aire.

1.2.21 Válvula reguladora de gas

Sirve para asegurar que la cantidad de gas sea la suficiente para generar una buena llama piloto. Generalmente la válvula está diseñada para regular el flujo adecuado del gas.

1.2.22 Válvula solenoide de gas

Es accionada por el programador y abre el paso del gas según el ciclo de funcionamiento de la caldera.

1.2.23 Manómetro de gas

Sirve para medir la presión del gas propano, aproximadamente debe leer 20 psi. Es importante mencionar que existen calderas que funcionan por medio de diesel y éstas a diferencia de las que funciona por medio de bunker no necesitan de precalentadores ya que este combustible es mucho más inflamable.

1.2.24 Instalación del tanque de combustible a la caldera

Este se encuentra fuera del cuarto de calderas y es subterráneo, tiene una capacidad de almacenamiento de 5000galones. Aproximadamente consumen entre 22 y 23 galones de bunker diarios, este dato fue obtenido mediante un análisis de consumo de combustible diario. Los accesorios utilizados en esta instalación son:

- ✓ **Dos válvulas de cheque**, para controlar el paso del combustible, ya sea dejando el paso libre o por el contrario no permitirle el paso restringiéndolo, o cuando se requiera darle mantenimiento a la bomba, esto puede darse tanto en succión como en retorno. Se utiliza este tipo de válvulas porque existe necesidad de regular el flujo de combustible y porque además generan menores pérdidas, van colocadas una a la salida del tanque y otra a la entrada de la bomba.

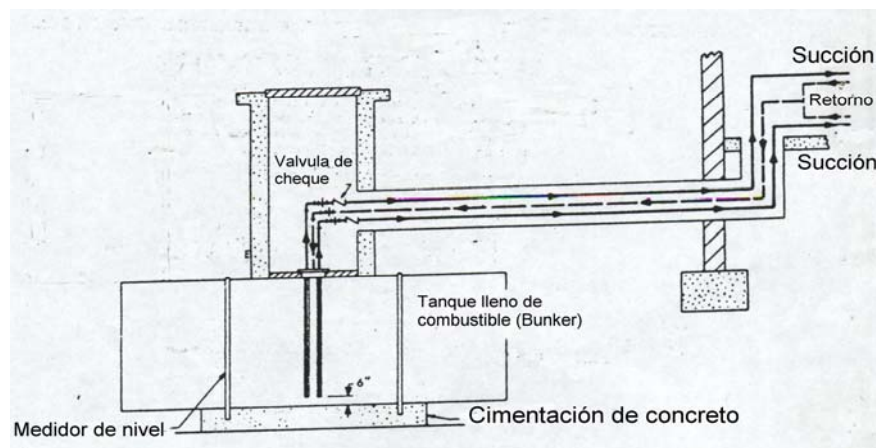
- ✓ **Un filtro**, la función del filtro es evitar que las impurezas del tanque lleguen a la bomba y disminuyan su capacidad de bombeo.

- ✓ **Accesorios** como codos, tees, uniones universales y reductoras deben utilizarse lo menos posible por las pérdidas.

Lleva colocada una válvula de retención en la línea de succión en el tramo horizontal. El retorno de la bomba es del mismo diámetro que el de succión.

La tubería de retorno está conectada con la tubería de succión a una distancia intermedia a través de un depósito y conectarse por la parte superior. La figura 10 muestra la instalación de un tanque de combustible.

Figura 10. Instalación de un tanque de combustible subterráneo



1.2.25 Sistema de alimentación de agua

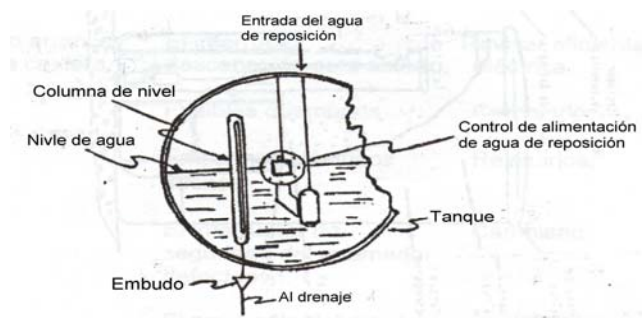
El sistema de alimentación de agua para calderas cuenta con los elementos siguientes:

- Reserva mínima de agua
- Equipo de bombeo
- Control del sistema

En este caso se cuenta con un tanque subterráneo con capacidad de almacenar 5000 galones, nunca se encuentra a nivel lleno, además de un tanque de condensados. El tanque de condensados siempre contiene una reserva mínima de agua y sirve también para recibir retornos de condensados de baja presión. El agua de alimentación de calderas debe estar a la temperatura más alta posible, esto con el objeto de evitar problemas de dilatación, contracciones, tensiones en los tubos de la caldera; además del aprovechamiento del calor que de otra forma se perdería, obtener más volumen de vapor a baja presión aumentando la capacidad de la caldera.

El equipo de bombeo consta de tres bombas las cuales funcionan de acuerdo a una secuencia programada controlada por un sistema automático de tal forma que la operación de cada bomba evite el exceso en su funcionamiento y por consiguiente que su vida útil disminuya. Una línea de distribución directa conectada por medio de válvulas de retención a cada bomba, es la que alimenta de agua a la caldera y servicios que así lo requieran. La programación y el control del sistema de operación de las bombas puede variar según la demanda y el funcionamiento de cada una.

Figura 11. Instalación de un tanque de alimentación de agua



1.2.26 Instalación de un tanque de condensados

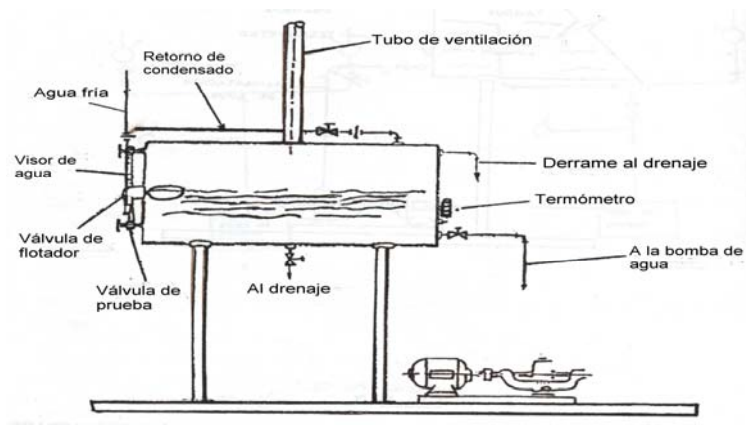
Este almacena todo el condensado cuando la energía del vapor ha sido consumida en la red de distribución, además mantiene el agua de entrada a la caldera a una temperatura óptima. Las partes del tanque de condensados son.

- Un visor de vidrio
- Dos válvulas de prueba para el visor de vidrio
- Un termómetro para medir la temperatura del agua de alimentación
- Una válvula de flotador a la entrada de agua suavizada
- Una conexión para el retorno de condensados
- Un rebalse
- Un tubo para ventilación
- Una conexión con válvula para vaciar el tanque cuando haya que darle mantenimiento
- Un manómetro para monitorear la presión dentro del tanque

La altura a la que está instalado el tanque de condensados es tal, que el nivel de agua del tanque es el mismo que el nivel máximo del agua de la caldera. Esto se hace con el objeto de evitar que la caldera se inunde de agua y tener como consecuencia la pérdida de químico y pérdida en la temperatura del agua de la caldera.

Solucionar estos dos problemas resulta muy costoso ya que se utiliza más producto químico para mantener los parámetros y más combustible porque el agua perdió calor. La figura 12 muestra la instalación de un tanque de condensados.

Figura 12. Instalación de un tanque de condensados



1.2.27 Instalación de las bombas de agua a la caldera

Para esta instalación el tubo es de hierro negro para servicio mediano para roscar, el diámetro de la tubería lo establece la salida de la bomba de agua y la entrada a la caldera del agua de alimentación. El cuarto de bombas se encuentra fuera del cuarto de calderas, pero a una distancia considerablemente adecuada a los requerimientos de las calderas. Existen tres bombas instaladas en el mismo sistema, esto es con el objeto de que su funcionamiento no sea excesivo sino por el contrario sea un funcionamiento programado. La instalación del sistema de bombeo cuenta con los siguientes accesorios.

- ✓ Dos válvulas de compuerta
- ✓ Dos válvulas de retención
- ✓ Accesorios

Las dos válvulas de compuerta van colocadas una inmediata a la caldera y la otra después de la válvula de retención de la bomba de agua. Estas válvulas son de bronce y deben ser sobredimensionadas para que su vida sea prolongada. Se utiliza este tipo de válvula porque no existe necesidad de restringir el flujo y porque producen menos pérdidas por fricción.

Las dos válvulas de retención, una se coloca inmediata a la salida de la bomba y la otra antes de la válvula de compuerta que esta próxima a la caldera. Por seguridad se colocan dos válvulas, así en un dado caso falle una se encuentra la otra para realizar su función y además para que el producto químico (del tratamiento de agua) no forme una costra en los asientos de las dos válvulas al mismo tiempo.

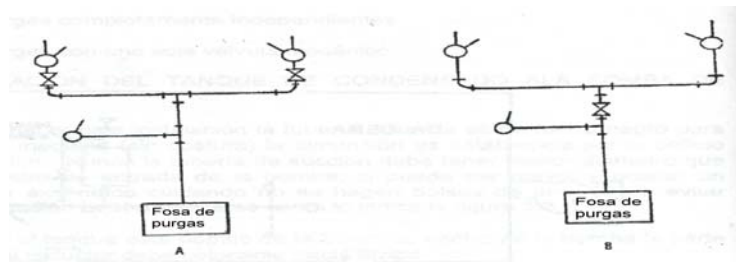
Si las válvulas tienen costra, no sellan por lo que permiten el paso hacia la bomba y tanque de condensados produciendo un choque térmico. Los accesorios que debe llevar son codos de radio largo para disminuir las pérdidas por fricción, uniones universales que son colocadas cerca de las válvulas de compuerta y de retención.

1.2.28 Instalación de las purgas de la caldera

Por ser del tipo Cleaver Brooks tienen dos purgas de fondo, además de la de control de nivel de agua. Para este propósito generalmente se utilizan dos válvulas, una de cierre rápido ubicada inmediata a la caldera y otra de cierre lento después de aquella, esto es para cada línea de purga de fondo. El propósito de las líneas de purga es la de evacuar lodos y depósitos de sólidos dentro de la caldera y mantener dentro de la caldera ciertos parámetros químicos de beneficio para su buen funcionamiento.

El control del nivel de agua tiene su propia línea de purga para mantenerlo limpio y evitar que el flotador se quede pegado. Para esta línea lleva colocada una válvula de cierre rápido y se une con la línea de purga de fondo. La línea de purga se descarga en un tanque de purgas con derrame al drenaje, tubo de ventilación y agujero para inspección y limpieza (fosa de purgas), además va instalada en la misma canaleta en la que se ubica la tubería de alimentación de agua y la línea de combustible. En la figura 13 se muestran los diferentes tipos de instalación de purgas.

Figura 13. Diferentes tipos de instalación de purgas



A. Purga independiente

B. Purga dependiente de válvula

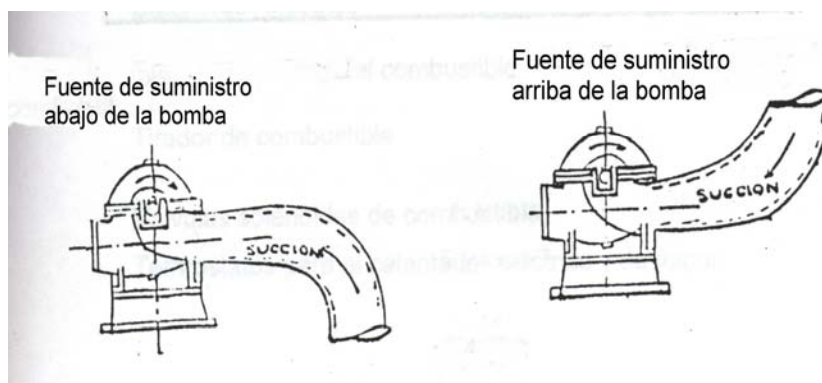
1.2.29 Instalación del tanque de condensados a la bomba de agua

En esta instalación la tubería utilizada es de hierro negro para servicio mediano (sin costura) la dimensión es establecida por el orificio de succión 2½ pulg. de diámetro. Nunca la tubería de succión debe tener menor diámetro que el diámetro de entrada a la bomba, si puede ser mayor y ocupar un reductor excéntrico cuidando que no se hagan bolsas de aire. Para evitar esta situación deben colocarse como se indica a continuación:

- Si el tanque está debajo de la línea de centro de la bomba la parte recta del reductor debe colocarse hacia arriba.
- Si el tanque está arriba de la línea de centro de la bomba la parte recta del reductor debe colocarse hacia abajo.

En la figura 14 se muestra el detalle de la instalación recomendada de reducciones en la sección de la bomba.

Figura14. Instalación recomendada de reducciones en la sección de la bomba



Para evitar perturbaciones en el impulsor lleva un tramo recto de aproximadamente ocho veces el diámetro de la tubería. Los codos utilizados son de radio largo porque crean menor fricción y producen una distribución más uniforme del caudal que los codos estándar. La válvula de compuerta está colocada inmediata al tanque, se utiliza válvula de compuerta por tener menos pérdidas que la válvulas de globo y porque no requiere restricción en el flujo.

1.3 Pruebas periódicas

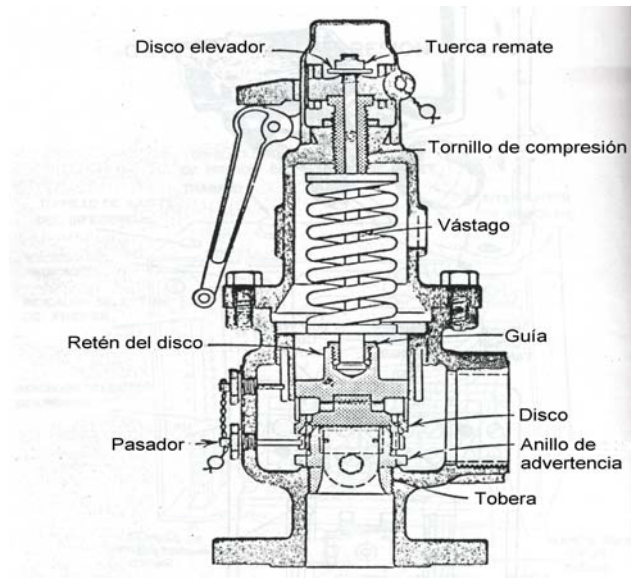
Esta actividad es realizada por el operador y el encargado de mantenimiento. En una caldera existen determinados componentes que se deben de probar antes de ponerla en marcha y otros que requieren que la caldera este funcionando para poder evaluarlos. La periodicidad de las pruebas y la forma de realizarlos queda a criterio del encargado de mantenimiento. Las pruebas permiten descubrir la posibilidad de fallas antes de que estas se presenten.

Dentro de las pruebas más comunes realizadas en el cuarto de calderas se pueden mencionar a continuación las siguientes:

1.3.1 Prueba de banco

Es la prueba a la que se somete la válvula de seguridad para comprobar la apertura a la presión de calibración y simular su funcionamiento en la caldera. Llevándose a cabo esta prueba fuera de los equipos y una vez al mes. La figura 15 muestra con detalle la válvula de seguridad.

Figura 15. Válvula de seguridad



1.3.2 Prueba hidrostática

Prueba a la que se somete la caldera mediante el suministro de presión por medio de una bomba manual de desplazamiento positivo en forma lenta. Este procedimiento debe aplicarse cada seis meses, para determinar la existencia de fugas en los tubos o las placas debidas a un recalentamiento por bajo nivel de agua, así como en las válvulas por picaduras e incrustaciones en los asientos.

- Desmontar las tapas de adelante y atrás.
- Abrir la llave superior del nivel de agua.
- Cerrar la llave principal de vapor.

- Cerrar todas las llaves de purga.
- Desmontar las válvulas de seguridad y en su lugar coloque tapones, o en su defecto amordace con extractores.
- Proceder a introducir agua a la caldera utilizando la bomba de alimentación bajo control manual.
- Cuando sale agua por la llave superior del nivel de agua o por la de ventilación cerrarla.
- Observar el manómetro, permitir que la presión se eleve hasta 1 ½ veces la presión de trabajo (110 PSI) en etapas de 35 libras con intervalos de un minuto, en ese momento apagar la bomba.
- Observar si existen fugas en los tubos durante un periodo de 30 minutos, lo mismo en placas y válvulas. Si es posible efectuar la reparación, proceder de inmediato. En caso contrario, contratar servicios especializados.
- Abrir lentamente la válvula de salida de purga de drenaje, para reducir la presión.

1.4 Inspección

Esta actividad la realiza tanto el operador como el encargado de mantenimiento. Se pretende que las inspecciones realizadas en forma periódica, permitan descubrir piezas o partes defectuosas que, de no cambiarse o repararse, podrían causar grandes fallas. Existen ocasiones en que las inspecciones requieren desarmar parcial o totalmente un componente o la caldera, a fin de determinar con exactitud su estado físico y funcional.

Con el propósito de regularizar las inspecciones se debe preparar una guía en donde quede especificado, el componente a inspeccionar, la periodicidad de la inspección y como realizarla, para facilitar el trabajo del encargado de mantenimiento y operadores. Además sirve como fuente de consulta para observar el cumplimiento, en el programa de mantenimiento se contemplan rutinas de trabajo, las cuales especifican las acciones a realizar y el orden de realización

1.5 Supervisión

La realiza el jefe de Mantenimiento dos veces al mes, con el propósito de brindar todo el apoyo técnico necesario para el buen funcionamiento del Programa de Mantenimiento Preventivo de Calderas.

2. RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CALDERAS

2.1 Conjunto de quemador

2.1.1. Chequeo de funcionamiento

Semanalmente revise cuidadosamente las líneas de combustible a efecto de corregir cualquier fuga que pudiera existir en cualquiera de ellas, si fuera necesario reemplazar alguna pieza, comunicárselo al encargado de mantenimiento. Verifique que la presión del combustible oscile entre 35 a 50 PSI y la temperatura del combustible sea 70 °C. Si tanto la temperatura como la presión no son las ideales corríjalas de inmediato.

2.1.2. Boquillas

Mensualmente desmonte la boquilla y desármela cuidadosamente para limpiar el filtro, la pieza giratoria y el orificio de salida con diesel o tiner. Debe tenerse el cuidado de no limpiar el orificio con objetos metálicos para evitar dañarlo, además, cuando exista mas de una boquilla asegúrese de no cambiarlas de posición porque pueden ser de diferente capacidad.

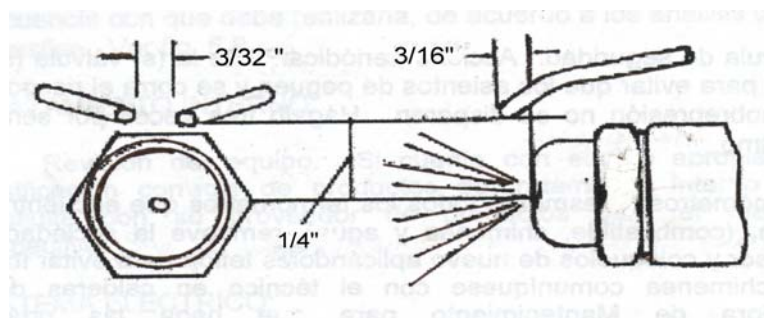
2.1.3. Cuerpo del quemador

Mensualmente utilice un pedazo de trapo humedecido con diesel o tiner para hacer la limpieza en todas sus partes, para esto desármelo cuidadosamente, luego séquelas con un pedazo de trapo limpio y seco, a manera de eliminarle todos los residuos que resulten de la limpieza.

2.1.4. Electrodo de ignición

Mensualmente desmóntelos con cuidado para evitar que se quiebre el aislante, luego límpielos con lija fina y colóquelos de acuerdo con figura de abajo. Observe que se mantengan apretadas las terminales de los cables de encendido y que la porcelana del electrodo no esté dañada, en tal caso reemplazarlo.

Figura 16. Detalle de electrodos



2.1.5. Aislantes de electrodos de ignición

Trimestralmente revise el estado de las porcelanas, cámbielas si se encuentran rajadas pues podría provocar que la chispa se fugue por las rajaduras.

2.1.6. Cables de ignición

Mensualmente compruebe el estado de los cables de ignición con un medidor de continuidad, si en caso estuviesen abiertos cámbielos por otros nuevos y observe que las terminales hagan buen contacto tanto en los electrodos como en el transformador de ignición, en caso contrario sustitúyalas por nuevas.

2.1.7. Piloto de gas

Trimestralmente observe que no existan fugas en la línea de conducción y limpie la salida con un pedazo de trapo limpio y seco, compruebe que la presión del gas sea la correcta, varia entre 15 y 25 PSI, esta presión se lee en el manómetro que se encuentra en la línea de conducción, entre el regulador de gas de caldera y el quemador, de no ser así, ajuste el regulador antes mencionado hasta que la presión se encuentre dentro del rango indicado.

2.1.8. Foto-celda

Mensualmente límpiela con un pedazo de trapo (wipe) completamente seco al igual que el conducto en donde va colocada. Se debe realizar pruebas para determinar el buen funcionamiento de la misma. Para esto ponga la caldera en funcionamiento y cuando este trabajando normal, es decir, cuando la llama se encuentre estabilizada, desmonte la foto-celda y tápela con la mano, en ese momento la caldera desconectará todo el sistema eléctrico por falla de llama.

Si no lo hiciera, revise las conexiones y cables de la foto-celda al quemador y si es necesario cambie la foto-celda.

2.1.9. Combustión

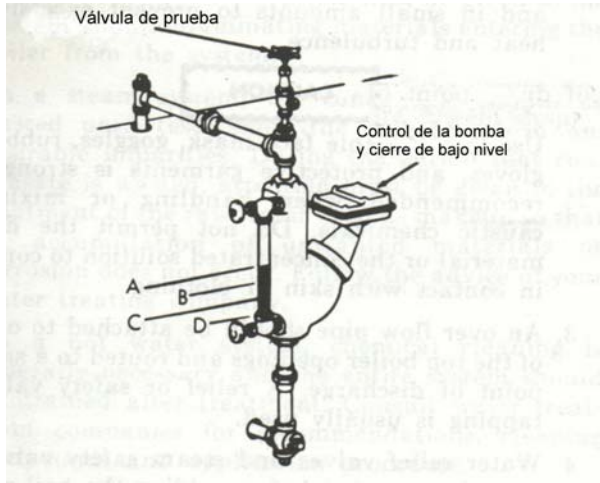
Mensualmente deberá guiarse por la lectura del termómetro de la chimenea, el que tendrá que marcar una temperatura que oscile entre 200 y 250 °C. Si la temperatura excede este rango, es índice de que existe demasiado hollín debido a la mala combustión o ha llegado el momento de realizar la limpieza de mantenimiento preventivo correspondiente.

La combustión imperfecta ocasiona la acumulación de depósitos de hollín, el cual produce una disminución del 8% en la eficiencia de la caldera semanalmente. La máxima eficiencia se consigue sopleteando frecuentemente el hollín, para este tipo de calderas se recomienda hacerlo cada dos meses si es posible, evitando plazos que excedan los seis meses, ya que no es recomendable. Además pudiera ser que en la cámara de agua se ha acumulado una capa exagerada de sarro por falta de un adecuado tratamiento de agua tanto interno como externo. En cualquiera de los casos se impide un intercambio de calor adecuado de la cámara de fuego a la cámara de agua, por lo que deberá realizar la limpieza correspondiente. Para esta operación se contratan los servicios de personal capacitado.

2.1.10. Control de nivel de agua

Es importante revisar mensualmente el nivel de agua para evitar que el panel de control emita una señal equivocada y se pare la caldera en este caso. Para tener una idea más clara observe la figura 17.

Figura 17. Nivel de agua de caldera



A. Alto nivel de agua: la bomba de alimentación de agua a la caldera se apaga en este punto. Llénese inicialmente hasta esta altura.

B. La bomba de alimentación de la caldera se prende cuando el nivel llega a este punto. La distancia A-B es aproximadamente $\frac{3}{4}$ ".

C. Punto de cierre de bajo nivel de agua, el quemador se apaga si el nivel de agua baja a este punto.

D. Primer punto visible de la mira de vidrio.

Cualquier variación en las condiciones de operación del nivel de agua merecerá la intervención y realizar los ajustes necesarios, como se menciona a continuación.

2.1.10.1. Tubo de nivel

Mensualmente revise que no existan fugas en las tuercas del tubo, de ser así ajuste las tuercas y si persisten las fugas, cambie los empaques. Si el cristal del tubo de nivel está sucio, límpielo interior como exteriormente con lija lo más fina posible, si se encuentra rajado cámbielo por uno nuevo.

2.1.10.2. Flotador

Semestralmente desmonte el Mc. Donnell limpie el flote con cuidado y revise que no tenga picaduras, si existen reemplácelo por uno nuevo.

2.1.10.3. Diafragma del flotador

Semestralmente proceda de la misma forma que con el flotador y si estuviera picado o roto reemplácelo por uno nuevo. No debe olvidar que antes de colocarlo en el cuerpo del Mc. Donnell se limpie las caras y colocar un empaque de asbesto grafitado.

2.1.10.4. Columna del Mc. Donnell

Semestralmente al desmontar el cabezal revise y limpie el interior del cuerpo del Mc. Donnell.

Elimine el sarro y demás suciedades o depósitos pues pueden provocar que el guarda nivel (flote), se quede trabado y emita una señal equívoca del nivel de agua dentro de la caldera, además pone en riesgo al personal de operación y al equipo.

2.1.10.5 Purga

Realice las purgas recomendadas por el proveedor de productos químicos, en caso contrario realícelas de la manera siguiente. Al inicio de la jornada, cuando la caldera alcance la primera carga de vapor, abra la válvula de purga del tubo de nivel, luego abra la válvula de purga del Mc. Donnell. En el momento de que la bomba de agua empiece a funcionar ciérrela, espere que se reestablezca el nivel de agua y proceda de la misma forma con las válvulas de purga de superficie y de fondo, luego abra la válvula principal de vapor para proporcionarlo a los servicios que lo requieran.

Durante la jornada repita la operación dos veces mas, procurando que la última sea al final de la jornada y que la caldera no trabaje más ese día.

2.2. Línea y bomba de alimentación de agua

2.2.1. Cebado

Las bombas centrífugas casi nunca deben arrancarse sino hasta que estén bien cebadas, es decir, hasta que se han llenado con el líquido bombeado y se ha escapado todo el aire. Esta operación hágala cada tres meses.

2.2.2. Temperatura de cojinetes

Compruebe semestralmente la temperatura de los cojinetes del motor de la bomba, para esto, ponga la mano en la parte donde van instalados los cojinetes con la bomba en funcionamiento. Si no soporta mantener la mano más de 10 segundos por la alta temperatura, investigue la causa del calentamiento.

Puede ser que tengan exceso de grasa, estén faltos de ella o requieran reemplazo. Si la temperatura es inferior a los 180 °F debe utilizarse una grasa con base de calcio cuando existe la posibilidad de contaminación por agua, cuando la temperatura sobrepasa los 180 °F debe utilizarse una grasa a base de sodio, pero sin olvidar que el agua las ataca, por lo que las grasas a base sodio no deben utilizarse en lugares húmedos, para tal situación utilice grasa tipo FIBRAX 280 o 235. Una buena regla general consiste en usar una grasa, cuyo aceite de base tiene una viscosidad equivalente a la que debería tener si este aceite fuera el único lubricante utilizado.

2.2.3. Lubricación de cojinetes

Al lubricar los cojinetes semestralmente revise cuidadosamente que estén completamente limpios, al ponerles grasa nueva procure que sea 1/3 del volumen entre pistas utilizando una engrasadora manual. Los cojinetes lubricados con aceite deberán vaciarse, escurrirse y rellenarse con aceite nuevo. La elección depende normalmente de consideraciones particulares sobre cada cojinete o instalación. Los factores principales que influyen en la elección entre aceite y grasa se mencionan en el cuadro inferior.

Tabla I. Aceite frente a grasa

ACEITE	GRASA
Muy altas velocidades (suministrado en forma de neblina) (*)	Temperaturas moderadas.
Altas temperaturas cuando el aceite debe tener un efecto refrigerante.	Velocidades muy bajas o medianas.
Ambiente limpio.	Cuando la grasa, debido a su consistencia, ayuda a excluir las contaminaciones.
Lubricación desde un sistema circulatorio.	Cuando no se puede retener el aceite.
La instalación permite buenos sellos.	Cuando el cojinete debe trabajar con lubricación poco frecuente.

(*) Para velocidades muy elevadas y temperaturas muy bajas a veces se prefiere la grasa. En algunos casos una grasa correctamente elegida formaría canal y trabajaría mejor que un aceite. Las limitaciones para uso de aceite o grasa están desapareciendo gradualmente.

El aceite puede ser usado normalmente en cualquier cojinete equipado para retenerlo.

2.2.4. Prensa-estopas

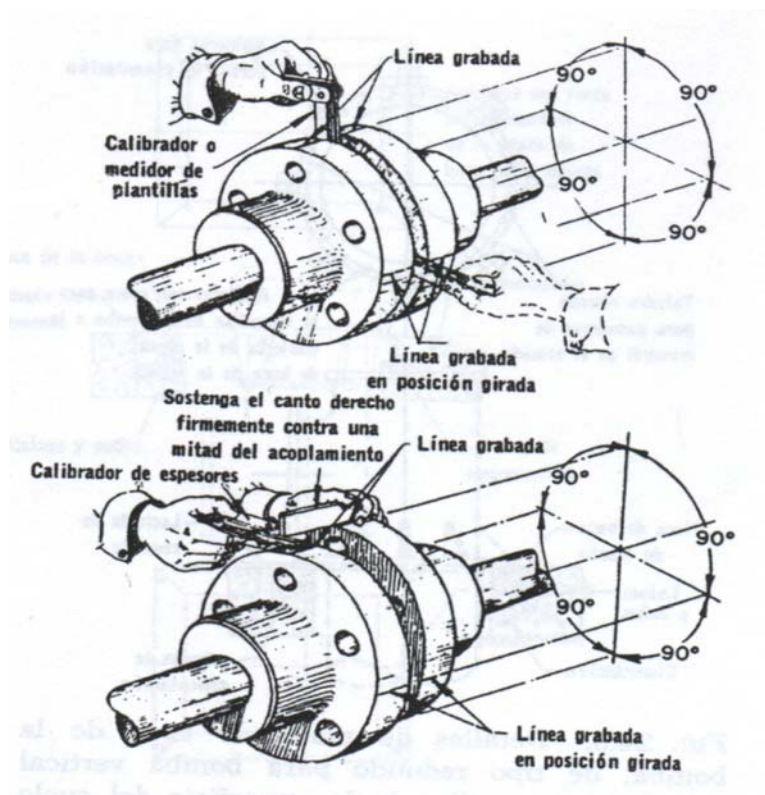
Deberá revisarse mensualmente el prensa-estopas del estopero para ver que tenga movimiento libre. Se deberán limpiar y aceitar los pernos y las tuercas del prensa-estopas con un lubricante anticorrosivo e inspeccionar la empaquetadura para determinar si necesita reponerse. Reemplace todos los anillos empleando estopa grafitada de la misma medida que se requiere, ajuste los prensa-estopas y ponga en funcionamiento la bomba, si existen fugas, realice un ajuste más hasta que las fugas desaparezcan, si la bomba no utiliza prensa-estopas y en lugar de ellas utiliza sello mecánico, reemplácelo únicamente si presenta fugas de agua.

2.2.5. Alineación

Durante la alineación de la bomba y la placa de base, se deberá mantener alineamiento preciso entre los dos medios acoples desarticulados entre las flechas de la bomba y el impulsor. Antes de alinear, tanto el rotor de la bomba como el impulsor deberán girarse a mano para asegurarse de que se mueven libremente.

Revise que la bomba este bien alineada con el motor cada seis meses. El acoplamiento de unión entre el rotor de la bomba y rotor de motor conductor es un empaque tipo estrella de caucho. Se deberá colocar una regla rectangular a través del acoplamiento por un lado y por arriba, y, al mismo tiempo, las caras de las mitades del acoplamiento deberán verificarse con un calibrador de hojas. Para evitar cualquier tipo de accidente, antes de iniciar asegúrese que el interruptor de corriente permanezca en posición de apagado. Vea el detalle en la figura 18.

Figura 18. Alineación de bomba y motor en el sistema de agua



2.2.6. Impulsor

Anualmente quite los tornillos de las tapaderas de la bomba, limpie y revise su interior, si la turbina esta desgastada investigue el motivo, pudiendo necesitar cambio de bushing, cojinetes o turbina, al cerrar la bomba asegúrese de cambiar empaque para evitar que se produzca alguna fuga en la misma.

2.2.7. Accesorios de tubería

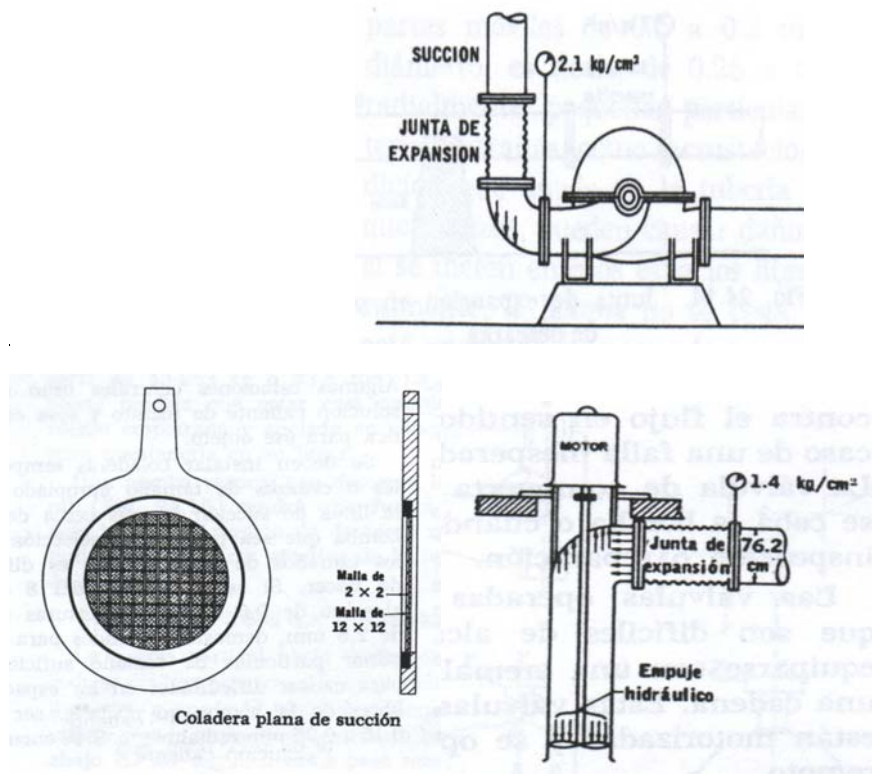
Mensualmente verifique que no existan fugas a lo largo de la línea de alimentación de agua, desde la bomba de abastecimiento hasta la entrada a la caldera. Si existieran corríjalas y si fuera necesario cambie el accesorio dañado. Si las válvulas de compuerta y globo presentan fugas en el vástago ajuste la tuerca del prensa-estopas, si persiste la fuga cambie la estopa o si es necesario cambie la válvula.

A las válvulas de retención o cheque quíteles la tapadera para revisar la compuerta oscilante, remueva la suciedad que tenga, si el agua se regresa de la caldera a la bomba cuando aquella tiene presión de vapor cambie las válvulas por nuevas. Si dentro de la línea de alimentación se utiliza algún tipo de junta de expansión verifique que estén instaladas en el lugar correcto para evitar problemas de esfuerzos en la tubería.

Revise que las anclas, soportes colgantes y tornillos permanezcan en su lugar y que no estén rotos, flojos o deteriorados, de no ser así, corrija su posición. Además revise las coladeras de succión y observe si existe algún tipo de materia extraña o partículas pequeñas, limpie cuidadosamente la coladera de succión, ya que puede atascarse la bomba y reducir su capacidad o taparla completamente evitando que bombee.

Las pequeñas partículas pueden causar serios daños acumulándose en espacios libres de juntas móviles, por esta razón es importante el uso de coladeras de succión. En la figura 19 siguiente se muestran algunos accesorios de tubería de alimentación de agua.

Figura 19. Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras.



2.3. Cuerpo de la caldera

2.2.9 Limpieza del lado de agua

Esta operación se realiza semestralmente y con la caldera apagada y completamente fría, proceda a quitar las tortugas o tapas, realice la inspección respectiva y lave con agua a presión, conectando una manguera a la bomba de alimentación o por algún otro medio con suficiente presión para poder limpiar, tratando de evacuar todos los sólidos, lodos, incrustaciones, sedimentos, partículas sólidas, etc; que contenga.

Los sedimentos descienden al domo de lodos o a un anillo colector, pueden ser eliminados por medio de la purga periódica. Si se vuelven pastosos, son expulsados por lavado con la ayuda de manguera y agua a alta presión durante períodos de parada, de otra manera tendrán que ser sacados a pedazos.

Las incrustaciones que se forman en las superficies en contacto con el fuego, es mucho más difícil quitarse. Si la incrustación se encuentra en la superficie exterior de los tubos, la caldera puede ser calentándola cuidadosamente estando vacía, rociando después los tubos con agua fría. La incrustación que se encuentra dentro de los tubos, tendrá que desprenderse por rimado (rasqueteado) con equipo especial.

Limpie los registros y las tortugas o tapas colocándoles empaques nuevos y asegurándose que todas las tortugas queden centradas en los registros, ajustándolas adecuadamente para evitar cualquier fuga. Proceda a llenar la caldera verificando los niveles alto y bajo de operación. Se contrata a personal especializado cuando dentro de la caldera se observa alguna falla en la cual el encargado no posee los conocimientos completos para corregirla.

2.3.2 Limpieza del lado de fuego

Para esta operación se contrata semestralmente a una empresa ajena al hospital, el personal encargado realiza la limpieza e incide al encargado de mantenimiento las observaciones que el considere necesarias para el buen funcionamiento de la caldera.

2.3.3 Fugas en los tubos

Si la caldera presenta indicios de fugas en las bocas de los tubos (mancha de óxido en las mismas), llame inmediatamente al técnico en calderas, este cuenta con el equipo indispensable para realizar las pruebas y reparaciones que sean necesarias al respecto.

2.3.4 Material refractario

Revise semestralmente que el refractario de las puertas y tapaderas este en buen estado. Si presentan grietas bisélelas profundamente a todo lo largo, rellénelas del material respectivo (concreto o cemento refractario). No utilice cemento corriente pues se estalla por la acción directa de la llama y gases de la combustión.

2.3.5 Empaques

Cada vez que se abra la caldera, antes de cerrarla proceda a cambiar todos los empaques por nuevos.

2.3.6 Pernos y tuercas

Antes de cerrar la caldera después de la limpieza semestral aplique grafito u otro agente protector para evitar que se sellen y peguen por las altas temperaturas a las que son sometidos.

2.3.7 Fugas de agua, vapor y gases de combustión

Al poner en funcionamiento la caldera después de realizada la limpieza semestral, asegúrese de que no existan fugas de ninguna clase en las puertas y tortugas, si hubieran corríjalas de inmediato.

2.4 Sistema de combustible

2.4.1 Línea de alimentación

Mensualmente observe que no existan fugas a lo largo de toda la línea desde el tanque principal hasta el quemador, si existieran corríjalas de inmediato, ajustando conexiones, cambiando empaques, tubos o accesorios según se requiera. Observe que no existan tramos de tubería sin aislante térmico ya que esto puede ocasionar quemaduras a operarios y alta temperatura en el ambiente de trabajo.

2.4.2 Nivel de tanque principal

Revise diariamente el nivel del tanque principal de combustible y compárelo con las horas que estuvo funcionando la caldera, esto para llevar el control aproximado de galones consumidos y así poder determinar la fecha para realizar el requerimiento de combustible.

Para esta operación proceda al desenroscar el tapón del tanque principal, luego por medio del medidor de nivel, mida el nivel de combustible y anótelos en la libreta de control.

2.4.3 Nivel de tanque de diario

El llenado del tanque de diario es controlado por medio de un interruptor eléctrico, que se activa cada vez que se requiera, tenga previsión de que el abastecimiento no sobrepase la capacidad máxima del tanque para evitar un derrame del combustible. Una luz roja indica que el tanque se está llenando, esta operación se realiza al final de cada jornada, aproximadamente éste se llena en 25 minutos.

2.4.4 Filtro de línea de alimentación

Semestralmente desmonte cuidadosamente cada filtro que encuentre a lo largo de la línea de alimentación y remueva la suciedad que tenga la malla, para esto utilice diesel o cualquier otro agente limpiador, luego colóquelos de nuevo en su lugar respectivo asegurándose que no queden fugas.

2.4.5 Fajas de transmisión

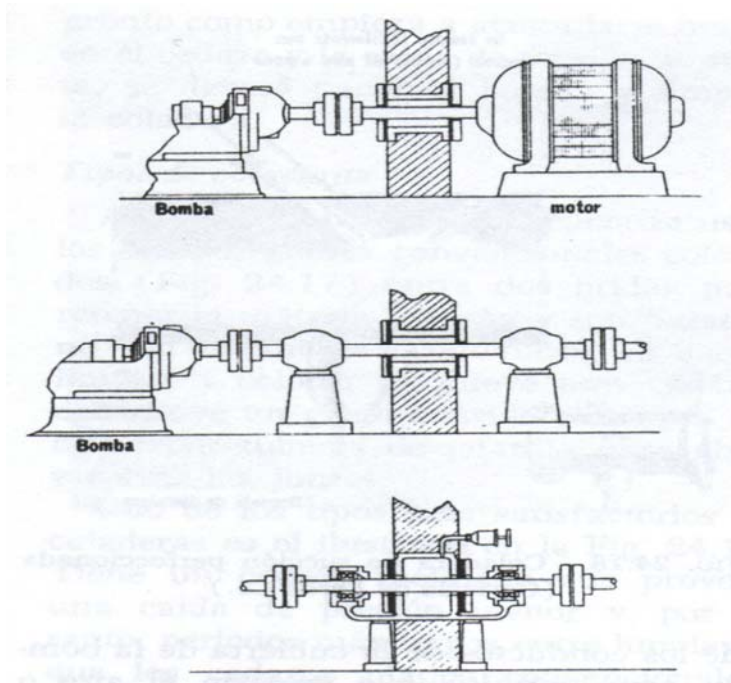
Semestralmente vea que las fajas de la bomba de alimentación, o de recirculación de combustible, tengan la tensión adecuada la que no debe exceder $1 \frac{1}{4}$ de pulgada con una presión de 10 libras.

Para comprobar la tensión presione manualmente la faja, si excede la tensión indicada, observe si la bomba y el motor cuentan con tornillos de ajuste a la base, desenrosque un poco estos tornillos y ajuste la tensión de la faja y rosque nuevamente los tornillos teniendo cuidado de no desalinear el acoplamiento bomba-motor. Si la faja estuviera deteriorada o su vida útil ha terminado cámbiela por una nueva.

2.4.6 Alineación

Anualmente verifique la alineación bomba-motor, si hubiera desalineación corríjalo ajustando los tornillos de sujeción a la base, ya sea del motor, la bomba o ambos a la vez. Ver figura 20.

Figura 20. Alineación bomba-motor en el sistema de combustible



2.4.7 Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario

Anualmente realice la alineación, ajuste y revisión de la faja de acuerdo a las observaciones del inciso 2.4.5 y la figura 16 de alineación.

2.4.8 Válvulas solenoides

Mensualmente desmonte la bobina y con pinzas curvas para seguros, desenrosque la tapadera del vástago, (en algunos tipos de válvulas son tornillos utilizados para el efecto), teniendo cuidado de no perder ninguna pieza. Remueva toda la suciedad y ármela de nuevo, al cerrarla compruebe que funcione correctamente. Ver figura 21.

Figura 21. Válvulas solenoides



2.4.9 Malla de ventilador

Semestralmente vea que no exista acumulación de mota u otra suciedad que impida el correcto acceso de aire a la combustión, si existiera limpie con brocha y solvente. Recuerde que todas estas acciones se deben realizar con el equipo fuera de servicio.

2.4.10 Lubricación del motor ventilador

Semestralmente proceda a lubricar el motor de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante, si carece del, aplique grasa grafitada, para ello utilice una engrasadora manual.

2.4.11 Temperatura de cojinetes

Semestralmente proceda de la misma forma indicada en el inciso No. 2.2.2 en relación a la temperatura de los cojinetes.

2.4.12 Fajas de transmisión

Cuando el sistema utiliza fajas para transmisión de movimiento, realice la inspección semestral de acuerdo a las instrucciones del inciso No. 3.5.5 donde se cita como realizarlo.

2.4.13 Vibraciones en el motor y ventilador

Anualmente observe que todos los accesorios utilizados para reducir la vibración del motor y ventilador, tales como soportes, tuberías, juntas de expansión, aisladores, base y cimientos, no estén deteriorados pues de ser así pueden causar que la vibración aumente, trate de ajustar todos los accesorios que observe en mal estado y evitar así que la vibración aumente.

Además determine si la vibración se produce por operación propia de la máquina (vibración positiva) o esta es provocada por fuentes externas hacia la planta (vibración negativa) y corríjalas según sea el caso.

Existen muchas técnicas para reducir las vibraciones las más recomendables son utilizar medios aislantes o amortiguación, balanceo y alineamiento, variación de las velocidades, aumentar la dimensión de la cimentación, utilización de hules, cojinetes. Aplique la técnica que considere mejor, según los requerimientos y las condiciones de operación de los equipos.

2.5 Tanque de condensados

2.5.1 Filtro de válvula de entrada de agua al tanque

Semestralmente desmonte el filtro que se encuentra en el interior y remueva toda la suciedad por medio de agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo

reemplace el empaque de la tapadera por uno nuevo de hule, aplicándole una capa de sellador para evitar cualquier fuga.

2.5.2 Filtro de la descarga a la bomba de alimentación

Semestralmente cierre la válvula de compuerta que esta colocada en la descarga del tanque a la bomba quite el reductor y tapón macho del cuerpo del filtro, quite la malla metálica que se encuentra en su interior, límpielo con agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo asegúrese de ponerle teflón para un buen sellado.

2.5.3 Limpieza del tanque

Esta operación se realiza semestralmente con el equipo apagado, abra la válvula correspondiente para proceder a vaciar el tanque.

Desmonte la tortuga y el flotador, por el tipo de instalación se hace necesario desacoplar una línea de vapor por lo cual se recomienda tomar las medidas de seguridad (equipo de protección personal) para evitar quemaduras.

Limpie el interior con agua a presión y cepillo de alambre eliminando todo el oxido e impurezas observadas, por la poca iluminación existente utilice una lámpara para poder observar el interior del tanque. Al colocar el flotador limpie las caras respectivas y fabrique un empaque de asbesto aplicándole una película de permatex par asegurar un sellado perfecto.

2.5.4 Sistemas de tratamiento de agua

Una empresa ajena al hospital presta este servicio, el encargado de mantenimiento es el encargado de seguir las indicaciones que señale el ingeniero químico de la empresa.

2.5.5 Sistema eléctrico

Un técnico electricista capacitado realizará las operaciones siguientes:

2.5.5.1 Revisión de terminales

Trimestralmente observe que las conexiones en las terminales estén bien atornilladas, si observa alguna desatornillada proceda a atornillarla y observe que el panel de control funcione perfectamente. Recuerde que una mala conexión o una terminal suelta puede provocar un cortocircuito y en casos especiales un incendio.

2.5.5.2 Limpieza de platinos

Anualmente a los platinos de los conectores que se encuentran en el panel de control, páselos suavemente un pedazo de lija fina y aplíqueles líquido limpiador de platinos tratando de no dañar ningún mecanismo.

2.5.5.3 Limpieza del control programador

Trimestralmente desmonte cuidadosamente el programador y revise que todas las terminales estén bien apretadas y limpias. Para la limpieza de los platinos del temporizador del programador, frótelos suavemente con un pedazo de trapo y aplíqueles líquido limpiador de platinos, al colocar el control programador, asegúrese de que quede bien sujeto para evitar falsos contactos y un mal funcionamiento de la caldera.

Por tratarse de un equipo electrónico generalmente cuando se trata de fallos de tipo electrónicos, se contrata a una persona especializada para reparar la falla, pues se trata del cerebro de la caldera.

2.5.6 Control de presión de vapor

Trimestralmente desmonte la tapa transparente y limpie el interior con una brocha, vea que la cápsula de mercurio no este dañada (rajada), si lo esta cámbiela por una nueva. En algunas ocasiones la cápsula de mercurio suele trabarse y emitir una mala señal, observe que no este trabada la cápsula.

2.5.7 Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell

Mensualmente limpie el interior del cabezal con una brocha y vea que las cápsulas de mercurio no estén trabadas en otra posición que no le corresponde, o no estén rajadas, si lo están reemplácelas por nuevas, tenga cuidado de conectar las terminales a las mismas que corresponden, esto para que el funcionamiento sea el correcto.

2.5.8 Termostatos

Trimestralmente quite la tapa y limpie el interior teniendo cuidado de no dañarlo. Ajuste si es necesario a la temperatura requerida para una buena atomización del combustible en la boquilla.

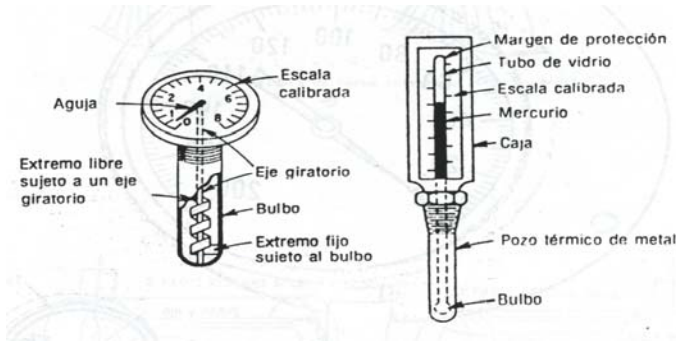
2.5.9. Válvula de seguridad

Accione periódicamente las válvulas de seguridad para evitar que los asentamientos se peguen y se corra el riesgo de por una sobre presión se disparen. Hágalo por lo menos unas tres veces por semana. Ver figura 11.

2.5.10. Termómetros

Anualmente desmonte todos los termómetros que encuentre en el sistema, (combustible, chimenea y agua), remueva la suciedad del bulbo sensor y colóquelos de nuevo, si fuera necesario y para evitar fugas aplíqueles teflón. Para la chimenea consulte con el técnico encargado para que haga las pruebas correspondientes con un termómetro patrón. Ver figura 22.

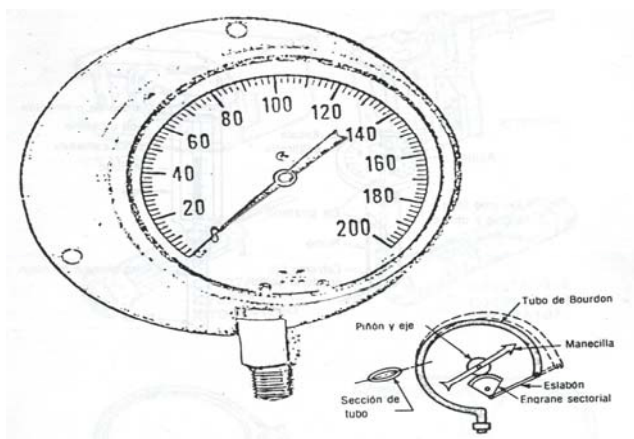
Figura 22. Termómetro



2.5.11. Manómetros

Revise anualmente que las lecturas que proporciona sean las esperadas según las condiciones de operación, la mayoría de manómetros fallan por desperfectos mecánicos, normalmente la manecilla y el engrane suelen desalinearse y por consiguiente dar una señal equívoca, el mantenimiento se los proporciona **Fabrigas**. Observe en la figura los mecanismos interiores de un manómetro.

Figura 23. Manómetro



2.5.12. Válvulas en general

Mensualmente observe que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención y otras si hubiera. Si existe ajuste adecuadamente el prensaestopas, cambie la estopa si esta ya no sirve y en caso necesario reemplace la válvula por una nueva. Cuando reemplace una válvula verifique que esta sea del diámetro, presión, uso y aplicación requeridos. Ver figura 24.

Figura 24. Válvulas



2.5.13. Trampa de vapor del precalentador

Semestralmente destápela y remueva toda la suciedad que tenga, teniendo cuidado de no dañarla. Cuando le coloque la tapa reemplace por un empaque nuevo el anterior y aplique una capa de permatex para asegurar un buen sellado.

2.5.14. Chimenea

Anualmente con la caldera apagada proceda a limpiar hasta donde sea posible el interior de la chimenea, esto con el objeto de evitar acumulación de hollín. Revise que no existan filtraciones de agua, si las hay corríjalas de inmediato. Recuerde también revisar que no existan fugas de aire, ya que esta chimenea utiliza este aire disponible como fuente de tiro natural. La chimenea está fabricada de acero y de no pintarse con gran esmero, puede ser corroída por la acción del aire y de la atmósfera. Igualmente si no se reviste es corroída por la acción de los gases quemados.

Por estas razones se recomienda revisar el interior de la chimenea y confirmar que el estado del recubrimiento y de la pintura se encuentre en óptimas condiciones, en caso contrario comunicarse con el personal especializado para proceder a realizar los trabajos necesarios.

2.5.15. Pintura y limpieza

Semestralmente revise que la pintura en las paredes de la caldera no este deteriorada, si existe algún daño corríjalo. Cada seis meses pinte las paredes del cuarto de calderas. Cada encargado de mantenimiento lleva un control diario de la limpieza en el cuarto de calderas, existe un encargado de realizar la limpieza y debe realizarla de acuerdo con los lineamientos referentes a las normas de seguridad e higiene del hospital.

2.5.16. Iluminación y ventilación

Por carecer de una buena iluminación se realizó un análisis del sistema de iluminación defectuoso y se propone una distribución de seis luminarias de cuatro lámparas de neón de 1.20m. Además se sugiere el uso de linternas cuando las condiciones de trabajo así lo requieran, todo lo anterior con el objetivo de ahorrar energía y costos de mantenimiento.

3. GUÍA PARA RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con el objeto de llevar un mejor control deberá incluir en un libro de anotaciones un informe de rutina en el cual debe mencionar: el tipo de rutina marcando con una X sobre la letra que corresponda (Diaria D, Semanal S, Mensual M, Trimestral T, Semestral St y Anual A), una descripción breve de la rutina (cambios y observaciones, material utilizado), por último el tiempo que utilizó para realizarla en minutos, el

turno (Noche N, Tarde T y Día D) la fecha correspondiente y por último el nombre y firma del encargado. La figura 25 muestra este tipo de informe.

Figura 25. Informe de rutinas

RUTINAS DE MANTENIMIENTO	Diaria D Semanal S Mensual M Trimestral T Semestral St Anual A			
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA				
TIEMPO, TURNO Y FECHA	Tiempo _____	Utilizado:	Turno: Noche N Día D Tarde T	Fecha:
REALIZADO POR	Nombre del encargado: _____			Firma:

3.1. Semanales

A continuación se mencionan todas las rutinas que deben programarse semanalmente en el cuarto de calderas del hospital, queda a criterio del encargado de mantenimiento programar varias rutinas en un día. En una ficha de control indique con detalle lo realizado en cada rutina y el tiempo que le tomó realizarla.

- **Niveles de operación en el control del nivel de agua**
- **Válvula de purga del nivel de agua**
- **Revisión de la línea de alimentación de combustible**
- **Limpieza de conductos de combustible (mangueras flexibles)**
- **Filtros de la línea de alimentación de combustible**
- **Limpieza del tanque principal de agua**
- **Revisar secuencia de operación del sistema de distribución de agua**
- **Revisar el funcionamiento de bombas y motores para distribución de agua**
- **Fugas en el tanque de condensados**

3.2. Mensuales

La programación de un departamento de mantenimiento es vital para el desarrollo de la labor que se ejecuta, puesto que ella es la encargada de la ejecución del programa de mantenimiento y dependiendo si la labor del programador es eficiente o no, así serán los resultados obtenidos con este programa.

En las rutinas mensuales al igual que en las semanales deben establecerse día, hora, tiempo estimado y encargado de realizar la rutina de mantenimiento.

Las abajo citadas son las rutinas de mantenimiento mensuales para el cuarto de calderas del hospital privado de las Américas.

- **Revisión de boquillas del quemador**
- **Chequeo del quemador**
- **Combustión en el quemador**
- **Fugas de agua, vapor y gases de combustión**
- **Electrodos de ignición**
- Fococelda
- Aisladores de electrodos de ignición
- Cables de ignición
- Tubo de nivel de agua
- Revisión del prensaestopas
- Accesorios de tubería
- Limpieza del ventilador
- Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell
- Válvulas en general
- Empaques y sellado hermético en el tanque de condensados
- Bridas y uniones en el sistema de tubería y accesorios tanque de condensados
- Revisión del nivel de combustible en el tanque principal y tanque de diario
- Revisión del porcentaje de gas existente en el tanque
- Revisión de empaques de bomba de alimentación de agua a la caldera
- Revisar iluminación en el cuarto de calderas

3.3 Trimestrales

Conseguir la realización de la tarea o rutina en el tiempo mas corto y con la mano de obra disponible, es el objetivo principal. El número de operarios de mantenimiento dependerá del tamaño de la planta. Al igual que todas las rutinas

anteriores deben programarse el día, hora, tiempo estimado y encargado para la rutina. Las rutinas trimestrales para el cuarto de calderas se mencionan a continuación.

- Limpieza del cuerpo del quemador
- Revisión del piloto de gas
- Revisión de terminales en el sistema eléctrico
- Limpieza en el control programador
- Control de presión de vapor
- Revisión de termostatos
- Válvula de seguridad
- Aisladores de electrodos de ignición
- Control en el cebado de bombas
- Anclajes, juntas y cimentación de las bombas de alimentación de agua, distribución de combustible y alimentación a la caldera

3.4 Semestrales

De igual forma que todas las rutinas anteriores, las rutinas semestrales también deben establecerse y programar el día, hora, el tiempo estimado para realizar el trabajo y el encargado de realizarlo. La lista siguiente menciona las diferentes rutinas semestrales establecidas.

- Temperatura de cojinetes de las bombas del sistema de alimentación de agua
- Lubricación de cojinetes de bombas de agua
- Limpieza interior de la caldera del lado de agua
- Limpieza interior de la caldera del lado de fuego
- Conexiones de la línea de alimentación

- Revisión del material refractario
- Revisión de empaques en el cuerpo de la caldera
- Revisión de pernos y tuercas de puertas de la caldera
- Fajas de transmisión en el sistema de combustible
- Alineación de motor y bomba del sistema de agua
- Limpieza del tanque de condensados
- Chequeo de válvulas solenoide
- Lubricación del motor ventilador
- Chequeo de temperatura de cojinetes en el sistema de aire
- Fajas de transmisión en el sistema de aire
- Filtro de válvula de flotador
- Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación
- Iluminación y ventilación
- Pintura y limpieza

3.5 Anuales

Las rutinas de mantenimiento anuales se mencionan a continuación.

- Limpieza del flotador del control de nivel de agua
- Chequeo del diafragma del flotador
- Revisión de columna del Mc. Donnell
- Revisión del impulsor
- Fugas en tubos de la caldera
- Alineación de motor y bomba en el sistema de combustible
- Revisión de la bomba de tanque principal a tanque de diario
- Vibración de motor y ventilador del sistema de aire
- Limpieza de platinos en el sistema eléctrico
- Revisión del aislador térmico de tubería

- Termómetros
- Manómetros
- Limpieza de chimenea
- Condiciones de seguridad en el cuarto de calderas

La programación es la determinación de cuando debe realizarse cada parte de la tarea planificada, teniendo en cuenta los récord de producción, la disponibilidad de material y mano de obra disponible, cuando la programación se lleva de acuerdo con estas definiciones, hace disponible realizar el trabajo en la menor cantidad de interferencia.

Debido al volumen de información que debe manejar el programador de un departamento de mantenimiento, esta se debe procesar de una manera ordenada y sistemática, para ello es necesario contar con la papelería adecuada con el fin de obtener una labor eficiente.

La papelería utilizada en el departamento de mantenimiento juega un papel muy importante ya que de su eficacia depende de la exactitud de la información recibida, además, es necesaria para obtener un funcionamiento y control adecuado de las labores de mantenimiento. La papelería es el resultado de un proceso de corrección continuo, en donde se realizan ajustes de acuerdo con las variaciones que sufre el departamento.

Se manejan dos tipos de papelería, es decir, dos clasificaciones.

A. De Proceso de Ejecución

B. De Control

Se manejan diariamente o en intervalos de tiempo muy cortos. Normalmente la información contenida en ellas se procesa a diario, se archivan durante un periodo de tiempo prudencial y luego se desechan.

Se debe estar conciente de que los datos allí consignados deben estar correctamente emitidos e igualmente procesados, puesto que a partir de ellos se obtendrán informes, costos y se corregirán errores. Dentro de este tipo de papelería podemos mencionar.

A.1 Órdenes de Trabajo y Órdenes de Servicio

Son peticiones escritas de servicios para cumplir por el departamento de mantenimiento. Establecen, tanto para mantenimiento como para la dirección, la información que señala la realización de un trabajo o rutina de mantenimiento. Proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las demandas de material, se entregan las instrucciones de trabajo individual y se hacen las asignaciones de tareas al personal y equipo.

Debido a que todo trabajo de mantenimiento, excepto las operaciones de rutina, debe programarse, es deseable poner todas las órdenes por escrito prescindiendo del volumen de la tarea. Esto permitirá una planificación y una programación apropiadas y servirá para determinar el trabajo de mantenimiento pendiente. Deberá buscarse que los datos registrados en la orden de trabajo sean específicos y de valor para la asignación de trabajo.

Se ilustran dos modelos de órdenes de trabajo una que da una información general del trabajo y otra que es bastante breve. Se utilizan en caso de emergencia en lugar de hacerlo en forma verbal.

La figura 26 muestra con detalle la forma de una orden de trabajo y la figura 27 la forma de una orden de servicio.

Figura 26. Orden de trabajo

Departamento		Sección		Código de trabajo realizado
Mantenimiento Preventivo	Daño mecánico	Daño eléctrico	Daño electrónico	Otros
Nombre de la pieza		Máquina		Lugar
Descripción del servicio				
Mecánico de sección				
Supervisor				
Jefe de mantenimiento				
Jefe de diseño				
Ejecutado por		Recibido por		Fecha y hora

Fig. 27. Orden de Servicio

Fecha y Departamento		Sección		Código de trabajo	
Nombre del equipo			No. de la máquina		
Servicio solicitado					
Montaje	Lubricación	Traslado	Adaptación	Cotización	Aseo
Proyecto	Ampliación	Construcción	Instalación	Ornato	Otros
Descripción del servicio solicitado					
Solicitante					
Sección asignada	Persona responsable		Fecha de entrega programada		

A.2 Informe diario de mantenimiento

Después de ejecutadas las rutinas de mantenimiento por cada mecánico, se procede a la presentación del informe, este documento debe contener los informes que sirvan al departamento de mantenimiento en sus actividades de control y al departamento de contabilidad de costos en la distribución de gastos. Normalmente en él se debe incluir el nombre de la máquina a la cual se le practicó el mantenimiento, la sección a la que corresponde, una descripción breve del trabajo realizado y el tiempo empleado. La figura 28 muestra un ejemplo de un informe diario de mantenimiento.

B. De Control

Estos proporcionan información para el departamento de contabilidad, el cual se encarga de realizar un inventario respectivo en el cual se incluye toda la información sobre equipo, materiales, herramientas y repuestos existentes.

B.1 Inventario de equipo

Para una planificación y programación eficaces, es necesario disponer de un registro completo del equipo al cual se le da mantenimiento. A cada unidad se le asigna un número de inventario, el cual puede grabarse sobre una placa metálica y fijarse a la unidad, o ajustarse de alguna otra manera.

B.2 Registro de equipo

Los registros de equipo son tan importantes tanto en grandes como en pequeñas plantas, estos son necesarios para el anuncio de reposiciones, cambio de piezas, repuestos, así como para la asignación de programas de inspección y de mantenimiento.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.1 Análisis antes de la aplicación del programa

Para el análisis de consumo de galones de combustible, se realizó primero un análisis diario, en el cual se iba anotando la cantidad de galones consumidos, el número de horas trabajadas y se establecía cuantos galones consumía por hora trabajada.

4.1.1 Mes de enero

La tabla de abajo muestra con detalle resumido el dato exacto de galones consumidos durante el mes de enero de 2004.

Tabla II. Análisis de consumo de combustible para el mes de enero

ENERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	48.001	10.263	4.677
2	52.025	10.012	5.196
3	39.015	8.5223	4.578
4	46.325	9.265	5
5	48.25	9.369	5.15
6	47.096	9.529	4.942
7	47.536	8.258	5.576

Continuación.

8	49.259	9.369	5.258
9	48.587	8.985	5.408
10	46.505	7.569	6.114
11	48	8.258	5.813
12	47	8.536	5.506
13	49.256	8.5	5.795
14	51	9	5.667
15	53.589	9.558	5.607
16	50.236	10.596	4.741
17	49.856	9.896	5.038
18	46.745	8.875	5.267
19	47.596	8.569	5.554
20	46.352	8.584	5.4
21	45	8.596	5.235
22	45.362	9	5.04
23	49.566	8.578	5.778
24	48.698	8.589	5.67
25	47.563	9.361	5.081
26	48.569	9.362	5.188
27	49.023	8.32	5.892
28	47.028	7.065	6.656
29	47.065	7.563	6.223
30	47	7.236	6.495
31	46.987	8.654	5.43
TOTAL	1,484.09	273.838	169.185

Después de un análisis diario de consumo de combustible en el cuarto de calderas, se estableció que para el mes de enero de 2004 el consumo de galones asciende a 1,484.09, lo cual traducido a quetzales da como resultado Q. 25,971.58.

4.1.2 Mes de febrero

La forma a proceder para el análisis en el mes de enero fue la misma mencionada en el mes de enero. Primero un análisis diario y luego la comparación respectiva.

En la siguiente tabla se muestra el detalle resumido del consumo de combustible para el mes de febrero.

Tabla III. Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero

FEBRERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	48.201	10.263	4.697
2	52.469	10.012	5.241
3	39.258	8.987	4.368
4	46.899	9.298	5.044
5	48.287	9.399	5.137
6	47.265	9.654	4.896
7	47.563	8.852	5.373
8	49.963	9.365	5.335
9	48.785	8.598	5.674
10	46.55	7.597	6.127
11	48	8.2	5.854
12	47.003	8.789	5.348
13	49.257	8.505	5.792
14	51.002	9.003	5.665
15	53.565	9.585	5.588
16	50.236	10.554	4.76
17	49.854	9.878	5.047
18	46.547	8.785	5.298
19	47.596	8.595	5.538
20	46.345	8.123	5.705
21	45	8.025	5.607
22	45.023	9.052	4.974
23	49.503	8.036	6.16
24	48.656	8.985	5.415
25	47.563	9.361	5.081
26	48.532	9.365	5.182
27	49.023	8.326	5.888
28	47.82	7.097	6.738
29	48.699	7.203	6.791
TOTAL	1394.464	257.492	158.294

El resultado para el mes de febrero asciende a los 1394.464 galones consumidos. Lo cual traducido a quetzales refleja Q. 24.403.12.

4.1.3 Mes de marzo

Se procedió a realizar el análisis de la misma forma que en los dos meses anteriores, obteniendo los datos resumidos en la tabla siguiente.

Tabla IV. Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo

MARZO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	48.256	10.269	4.699
2	52.523	10.011	5.247
3	36.325	9.658	3.761
4	39.256	8.365	4.693
5	36.289	7.596	4.777
6	48.369	8.394	5.762
7	45.698	7.896	5.787
8	48.658	9.125	5.332
9	49.365	8.657	5.702
10	49.362	10.025	4.924
11	48	8	6
12	48.709	7.002	6.956
13	48.987	8.965	5.464
14	51	9.256	5.51
15	51.254	7.654	6.696
16	56.246	11.245	5.002
17	48.542	8.365	5.803
18	49.965	8.456	5.909
19	48.999	8.956	5.471
20	46.352	8.584	5.4
21	45	7.598	5.923
22	46.258	10.236	4.519
23	47.256	8.697	5.434
24	50.12	9.876	5.075
25	51.012	10.123	5.039
26	47.563	9.889	4.81
27	50.245	8.014	6.27
28	48.998	7.065	6.935
29	47.256	8.056	5.866
30	49.909	7.001	7.129
31	50.236	8.214	6.116
TOTAL	1,486.01	271.248	172.012

Los resultados obtenidos para el mes de marzo reflejan los siguientes gastos en combustible: 1486.008 galones consumidos traducidos a quetzales da como resultado Q. 26,005.14.

4.1.4 Mes de abril

Los resultados obtenidos en el análisis del mes de abril fueron los siguientes.

Tabla V. Análisis de consumo de combustible para el mes de abril

ABRIL	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	39.015	10.263	3.802
2	52.025	8.523	6.104
3	39.015	10.263	3.802
4	46.235	9.265	5
5	48.25	8.523	5.661
6	39.015	9.529	4.094
7	47.536	10.012	4.748
8	49.259	9.369	5.258
9	48.25	8.985	5.37
10	46.505	8.5	5.471
11	48.25	9.265	5.208
12	48	8.536	5.623
13	47.896	7.698	6.222
14	52.006	10.001	5.2
15	54	10.256	5.265
16	52.364	10.596	4.942
17	47.685	7.989	5.969
18	48.965	9.023	5.247
19	49.693	8.69	5.718
20	46.352	8.584	5.4
21	45	8.596	5.235
22	45.362	9	5.04
23	49.566	8.578	5.778
24	48.698	8.589	5.67
25	47.563	9.361	5.081
26	48.569	9.362	5.188
27	49.023	8.32	5.892
28	47.028	7.065	6.656

Continuación.

29	47.065	7.563	6.223
30	47	7.236	6.495
TOTAL	1425.28	267.54	161.542

Los gastos que reflejan estos datos obtenidos son los siguientes: 1425.280 galones consumidos se convierten en Q. 24.942.40.

4.2.3 Mes de mayo

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de mayo fueron.

Tabla VI. Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo

MAYO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	50.362	9.256	5.441
2	53.99	7.562	7.14
3	49.629	7.256	6.839
4	48.956	9.265	5.284
5	38.269	10.326	3.706
6	48.256	7.562	6.381
7	45.698	7.561	6.044
8	50.236	10.236	4.908
9	49.999	8.899	5.618
10	50.001	9.009	5.55
11	47.896	8.365	5.726
12	47.698	8.647	5.516
13	49	8.5	5.765
14	52.369	10.394	5.038
15	54	10	5.4
16	55	9.964	5.52
17	47.598	8.458	5.628
18	47.895	7.854	6.0989
19	49.642	7	7.092
20	49.823	8.956	5.563

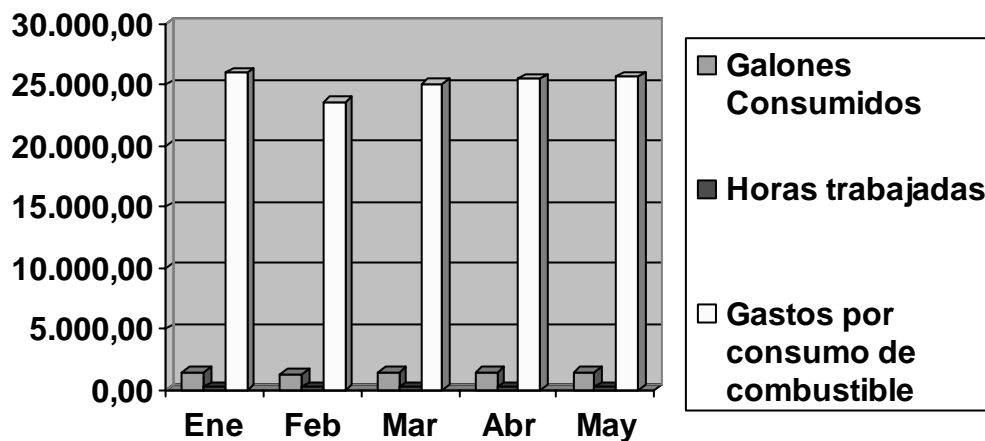
Continuación.

21	46.231	7.89	5.859
22	45.362	9	5.04
23	49.566	8.578	5.778
24	48.698	8.589	5.67
25	47.563	9.361	5.081
26	48.569	9.362	5.188
27	49.023	8.323	5.892
28	48.265	8.999	5.363
29	46.845	7.563	6.194
30	49.256	8.512	5.787
31	49.653	8.365	5.936
TOTAL	1,465.69	261.244	170.109

Los gastos calculados ascienden a Q. 25,649.56.

La siguiente figura muestra la comparación de los diferentes meses que se analizó el consumo de combustible sin la aplicación del programa de mantenimiento. Los gastos de combustibles son en quetzales.

Figura 29. Comparación del consumo mensual de combustible, sin la aplicación del programa de mantenimiento preventivo



4.2 Análisis después de la aplicación del programa

4.2.1 Mes de junio

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de junio fueron.

Tabla VII. Análisis de consumo de combustible para el mes de junio

JUNIO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	44.598	7.586	5.879
2	43.698	8.458	5.166
3	45.683	8.654	5.279
4	44.682	7.569	5.903
5	43.789	5.999	7.299
6	44.698	6.789	6.584
7	44.365	7.555	5.872
8	44.256	8.647	5.118
9	44.135	7.986	5.527
10	43.897	7.788	5.636
11	43.997	8.256	5.329
12	44.369	7.586	5.849
13	45.201	8.458	5.344
14	44.893	8.654	5.188
15	45.789	7.569	6.050
16	43.986	6.789	6.479
17	43.568	7.698	5.660
18	45.009	6.989	6.440
19	44.568	7.365	6.051
20	43.657	8.002	5.456
21	44.999	7.009	6.420
22	45.658	5.986	7.627

Continuación.

23	44.236	5.658	7.818
24	45.698	7.598	6.014
25	44.598	6.944	6.423
26	44.689	7.555	5.915
27	43.568	8.647	5.039
28	45.009	7.986	5.636
29	43.892	7.788	5.636
30	43.587	8.256	5.279
Total	1334.772	227.824	177.917

Los gastos calculados ascienden a Q. 23,358.51.

4.2.4 Mes de julio

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de julio fueron.

Tabla VIII. Análisis de consumo de combustible para el mes de julio

JULIO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	43.256	7.658	5.648
2	43.123	7.968	5.412
3	42.658	9.001	4.739
4	43.652	5.370	8.129
5	42.256	7.698	5.489
6	42.687	5.689	7.503
7	42.987	6.987	6.152
8	42.635	7.963	5.354
9	42.452	8.003	5.305
10	42.568	7.569	5.624
11	43.364	6.047	7.171

Continuación.

12	44.003	5.687	7.737
13	43.632	6.369	6.851
14	42.987	7.445	5.774
15	42.369	7.745	5.470
16	42.468	7.325	5.798
17	42.873	6.598	6.498
18	43.023	8.132	5.291
19	42.563	8.231	5.171
20	42.321	7.365	5.746
21	42.453	6.531	6.500
22	42.103	5.898	7.139
23	42.035	5.963	7.049
24	43.001	6.598	6.517
25	42.367	7.623	5.558
26	42.253	7.365	5.737
27	42.563	7.989	5.328
28	43.045	6.235	6.904
29	42.356	7.987	5.303
30	42.223	5.009	8.429
31	42.361	7.658	5.532
Total	1324.637	219.706	190.860

Los gastos calculados ascienden a Q. 23,181.15

4.2.5 Mes de agosto

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de agosto fueron.

Tabla IX. Análisis de consumo de combustible para el mes de agosto

AGOSTO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	43.256	5.489	7.880
2	42.356	7.412	5.715
3	42.258	8.989	4.701
4	42.368	5.370	7.890
5	42.123	7.584	5.554
6	42.586	7.231	5.889
7	42.491	6.490	6.547
8	42.321	6.589	6.423
9	42.325	8.456	5.005
10	42.123	7.001	6.017
11	42.365	6.012	7.047
12	42.156	5.999	7.027
13	42.235	6.998	6.035
14	42.123	7.002	6.016
15	42.156	7.789	5.412
16	42.425	7.586	5.593
17	42.436	7.256	5.848
18	42.436	8.021	5.291
19	43.025	5.478	7.854
20	43.563	7.568	5.756
21	43.023	6.999	6.147
22	42.365	6.978	6.071
23	42.564	7.689	5.536
24	42.324	6.989	6.056
25	42.367	6.978	6.072
26	42.364	7.365	5.752
27	42.003	7.009	5.993
28	42.258	6.987	6.048
29	42.596	7.365	5.784
30	42.365	5.986	7.077

Continuación.

31	41.989	6.325	6.639
Total	1315.345	216.990	190.675

Los gastos calculados ascienden a Q. 23,018.54.

4.2.6 Mes de septiembre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de septiembre fueron.

Tabla X. Análisis de consumo de combustible para el mes de septiembre

SEPTIEMBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	42.258	5.489	7.699
2	42.356	7.412	5.715
3	42.258	8.989	4.701
4	42.003	5.370	7.822
5	42.098	7.584	5.551
6	42.123	7.231	5.825
7	41.987	6.490	6.469
8	41.598	6.589	6.313
9	41.759	8.456	4.938
10	41.256	7.001	5.893
11	42.035	6.012	6.992
12	41.879	5.999	6.981
13	41.986	6.998	6.000
14	42.123	7.002	6.016
15	42.152	7.789	5.412
16	42.321	7.586	5.579

Continuación.

17	41.897	7.256	5.774
18	41.356	8.021	5.156
19	41.987	5.478	7.665
20	41.963	7.568	5.545
21	41.789	6.999	5.971
22	41.689	6.978	5.974
23	41.788	7.689	5.435
24	41.987	6.989	6.008
25	41.393	6.978	5.932
26	41.965	7.365	5.698
27	41.999	7.009	5.992
28	42.001	6.987	6.011
29	42.006	7.365	5.703
30	41.098	5.986	6.866
Total	1257.110	210.665	181.635

Los gastos calculados ascienden a Q. 21,999.43.

5.2.5 Mes de octubre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de octubre fueron:

Tabla XI. Análisis de consumo de combustible para el mes de octubre

OCTUBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	41.986	5.489	7.649
2	41.876	7.412	5.650
3	41.235	8.989	4.587
4	42.003	5.370	7.822

Continuación.

5	41.986	7.584	5.536
6	41.568	7.231	5.749
7	41.987	6.490	6.469
8	41.598	6.589	6.313
9	41.759	8.456	4.938
10	40.989	7.001	5.855
11	40.968	6.012	6.814
12	40.687	5.999	6.782
13	41.003	6.998	5.859
14	41.089	7.002	5.868
15	41.130	7.789	5.281
16	42.000	7.586	5.537
17	41.987	7.256	5.787
18	40.982	8.021	5.109
19	40.963	5.478	7.478
20	41.065	7.568	5.426
21	41.079	6.999	5.869
22	40.876	6.978	5.858
23	40.586	7.689	5.278
24	40.789	6.989	5.836
25	41.393	6.978	5.932
26	40.986	7.365	5.565
27	40.689	7.009	5.805
28	41.365	6.987	5.920
29	41.652	7.365	5.655
30	41.232	5.986	6.888
31	41.092	7.658	5.366
Total	1280.600	218.323	184.483

Los gastos calculados ascienden a Q. 22,410.50.

4.2.6 Mes de noviembre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de noviembre fueron.

Tabla XII. Análisis de consumo de combustible para el mes de noviembre

NOVIEMBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	41.986	5.489	7.649
2	41.876	7.412	5.650
3	41.235	8.989	4.587
4	40.568	5.370	7.555
5	41.986	7.584	5.536
6	40.569	7.231	5.610
7	41.987	6.490	6.469
8	40.365	6.589	6.126
9	41.759	8.456	4.938
10	40.989	7.001	5.855
11	40.968	6.012	6.814
12	40.687	5.999	6.782
13	41.003	6.998	5.859
14	41.089	7.002	5.868
15	40.035	7.789	5.140
16	41.026	7.586	5.408
17	40.587	7.256	5.594
18	40.982	8.021	5.109
19	40.963	5.478	7.478
20	40.235	7.568	5.316
21	40.123	6.999	5.733
22	40.876	6.978	5.858
23	40.586	7.689	5.278

Continuación.

24	40.789	6.989	5.836
25	39.987	6.978	5.730
26	40.986	7.365	5.565
27	40.689	7.009	5.805
28	39.687	6.987	5.680
29	40.798	7.365	5.539
30	39.658	5.986	6.625
Total	1225.074	210.665	176.996

Los gastos calculados ascienden a Q. 21,438.80.

4.2.7 Mes de diciembre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de diciembre fueron:

Tabla XIII. Análisis de consumo de combustible para el mes de diciembre

DICIEMBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	40.365	5.489	7.354
2	39.879	7.412	5.380
3	40.235	8.989	4.476
4	39.658	5.370	7.385
5	39.562	7.584	5.217
6	40.123	7.231	5.549
7	40.000	6.490	6.163
8	40.156	6.589	6.094
9	39.989	8.456	4.729
10	39.997	7.001	5.713

Continuación.

11	40.326	6.012	6.708
12	41.035	5.999	6.840
13	40.598	6.998	5.801
14	40.231	7.002	5.746
15	39.687	7.789	5.095
16	39.856	7.586	5.254
17	39.587	7.256	5.456
18	39.235	8.021	4.892
19	38.987	5.478	7.117
20	38.979	7.568	5.151
21	39.456	6.999	5.637
22	40.263	6.978	5.770
23	39.658	7.689	5.158
24	39.247	6.989	5.616
25	39.987	6.978	5.730
26	40.236	7.365	5.463
27	40.689	7.009	5.805
28	39.687	6.987	5.680
29	38.756	7.365	5.262
30	38.977	5.986	6.511
31	39.568	6.891	5.742
Total	1235.009	217.556	178.495

Los gastos calculados ascienden a Q. 21,612.66.

4.2.8 Mes de enero

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de enero fueron.

Tabla XIV. Análisis de consumo de combustible para el mes de enero

ENERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	39.879	5.489	7.265
2	39.879	7.412	5.380
3	38.979	8.989	4.336
4	38.568	5.370	7.182
5	38.965	7.584	5.138
6	38.496	7.231	5.324
7	39.423	6.490	6.074
8	39.001	6.589	5.919
9	39.989	8.456	4.729
10	38.987	7.001	5.569
11	37.987	6.012	6.319
12	37.897	5.999	6.317
13	37.999	6.998	5.430
14	38.687	7.002	5.525
15	37.891	7.789	4.865
16	38.002	7.586	5.009
17	38.038	7.256	5.242
18	38.978	8.021	4.859
19	38.003	5.478	6.937
20	38.125	7.568	5.038
21	38.101	6.999	5.444
22	38.003	6.978	5.446
23	38.235	7.689	4.973
24	38.325	6.989	5.484
25	38.023	6.978	5.449
26	37.998	7.365	5.159
27	38.698	7.009	5.521
28	37.986	6.987	5.437
29	38.756	7.365	5.262
30	38.035	5.986	6.354

Continuación.

31	38.000	6.891	5.514
Total	1193.933	217.556	172.502

Los gastos calculados ascienden a Q. 20,893.83.

4.2.9 Mes de febrero

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de febrero fueron.

Tabla XV. Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero

FEBRERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	38.568	5.489	7.026
2	37.589	7.412	5.071
3	37.987	8.989	4.226
4	37.865	5.370	7.051
5	37.594	7.584	4.957
6	38.003	7.231	5.256
7	38.123	6.490	5.874
8	37.496	6.589	5.691
9	37.568	8.456	4.443
10	38.123	7.001	5.445
11	38.023	6.012	6.325
12	37.468	5.999	6.246
13	36.987	6.998	5.285
14	36.989	7.002	5.283
15	37.003	7.789	4.751
16	37.056	7.586	4.885
17	37.039	7.256	5.105

Continuación.

18	36.997	8.021	4.613
19	37.012	5.478	6.756
20	37.120	7.568	4.905
21	37.235	6.999	5.320
22	37.099	6.978	5.317
23	37.235	7.689	4.843
24	37.158	6.989	5.317
25	37.245	6.978	5.337
26	36.989	7.365	5.022
27	37.023	7.009	5.282
28	36.478	6.987	5.221
Total	1047.072	197.314	150.852

Los gastos calculados ascienden a Q. 18,323.76.

4.2.10 Mes de marzo

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de marzo fueron.

Tabla XVI. Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo

MARZO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	33.996	5.489	6.193
2	33.989	7.412	4.586
3	34.657	8.989	3.855
4	33.099	5.370	6.164
5	34.035	7.584	4.488
6	33.987	7.231	4.700
7	33.687	6.490	5.191

Continuación.

8	33.245	6.589	5.046
9	33.598	8.456	3.973
10	33.248	7.001	4.749
11	33.598	6.012	5.588
12	34.024	5.999	5.672
13	33.997	6.998	4.858
14	34.752	7.002	4.963
15	33.587	7.789	4.312
16	34.096	7.586	4.495
17	34.967	7.256	4.819
18	33.987	8.021	4.237
19	33.234	5.478	6.067
20	34.002	7.568	4.493
21	34.120	6.999	4.875
22	33.265	6.978	4.767
23	34.875	7.689	4.536
24	33.789	6.989	4.835
25	33.697	6.978	4.829
26	32.068	7.365	4.354
27	33.697	7.009	4.808
28	33.603	6.987	4.809
29	33.875	5.978	5.667
30	33.257	6.387	5.207
31	33.687	7.569	4.451
Total	1047.718	217.248	151.586

Los gastos calculados ascienden a Q.18, 335.07.

4.2.11 Mes de abril

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de abril fueron.

Tabla XVII. Análisis de consumo de combustible para el mes de abril

ABRIL	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	33.996	5.489	6.193
2	32.568	7.412	4.394
3	33.002	8.989	3.671
4	32.987	5.370	6.143
5	32.687	7.584	4.310
6	32.598	7.231	4.508
7	32.698	6.490	5.038
8	32.663	6.589	4.957
9	32.458	8.456	3.838
10	32.698	7.001	4.670
11	32.875	6.012	5.468
12	32.569	5.999	5.429
13	32.547	6.998	4.651
14	32.501	7.002	4.642
15	32.524	7.789	4.176
16	32.654	7.586	4.305
17	33.025	7.256	4.551
18	32.691	8.021	4.076
19	33.234	5.478	6.067
20	32.675	7.568	4.318
21	33.096	6.999	4.729
22	33.001	6.978	4.729
23	33.032	7.689	4.296
24	32.584	6.989	4.662
25	32.547	6.978	4.664
26	32.068	7.365	4.354
27	32.369	7.009	4.618
28	32.458	6.987	4.645
29	32.754	5.978	5.479
30	32.581	6.387	5.101

Continuación.

Total	982.140	209.679	142.684
--------------	----------------	----------------	----------------

Los gastos calculados ascienden a Q. 17,187.45.

4.2.12 Mes de mayo

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de mayo fueron.

Tabla XVIII. Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo

MAYO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	30.986	5.489	5.645
2	30.657	7.412	4.136
3	31.256	8.989	3.477
4	31.879	5.370	5.937
5	31.879	7.584	4.203
6	31.985	7.231	4.423
7	31.998	6.490	4.930
8	31.745	6.589	4.818
9	31.456	8.456	3.720
10	31.876	7.001	4.553
11	30.879	6.012	5.136
12	31.469	5.999	5.246
13	30.986	6.998	4.428
14	30.856	7.002	4.407
15	30.547	7.789	3.922
16	31.000	7.586	4.086
17	30.789	7.256	4.243
18	30.684	8.021	3.825

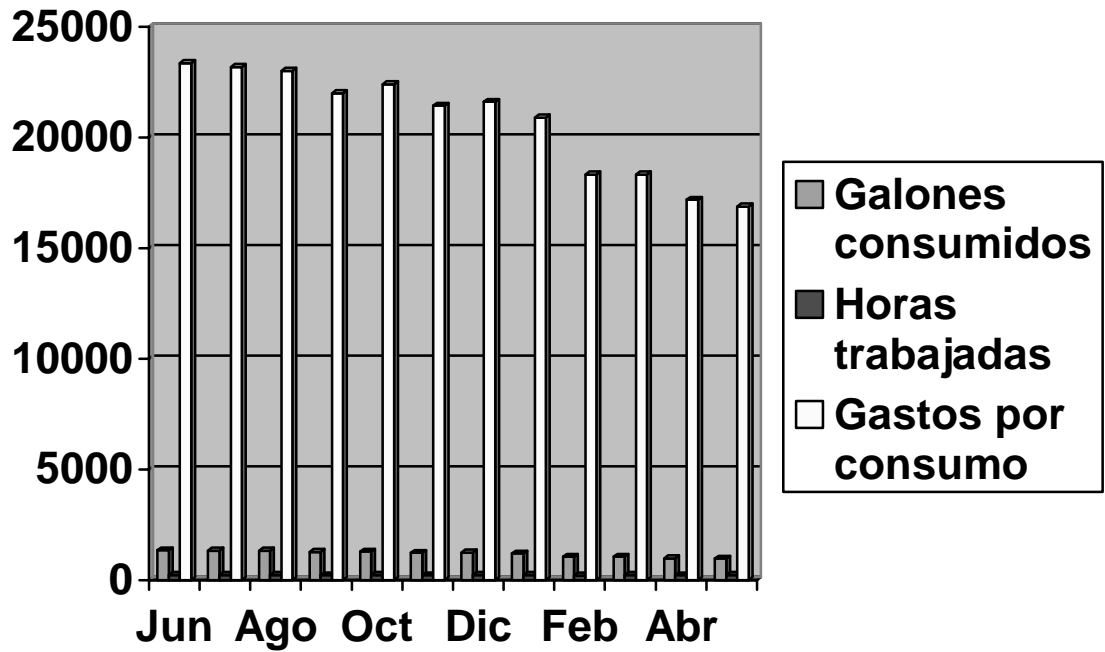
Continuación.

19	30.952	5.478	5.650
20	30.978	7.568	4.093
21	30.459	6.999	4.352
22	30.698	6.978	4.399
23	30.666	7.689	3.988
24	31.562	6.989	4.516
25	31.698	6.978	4.543
26	30.594	7.365	4.154
27	30.759	7.009	4.389
28	30.765	6.987	4.403
29	30.456	5.978	5.095
30	30.432	6.387	4.765
31	31.652	7.987	3.963
Total	964.598	217.666	139.446

Los gastos calculados ascienden a Q. 16,880.47.

La siguiente figura muestra la comparación de los diferentes meses que se analizó el consumo de combustible con la aplicación del programa de mantenimiento. Los gastos de combustibles son en quetzales.

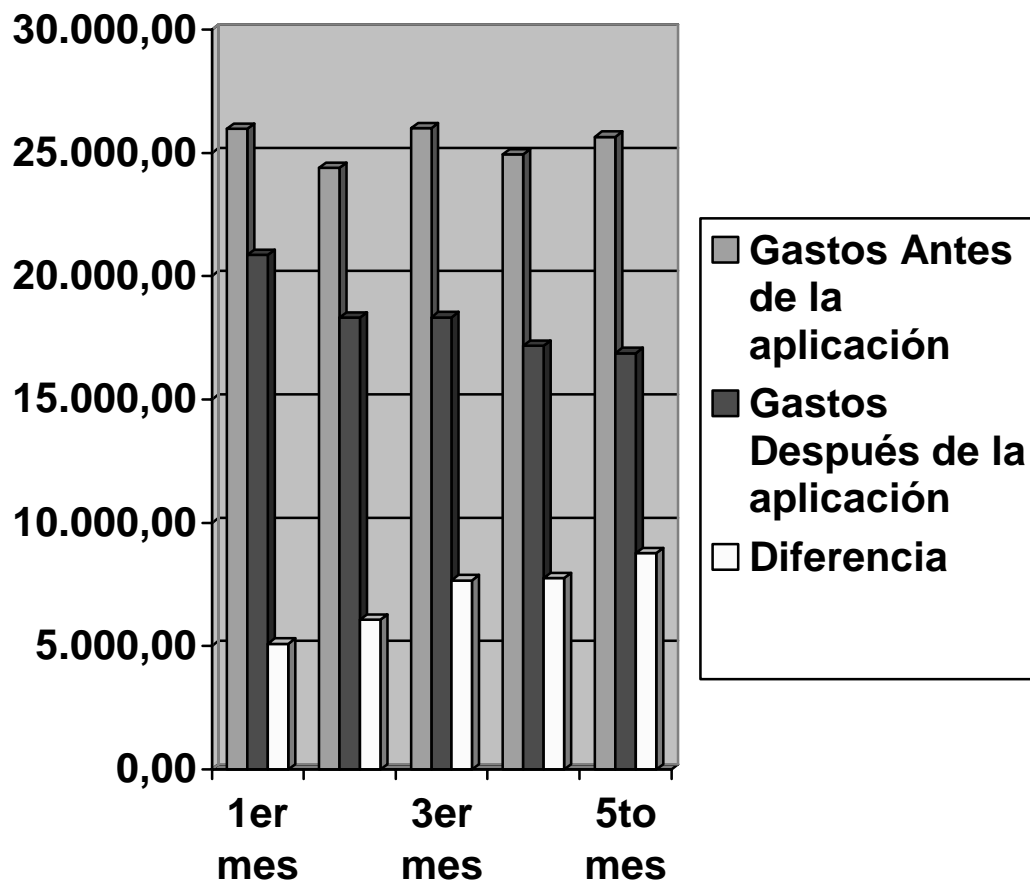
Figura 30. Comparación del consumo mensual de combustible, con la aplicación del programa de mantenimiento preventivo



4.3 Comparación del gasto mensual antes y después de la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo

Se hará la comparación entre los primeros cinco meses sin la aplicación del programa de mantenimiento y los últimos cinco meses ya con la aplicación del programa de mantenimiento.

Figura 31. Comparación de gastos mensuales antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo



Los gastos representados en la figura son en quetzales.

Tabla XIX. Costos por consumo de combustible antes de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo

Mes	Galones Consumidos	Costos por consumo de combustible
Enero	1,484.090	Q. 25,971.58
Febrero	1,384.464	Q. 24,403.12
Marzo	1,486.010	Q. 26,005.14
Abril	1,425.280	Q. 24,942.40
Mayo	1,465.690	Q. 25,649.56
Total	7,255.530	Q. 126,971.80

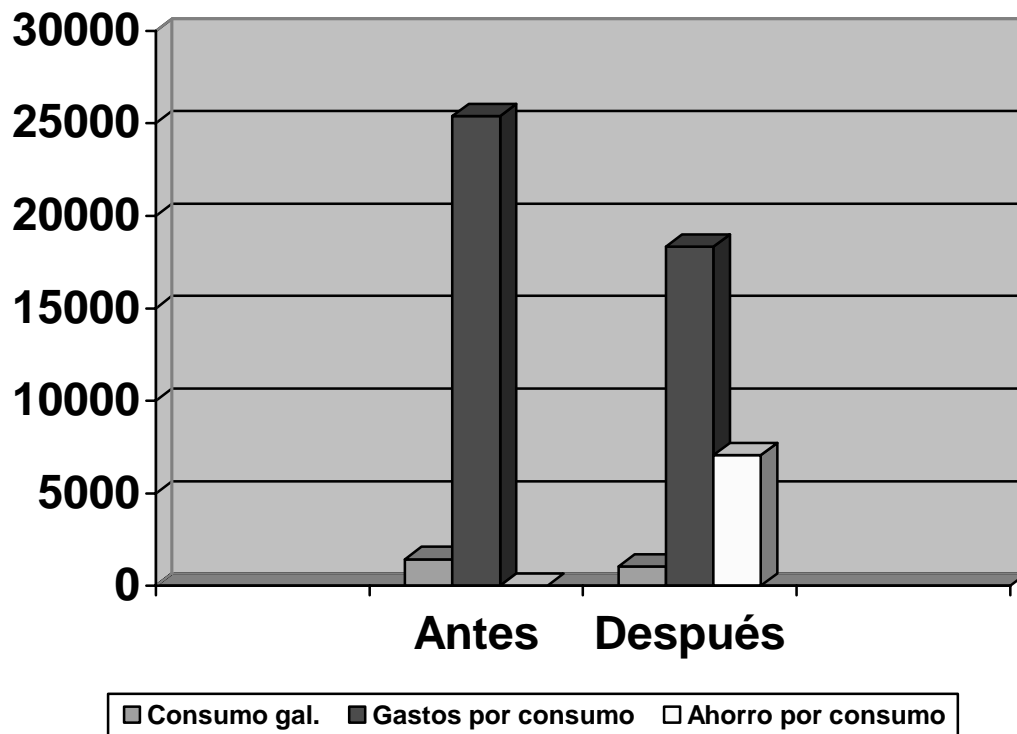
Al calcular el promedio del gasto mensual por consumo de combustible se obtuvo el siguiente resultado **Q. 25,394.36** esto durante los primeros cinco meses.

Tabla XX. Costos por consumo de combustible después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo

Mes	Galones consumidos	Costos por consumo de combustible
Enero	1,193.933	Q. 20,893.83
Febrero	1,047.072	Q. 18,323.76
Marzo	1,047.718	Q. 18,335.07
Abril	982.140	Q. 17,187.45
Mayo	964.598	Q. 16,880.47
Total	5,235.461	Q. 91,620.56

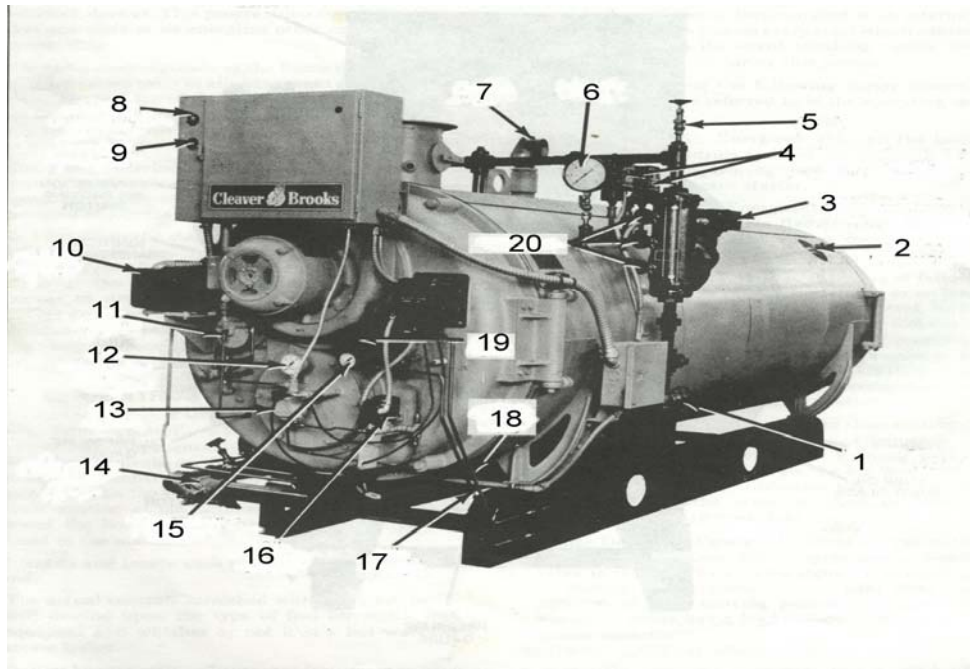
Al calcular el promedio del gasto mensual por consumo de combustible durante los últimos cinco meses después de la aplicación del programa se obtuvo el siguiente resultado **Q. 18,324.12**. Al realizar la comparación entre los dos promedios mensuales antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento se observó una diferencia de **Q. 7,070.24**, lo cual representa un ahorro anual de **Q. 84,845.04**. La siguiente gráfica resume lo anterior.

Figura 32. Comparación de los promedios calculados tanto de consumo de combustible como de costos por consumo del mismo y el ahorro obtenido



ANEXOS

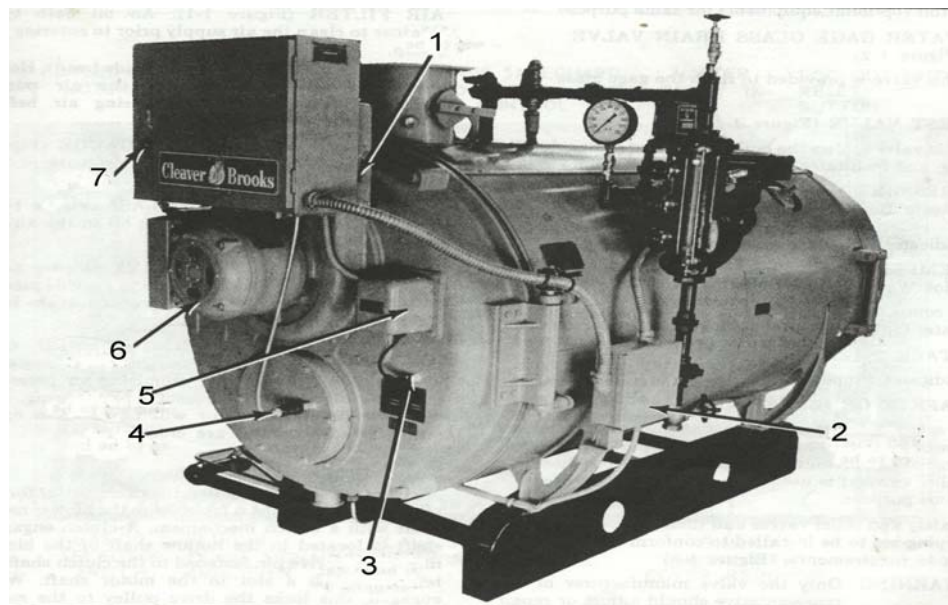
Figura 33. Cadera y partes principales



1. Válvula de drenaje de columna de agua
2. Compuerta manual
3. Guarda-nivel y cápsula de mercurio de control
4. Controles de presión. Nivel mínimo y máximo
5. Válvula de retención
6. Manómetro de presión de vapor
7. Válvula de seguridad
8. Switch del Damper
9. Switch de marcha y parada
10. Motor del Damper
11. Bomba de aire
12. Manómetro de presión del aire

- 13. Control de aceite
- 14. Válvula de mariposa del gas
- 15. Manómetro de presión de aceite
- 16. Válvula solenoide de aceite
- 17. Línea de retorno de aceite
- 18. Línea de aceite
- 19. Bomba de aceite
- 20. Indicadores de control de presión

Figura 34. Otras partes importantes de una caldera



- | | |
|--|---|
| 1. Aire del Damper | 2. Caja de entrada de energía eléctrica |
| 3. Piloto de gas | 4. Detector de flama |
| 5. Transformador de ignición | 6. Motor soplador |
| 7. Switch de marcha y parada
(panel de control) | |

SANEAMIENTO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y OTRAS INSTITUCIONES

Generalidades

Las instituciones que pueden ser consideradas en un programa de saneamiento constan de recintos, edificios e instalaciones que les permitan prestar servicios para fines de salud, de educación y sociales a la comunidad. Se clasifican en: asistenciales, hospedajes, recreacionales y terminales de transporte (personas). Entre los aspectos comunes a estas instituciones, está la gran afluencia de público.

Esto, más los apreciables volúmenes de productos y desechos derivados de su funcionamiento crea riesgos de enfermedades asociadas al ambiente físico y deficiencias del saneamiento. La numerosa población que concurre y permanece en estas instituciones y sus importantes fines sociales, exige una cuidadosa planificación, diseño, construcciones, operación y mantenimiento de sus instalaciones y servicios, entre los cuales están los relacionados con el saneamiento:

- ✓ abastecimiento de agua y equipos para centrales de agua caliente y vapor;
- ✓ alcantarillado y sistema de aguas lluvias;
- ✓ almacenamiento, recolección y en ocasiones, tratamiento de residuos sólidos;
- ✓ control de insectos y roedores

Por cierto las instituciones necesitan permiso de parte de la autoridad de salud, previa a su construcción y funcionamiento y posteriormente habrán de ser objeto de vigilancia de sus condiciones de saneamiento.

Saneamiento de hospitales y establecimientos de salud

Condiciones ambientales e infecciones

Se espera que los establecimientos de salud tengan un ambiente que facilite una rápida recuperación del paciente. El descuido del saneamiento puede contribuir, junto con otros factores propios de la atención de salud, a la introducción de infecciones que demoren la recuperación, debiliten pacientes e incluso amenacen su vida. Se denominan infecciones intra hospitalarias (IIH) a cualquier infección, localizada o generalizada, que se presenta en un paciente hospitalizado o a consecuencia de la hospitalización. Debe entenderse que la IIH no se encuentre presente o en incubación al ingreso del paciente.

Elementos de saneamiento

Las prácticas higiénicas son de mucha importancia, tales como el lavado de manos con agua y jabón, lavado de ropas, esterilización de equipos, instrumentos y materiales; limpieza de pisos y superficies, que en el área donde se realizan cirugías y otros procedimientos requieren técnicas especiales. Los baños, cocinas y otros recintos deben ser limpiados de una manera cuidadosa y frecuente. A continuación se mencionan algunas de las condiciones de los sistemas de saneamiento en los establecimientos de salud:

➤ **El abastecimiento del agua potable**

Generalmente se obtiene de la red pública y el consumo medio diario se estima del orden de 700 a 1500 litros por día, por cama de hospital (lpd/cama) y 100 lpd/m² para consultorios y dispensarios. Para edificios de un piso que no cuentan con abastecimiento de agua continuo o de más pisos, debe construirse un estanque de agua que asegure presión hidráulica suficiente para los servicios sanitarios. Si acaso el servicio público de agua potable no cumple con las normas de calidad y de continuidad, corresponderá a los proyectistas adoptar las medidas para solucionar los problemas, ya sea adoptando un sistema de servicio propio, colocando dispositivos para filtrar y desinfectar el agua.

➤ **El alcantarillado**

Este deberá asegurar la evacuación de aguas servidas sin la sedimentación de materias putrescibles, en forma hermética a líquidos y gases. Respecto a los gases, todos los artefactos sanitarios tienen sello de agua y la instalación cuenta con ventilaciones ubicadas adecuadamente para impedir cualquier molestia en el interior del edificio, en sus accesos y vecindario. Las instalaciones de tuberías deben ser accesibles para revisión y limpieza en caso de obstrucciones o desperfectos.

A menos que se trate de un alcantarillado unitario, vale decir para agua negra y lluvias, éstas últimas deben ser conducidas a un colector separado especial para aguas lluvias o a un sistema de infiltración.

➤ Residuos médicos

A los residuos sólidos de hospitales y de otros establecimientos de salud se les puede denominar residuos médicos de acuerdo a terminología y enfoques propuestos por la OMS para países en desarrollo, cuyas características son:

- ✓ 85 % no peligrosos ni infecciosos;
- ✓ 10 % infecciosos;
- ✓ 5 % peligrosos.

Pueden clasificarse de un modo simplificado en cinco categorías:

1. Residuos generales (no peligrosos).
2. Corto punzantes (infectados o no).
3. Residuos infecciosos (además de los cortos punzantes infectados).
4. Residuos químicos y farmacéuticos.
5. Otros residuos peligrosos como: drogas cito-tóxicas, sustancias y equipos radiactivos y recipientes presurizados.

Los de clase 1 son similares a los domésticos y deben ser manejados del mismo modo. La generación de residuos en un hospital de países latinoamericanos es de 1 a 4.5 Kg./cama/día, recomendándose que se almacenen en un lugar de producción en forma separada, con identificación y envase adecuado a sus características (bolsas plásticas de colores y envases de plástico rígidos o metálico para los corto punzantes), retirándolos dos veces por día a lo menos.

Los residuos infecciosos necesitan tratamiento, antes de su disposición final. Para tratar los residuos infecciosos en hospitales que generan una cantidad menor de residuos, pueden ocuparse esterilizadores de vapor saturado, de preferencia solamente para este uso.

La OMS, teniendo presente las experiencias de saneamiento de instalaciones de salud en campamentos de refugiados o en áreas rurales, propone que en postas rurales se haga la incineración del material combustible de los residuos médicos, para reducir el volumen y proveer alguna desinfección. Después se procederá a un relleno sanitario con este material incinerado, más los elementos corto punzantes y otros residuos no combustibles. Hay que considerar que la incineración en estas condiciones difícilmente será capaz de quemar todos los residuos.

El incinerador debe estar bien ubicado respecto a la posta, viviendas y vientos reinantes, ya que es probable la generación de malos olores. El relleno sanitario ha de estar bien protegido por un cerco contra animales y personas que quisieran recuperar algún material. Es muy importante la cobertura diaria y la final. Las figuras 31 y 32 ilustran los procesos de tratamiento mencionados.

Figura 35. Incineración de residuos médicos en postas rurales

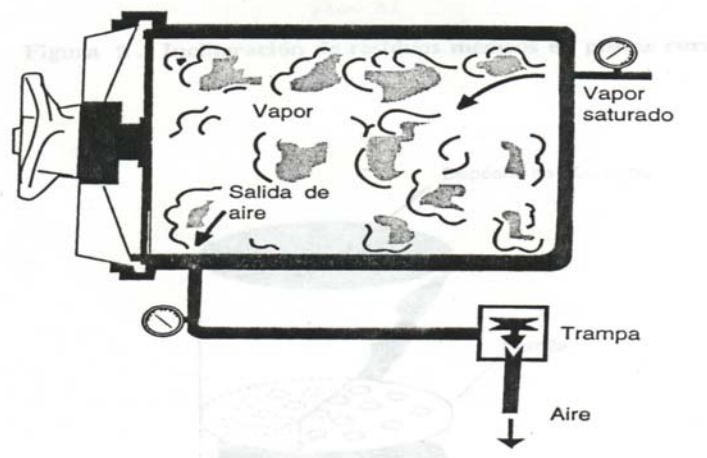
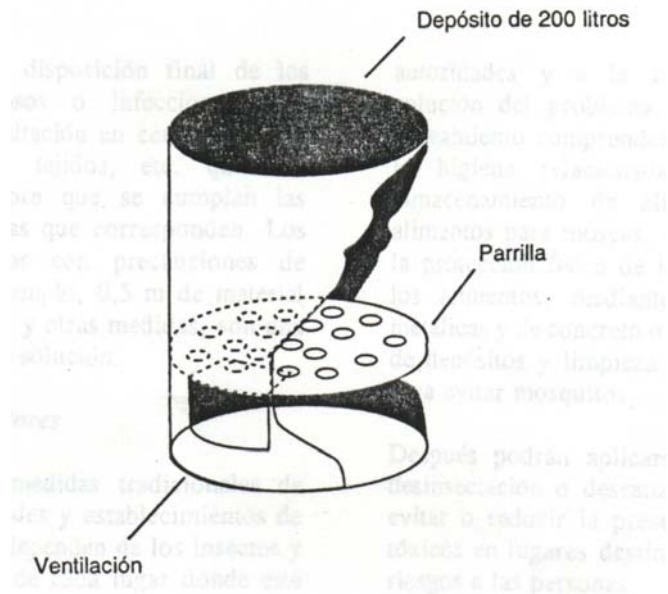


Figura 36. Relleno sanitario para residuos de postas rurales



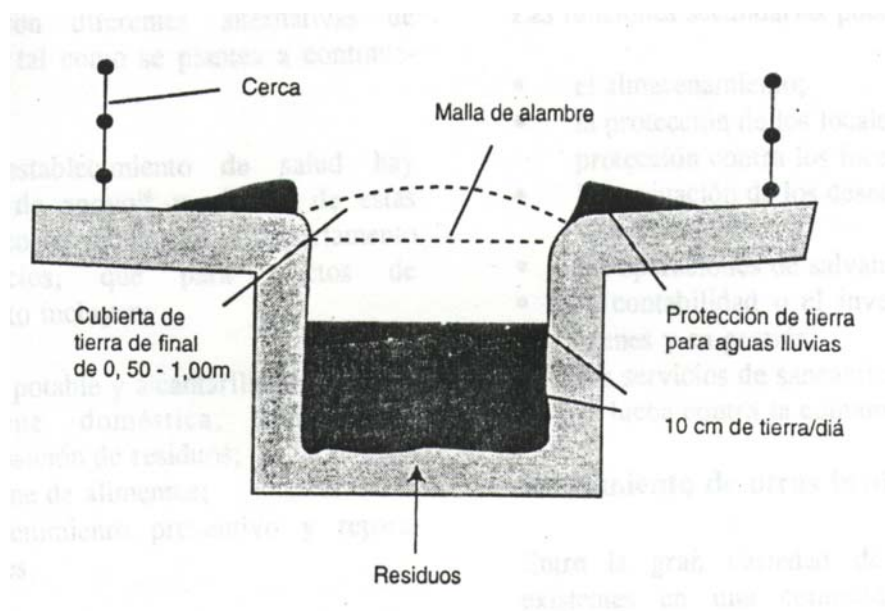
En cuanto a la disposición final de los residuos peligrosos o infecciosos, hay prácticas de sepultación en cementerios humanos, tejidos, etc, que son apropiados siempre que se cumplan las prácticas sanitarias que corresponden. Los rellenos sanitarios con precauciones de seguridad, por ejemplo, 0.5 de material de cobertura final y otras medidas, son una forma correcta de solución.

El control de vectores

Entre los factores que hay que tener presentes se incluyen la existencia de focos de proliferación de insectos y roedores. Las medidas de saneamiento comprenden, en primer lugar, la higiene relacionada con basuras y almacenamiento de desechos de alimentos, que son alimentos para moscas, cucarachas y ratas; la protección física de locales donde están los alimentos, mediante rejillas, láminas metálicas y de concreto o albañilería; control de depósitos y limpieza de cursos de agua para evitar mosquitos.

Después podrán aplicarse tratamientos de desinsectación o desratización, procurando evitar o reducir la presencia de productos tóxicos en lugares destinados a alimentos y riesgos al personal encargado del manejo de los alimentos. La figura 33 muestra la forma de aplicación de un vector.

Figura 37. Aplicación de un vector en el control de plagas



CONCLUSIONES

1. La correcta aplicación del programa de mantenimiento preventivo garantizará un ahorro anual de Q 84,842.88 en relación al ahorro en consumo de combustible, energía eléctrica, compra de repuestos y suministros, tomando en cuenta los gastos que éste representa, mantendrá un funcionamiento que cumple con los estándares de operación requeridos para este tipo de calderas, eliminando fugas de vapor y evitando en lo posible la eliminación de gases dañinos a la atmósfera y además despertará en los operarios un ambiente de trabajo agradable y motivador.
2. El programa de mantenimiento propuesto, propone soluciones inmediatas a las fallas más comunes en el área de calderas.
3. La correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento evitará problemas comunes, paradas y reparaciones innecesarias del equipo.
4. La elaboración de un inventario completo constituye un instrumento único para recabar toda la información acerca del equipo, herramienta y accesorios existentes. En caso de una tarea asignada se sabrá dónde se encuentran las herramientas necesarias, además de la existencia de accesorios y repuestos.

RECOMENDACIONES

Al personal administrativo

1. Cooperar con el departamento de mantenimiento, autorizando la compra de materiales y accesorios aunque no están contemplados dentro del presupuesto mensual.
2. Autorizar la capacitación constante que ofrecen las diferentes compañías, a todo el personal de mantenimiento.
3. Establecer junto con los departamentos de mantenimiento y contabilidad, un presupuesto mensual adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento.

Al personal de mantenimiento

1. Realizar las rutinas programadas siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere, si surge alguna duda, consultarla con el encargado de mantenimiento.
2. Utilizar el equipo de protección personal, siguiendo las recomendaciones del encargado de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carranza Guzmán, Lenin Rafael. Programa de operación y mantenimiento de extrusoras, para la manufactura de bobina plástica a base de polietileno. Tesis Ing. Mecánico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2004. 113pp.
2. Cleaver-Brooks. **Manual de operación y servicio**. USA. 1989.
3. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Curso de Calderas**. Guatemala 2000. 142pp.
4. Morrow, L. C. **Manual de mantenimiento industrial**. México. Cía. Editorial continental, S.A. de C.V. 572pp.
5. Severns, W. H. **Energía mediante vapor, aire y gas**. Segunda Edición. México Distrito Federal, Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V. 1988.
6. Shield, Carl D. **Calderas Piro-tubulares**. Segunda Edición. México Distrito Federal, Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V. 1991.

DEDICATORIA A:

Dios

Por todas las bendiciones que he recibido. A pesar de mis errores confías en mí.

Mis padres Carlos y Thelma

Por su trabajo y desvelos, por darme la oportunidad para prepararme y nunca perder la seguridad en que lo alcanzaría.

Mis hermanos Carlos, Ana, Julia, Luís y Oscar

Por su amor y apoyo incondicional en todo momento.

Mis sobrinos Jacqueline Fernanda, Ana Victoria, Carla María, Rodrigo Daniel y Ángel Estuardo

Por llenar de luz y alegría cada día de mi vida. Los quiero mucho.

Mis abuelos Agustín y Josefa

Por haberme predicado con el ejemplo la humildad, el respeto, la honradez y la responsabilidad. Sus consejos no fueron en vano. Descansen en paz Patatín y Abuelita Chepa.

Evelyn Carolina

Por que ninguna mujer podrá darme lo que tú me has dado. Por tu amor y compañía gracias nena linda. Te amo.

La Familia Ordóñez Ruiz

Porque sin esperar nada a cambio me ayudaron cuando más lo necesitaba. Que dios los bendiga siempre.

Mis amigos

Que sin hacer mención saben de mi gran cariño y respeto. Gracias por compartir tantas experiencias inolvidables, juntos.

Mi primo David

Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

*A mi asesor Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
Gracias por su tiempo y dedicación en la realización de éste trabajo de graduación.*

*Al Hospital Privado de las Américas
Por permitirme desarrollar en sus instalaciones mí trabajo de graduación.*

*A usted
Respetuosamente.*

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	X
RESUMEN.....	XII
OBJETIVOS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
1 CONDICIONES INICIALES DEL CUARTO DE CALDERAS	
1.1 Mantenimiento preventivo.....	1
1.2 Observación de la operación.....	3
1.2.1 Ajuste y operación de calderas.....	9
1.2.2 Conexión mecánica del motor modulador y regulador de tiro.....	12
1.2.3 Sistema eléctrico de calderas.....	13
1.2.4 Sistema de alimentación de combustible.....	13
1.2.5 Tipo de combustible.....	14
1.2.6 Tipo de caldera.....	14
1.2.7 Tamaño de la caldera.....	14
1.2.8 Eficiencia de la caldera.....	15
1.2.9 Sistema de alimentación de combustible.....	15
1.2.9.1 Línea de combustible.....	15
1.2.9.2 Línea de atomización.....	16
1.2.9.3 Línea de vapor.....	16
1.2.9.4 Aire de combustión.....	16
1.2.9.5 Gas propano.....	16

1.2.10 Bomba de combustible.....	17
1.2.11 Calentador de combustible.....	18
1.2.12 Control mecánico de combustible.....	18
1.2.13 Tirador de combustible.....	19
1.2.14 Válvulas solenoides para combustible.....	19
1.2.15 Termostatos para el calentador de vapor.....	19
1.2.16 Línea de aire de atomización.....	19
1.2.17 Válvula reguladora de presión de vapor.....	20
1.2.18 Válvula solenoide para vapor.....	20
1.2.19 Ventilador.....	20
1.2.20 Damper.....	21
1.2.21 Válvula reguladora de gas.....	21
1.2.22 Válvula solenoide de gas.....	21
1.2.23 Manómetro de gas.....	21
1.2.24 Instalación del tanque de combustible a la caldera.....	22
1.2.25 Sistema de alimentación de agua.....	23
1.2.26 Instalación de un tanque de condensados.....	25
1.2.27 Instalación de las bombas de agua a la caldera.....	26
1.2.28 Instalación de las purgas de la caldera.....	28
1.2.29 Instalación del tanque de condensados a la bomba de agua.....	29
1.3 Pruebas periódicas.....	31
1.3.1 Prueba de banco.....	31
1.3.2 Prueba hidrostática.....	32
1.4 Inspección.....	33
1.5 Supervisión.....	34
2. RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CALDERAS	
2.1 Conjunto de quemador.	35
2.1.1 Revisión de funcionamiento	35

2.1.2 Boquillas.....	35
2.1.3 Cuerpo del quemador.....	36
2.1.4 Electrodo de ignición.....	36
2.1.5 Aislantes de electrodo de ignición.....	36
2.1.6 Cables de ignición.....	37
2.1.7 Piloto de gas.....	37
2.1.8 Foto-celda.....	37
2.1.9 Combustión.....	38
2.1.10 Control de nivel de agua.....	38
2.1.10.1 Tubo de nivel.....	39
2.1.10.2 Flotador.....	39
2.1.10.3 Diafragma de flotador.....	40
2.1.10.4 Columna del Mc. Donnell.....	40
2.1.10.5 Purga.....	40
2.2 Línea y bomba de alimentación de agua.....	41
2.2.1 Cebado.....	41
2.2.2 Temperatura de cojinetes.....	41
2.2.3 Lubricación de cojinetes.....	42
2.2.4 Prensa-estopas.....	43
2.2.5 Alineación.....	43
2.2.6 Impulsor.....	45
2.2.7 Accesorios de tubería.....	45
2.3 Cuerpo de la caldera.....	47
2.3.1 Limpieza del lado de agua.....	47
2.3.2 Limpieza del lado de fuego.....	48
2.3.3 Fuga en los tubos.....	48
2.3.4 Material refractario.....	48
2.3.5 Empaques.....	48
2.3.6 Pernos y tuercas.....	49

2.3.7 Fugas de agua, vapor y gases de combustión.....	49
2.4 Sistema de combustible.....	49
2.4.1 Línea de alimentación.....	49
2.4.2 Nivel de tanque principal.....	49
2.4.3 Nivel de tanque de diario.....	50
2.4.4 Filtro de línea de alimentación.....	50
2.4.5 Fajas de transmisión.....	50
2.4.6 Alineación.....	51
2.4.7 Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario.....	52
2.4.8 Válvulas solenoides.....	52
2.4.9 Malla del ventilador.....	52
2.4.10 Lubricación del motor ventilador.....	53
2.4.11 Temperatura de cojinetes.....	53
2.4.12 Fajas de transmisión.....	53
2.4.13 Vibraciones en el motor y ventilador.....	53
2.5 Tanque de condensados.....	54
2.5.1 Filtro de válvula de entrada de agua al tanque.....	54
2.5.2 Filtro de la descarga a la bomba de alimentación.....	54
2.5.3 Limpieza del tanque.....	54
2.5.4 Sistemas de tratamiento de agua.....	55
2.5.5 Sistema eléctrico.....	55
2.5.5.1 Revisión de terminales.....	55
2.5.5.2 Limpieza de platinos.....	56
2.5.5.3 Limpieza del control programador.....	56
2.5.6 Control de presión de vapor.....	56
2.5.7 Cápsula de mercurio del Mc. Donnell.....	57
2.5.8 Termostatos.....	57
2.5.9 Válvula de seguridad.....	57

2.5.10 Termómetros.....	58
2.5.11 Manómetros.....	58
2.5.12 Válvulas en general.....	59
2.5.13 Trampa de vapor del precalentador.....	60
2.5.14 Chimenea.....	60
2.5.15 Pintura y limpieza.....	61
2.5.16 Iluminación y ventilación.....	61
3. GUÍA PARA RUTINAS DE MANTENIMIENTO	
3.1 Semanales.....	64
3.2 Mensuales.....	64
3.3 Trimestrales.....	66
3.4 Semestrales.....	66
3.5 Anuales.....	67
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	
4.1 Análisis antes de la aplicación del programa.....	75
4.1.1 Mes de enero.....	75
4.1.2 Mes de febrero.....	76
4.1.3 Mes de marzo.....	78
4.1.4 Mes de abril.....	79
4.1.5 Mes de mayo.....	80
4.2 Análisis después de la aplicación del programa.....	82
4.2.1 Mes de junio.....	82
4.2.2 Mes de julio.....	83
4.2.3 Mes de agosto.....	84
4.2.4 Mes de septiembre.....	86
4.2.5 Mes de octubre.....	87
4.2.6 Mes de noviembre.....	89
4.2.7 Mes de diciembre.....	90

4.2.8 Mes de enero.....	91
4.2.9 Mes de febrero.....	93
4.2.10 Mes de marzo.....	94
4.2.11 Mes de abril.....	95
4.2.12 Mes de mayo.....	97
4.3 Comparación del gasto mensual antes y después de la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo.....	99
ANEXOS.....	103
CONCLUSIONES.....	112
RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Análisis de gastos de operación	2
2	Instalaciones mecánicas inseguras	5
3	Equipo contra incendios utilizado en el hospital	7
4	Iluminación en el cuarto de calderas	8
5	Equipo de protección personal utilizado en el hospital	8
6	Partes principales de una caldera	10
7	Accesorios de caldera y otras partes importantes	11
8	Instalación típica de un tanque de combustible (Bunker)	17
9	Transmisión mecánica de la bomba de combustible a través de poleas	18
10	Instalación de un tanque de combustible subterráneo	23
11	Instalación de un tanque de alimentación de agua	24
12	Instalación de un tanque de condensados	26
13	Diferentes tipos de instalación de purgas	26
14	Instalación recomendada de reducciones en la sección de la bomba	30
15	Válvula de seguridad	32
16	Detalle de electrodos	36
17	Nivel de agua de la caldera	39
18	Alineación bomba-motor en el sistema de agua	44
19	Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras	46
20	Alineación bomba motor en el sistema de combustible	51
21	Válvulas solenoides	52

22	Termómetro	58
23	Manómetro	59
24	Válvulas	59
25	Informe de rutinas	63
26	Orden de trabajo	70
27	Orden de servicio	71
28	Informe diario de mantenimiento	72
29	Comparación del consumo mensual de combustible, sin la aplicación de mantenimiento preventivo	81
30	Comparación del consumo mensual de combustible, con la aplicación de mantenimiento preventivo	99
31	Comparación de gastos mensuales antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo	100
32	Comparación de los promedios calculados tanto de consumo de combustible como costos por consumo del mismo y el ahorro obtenido	102
33	Caldera y partes principales	103
34	Otras partes importantes de una caldera	104
35	Incineración de residuos médicos en postas rurales	109
36	Relleno sanitario para residuos de postas rurales	110
37	Aplicación de un vector en el control de plagas	111

TABLAS

I	Aceite versus grasa	42
---	---------------------	----

II	Análisis de consumo de combustible para el mes de enero	75
III	Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero	77
IV	Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo	78
V	Análisis de consumo de combustible para el mes de abril	79
VI	Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo	80
VII	Análisis de consumo de combustible para el mes de junio	82
VIII	Análisis de consumo de combustible para el mes de julio	83
IX	Análisis de consumo de combustible para el mes de agosto	85
X	Análisis de consumo de combustible para el mes de septiembre	86
XI	Análisis de consumo de combustible para el mes de octubre	87
XII	Análisis de consumo de combustible para el mes de noviembre	89
XIII	Análisis de consumo de combustible para el mes de diciembre	90
XIV	Análisis de consumo de combustible para el mes de enero	92
XV	Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero	93
XVI	Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo	94
XVII	Análisis de consumo de combustible para el mes de abril	96
XVIII	Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo	97
XIX	Costos por consumo de combustible antes de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo	101
XX	Costos por consumo de combustible después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo	101

GLOSARIO

Agua blanda	Es el agua que ha sido tratada y no posee dureza.
Agua cruda	Es el agua que no ha recibido tratamiento químico alguno y que posee algunas impurezas.
Aislante	Material utilizado para separar la superficie del material que lo posee con el ambiente exterior a él, evitando la pérdida de calor.
Alcalino	Que posee hidróxidos solubles en el agua.
Asbesto	Mineral semejante al amianto, de fibras duras y rígidas, utilizado como aislador de calor.
Base	Sustancia capaz de aceptar un ión hidrógeno (un protón) y producir iones hidróxido en soluciones.
BTU	Unidad térmica británica utilizada para expresar la capacidad de una caldera.
Bunker	Combustible derivado del petróleo utilizado en algunas calderas.

Caldera	Equipo diseñado y construido para la generación de vapor a presión, puede producir fuerzas en procesos industriales, calefacción, esterilización, etc.
Combustión	Reacción química, caracterizada por ser instantánea y principalmente por su desprendimiento de calor y luz. Son necesarios tres elementos para que se de, estos son: aire, combustible y calor.
Corrosión	Es un desgaste anormal producido en las partes metálicas del interior de la caldera que tienen contacto directo con el agua, es causada por acción electrolítica, alcalinidad del agua y oxígeno.
Grafito	Material de textura compacta, color negro agrisado, lustre metálico y compuesto por carbono cristalizado.
Incrustación	Capa de carbonato cálcico en las paredes y tubos de las calderas, cuyo efecto consiste en la disminución de la transferencia de calor a través de las superficies de caldeo.
Tortugas	Se les llama así a las tapaderas del tanque de condensados por la forma que tienen. Su función es la de sellar herméticamente la parte posterior del tanque de condensados.

RESUMEN

La forma de operación de las calderas, empieza desde la puesta en marcha diariamente a la tres de la mañana, anterior a esto se realizan las inspecciones necesarias para que el arranque sea correcto, y garantizar la distribución de vapor hacia todos los servicios desde temprano. Informarse si la distribución en los servicios es adecuada, en caso contrario revisar el equipo, detectar el problema y corregirlo de inmediato.

La carencia de un programa de mantenimiento preventivo en el cuarto de calderas, ha provocado paro de equipos innecesarios y el gasto en reparaciones por descuidos del personal encargado de revisar el buen funcionamiento de los equipos.

En el capítulo uno se mencionan los temas de observación de operación, pruebas periódicas, inspección y supervisión de la caldera. En el capítulo dos se establece la manera de proceder para realizar las rutinas propias de mantenimiento. El establecimiento de rutinas de mantenimiento en el capítulo dos sirve de guía para el personal encargado del mantenimiento en el hospital, pues ésta es la idea del programa. En el capítulo tres se establece una guía de las rutinas descritas en el capítulo dos, posteriormente en el capítulo cuatro se muestra un análisis del consumo de combustible antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, se hace la comparación respectiva y se concluye si es factible o no la puesta en marcha del programa de mantenimiento.

OBJETIVOS

➤ **General**

Establecer un programa de mantenimiento preventivo para el cuarto de calderas y sus equipos del Hospital Privado de las Américas que garantice su buen funcionamiento, y además que demuestre ahorros en el presupuesto anual del departamento de mantenimiento.

➤ **Específicos**

1. Definir una guía de rutinas de mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento de las calderas para que éstas operen de una forma eficiente.
2. Dar soluciones inmediatas para las fallas más comunes en el área de calderas del Hospital Privado las Américas.
3. Evitar al máximo reparaciones, cambio de accesorios y la pérdida del tiempo.

INTRODUCCIÓN

El Hospital Privado de las Américas, ubicado en la zona 14 de la ciudad de Guatemala, cuenta con los servicios de emergencia, sala de operaciones, cuidados intensivos, sala de recién nacidos, gimnasio y terapia, cocina y lavandería.

El objetivo principal de un hospital es garantizar el bienestar de sus pacientes, lo cual implica que tanto en personal médico como equipo hospitalario, sean de la mejor calidad y funcionen eficientemente. Por lo cual se ha decidido establecer un programa de mantenimiento preventivo que se adecúe a las necesidades observadas en los diferentes procesos de inspección y observación de la operación.

El departamento de mantenimiento es el encargado de garantizar el buen funcionamiento de todos los servicios, pero también debe tomarse en cuenta que esto implica algunos gastos que en administración no se toman en cuenta dentro del presupuesto establecido para ello. La política del hospital no permite darle la importancia necesaria que implica que todos los servicios funcionen eficientemente a la hora de utilizarlos.

En el cuarto de calderas específicamente existen dos calderas pirotubulares y sus equipos auxiliares, dos plantas eléctricas de emergencia, instalación de tuberías de distribución de vapor hacia los servicios que lo requieran.

El programa de mantenimiento menciona en el capítulo uno las condiciones iniciales del cuarto de calderas, en el capítulo dos se establecen las rutinas de mantenimiento descritas de manera diaria, mensual, trimestral, semestral y anualmente.

En el capítulo tres se establece una guía de las rutinas descritas en el capítulo dos, posteriormente en el capítulo cuatro se muestra un análisis de consumo de combustible antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo y se concluye si es factible o no la puesta en marcha del programa de mantenimiento.

1. CONDICIONES INICIALES DEL CUARTO DE CALDERAS

1.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades e inspecciones programadas que pueden tener o no como consecuencia una tarea correctiva o de cambio, el éxito del programa consiste en garantizar y mejorar el funcionamiento para el cual fueron diseñados los equipos. Es decir mantener o mejorar la eficiencia de la caldera. Una caldera que cuenta con instrumentos y atención adecuados, se podrá mantener con una eficiencia alta. Cualquier caldera que reciba una atención meramente ocasional, no dará el rendimiento que se espera de ella.

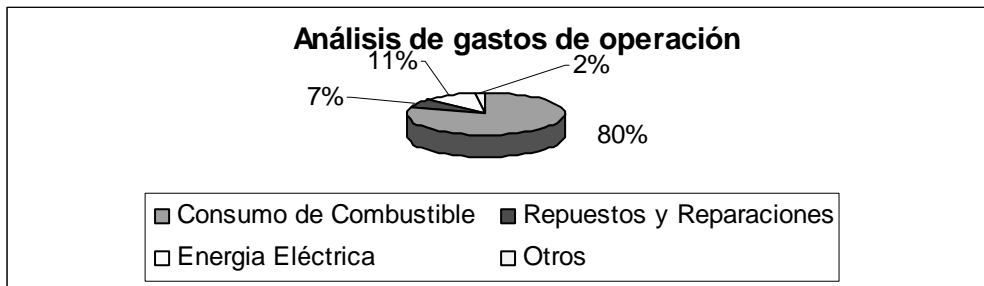
La idea de establecer un programa de mantenimiento preventivo surgió después de observación de las condiciones inadecuadas para un buen funcionamiento de los equipos e instalaciones y de la falta de capacitación del personal encargado de garantizar el buen funcionamiento del equipo de producción de vapor y equipos auxiliares.

El departamento de mantenimiento carece del un control adecuado en relación a tareas específicas, además existe un desconocimiento por parte del personal de lo que implica garantizar el funcionamiento de estos equipos.

Solamente se procede a encender y apagar la caldera sin recibir instrucción o capacitación alguna para poder realizarlo, como si se tratará de cualquier equipo mecánico al cual no tendría que ponerle la más mínima atención.

Todos estos aspectos observados además el alto consumo de combustible mensual, altos gastos en la compra de repuestos innecesarios originaba que el presupuesto para el departamento de mantenimiento fuera demasiado alto comparado con los servicios que este presta, el consumo de combustible abarca el 80 % en gastos de operación comparado con gastos en repuestos y energía eléctrica, por esta razón se analizará el consumo de combustible para evaluar la factibilidad del programa considerando que el porcentaje más alto de los gastos de operación se da en el consumo de combustible. La gráfica 1 muestra este análisis de gastos de operación.

Figura. 1. Análisis de gastos de operación



La comparación incluirá en el capítulo cuatro un análisis diario de consumo de combustible (bunker) durante cinco meses antes de implementar el presente trabajo, comparado con el análisis de consumo de bunker durante 12 meses aplicando las rutinas de mantenimiento descritas en plan de mantenimiento preventivo. Se incluirán gastos en reparaciones y repuestos utilizados.

Es necesario que el mantenimiento preventivo se realice mediante acciones periódicas y en un orden preestablecido. Las condiciones rutinarias son las siguientes:

- ✓ Observación de la operación
- ✓ Pruebas periódicas
- ✓ Inspección
- ✓ Supervisión

1.2 Observación de la operación

El hospital cuenta con dos calderas del tipo pirotubulares y sus características son las siguientes:

CALDERA No. 1

Serie L – 68505
Modelo CB 600-80
Entrada 3347000 BTU / H
Presión máxima 150 PSI

CALDERA No. 2

Serie L - 67430
Modelo CB 600-80
Entrada 3347000 BTU/H
Presión máxima 150

Requisitos Eléctricos

230 voltios 3 fase ,60 Hertz, 31 – 37 Amperios.

Mínima capacidad del circuito 33.5 – 41 Amperios.

Capacidad máxima de protección 124 – 148 Amperios.

Motor soplador 3 – 5 HP.

Motor compresor 2 HP.

Calentador de aceite 5 KW.

Control Circuito 120V 1 fase, 60 Hertz, 7 Amperios.

A las 3:00 A.M. diariamente el encargado de turno procede a realizar las rutinas previas al encendido de la caldera, es decir revisa que las mangueras o conductos de combustible que normalmente se encuentran sucias no lo estén. Normalmente se tapan porque el combustible está frío y necesitan limpiarse con algún tipo de solvente, los utilizados en este caso son diesel y agua caliente a presión; además revisa que exista:

- agua en el tanque de condensados,
- energía eléctrica del tablero principal al tablero de control de la caldera, luego examina que estén cerradas
- las válvulas de suministro de vapor,
- de purgas y
- de prueba del McDonnell, y que además estén abiertas las válvulas de:
- suministro de combustible a la caldera,
- suministro de agua de reposición al tanque de condensados y
- suministro de agua del tanque de condensados a la caldera

Al mismo tiempo verifica que exista combustible en el tanque de diario y gas en el tanque y línea de alimentación aproximadamente esto lo completa en 40 minutos. Después de realizadas estas inspecciones procede a poner en funcionamiento el precalentador y la bomba de recirculación de combustible, además verifica que la presión de combustible se mantenga en un rango de 35 a 50 PSI y la temperatura de combustible varíe entre 60 y 70 °C, posterior a esto coloca el interruptor de fuego alto-bajo en posición de fuego bajo y el control manual-automático en posición manual.

A las 3:40 A.M. se pone en funcionamiento la caldera y cuando haya alcanzado la presión de trabajo de 110 PSI en fuego alto, realiza las purgas abriendo las válvulas de purga durante 12 segundos y luego las cierra de inmediato. Procede a abrir las válvulas en el maníful de distribución de vapor a los servicios del hospital que así lo requieran.

Al final de la jornada cierra la válvula principal de suministro de vapor y realiza las purgas respectivas. Accionará las válvulas de seguridad por lo menos tres veces por semana, tomando las precauciones de seguridad necesarias para no quemarse.

Los diferentes servicios a los que se le suministra vapor son: sala de cuidados intensivo, sala de operaciones, sala de recién nacidos, cocina y lavandería. Normalmente los servicios de cocina y lavandería no demandan demasiado consumo vapor en comparación con sala de operaciones y recién nacidos. En cocina y lavandería el suministro de vapor se suspende diariamente a las 13:00 horas.

Mientras tanto en sala de cuidados intensivos, sala de operaciones y recién nacidos el encargado de mantenimiento deberá preguntar hasta que hora debe suspenderse el suministro de vapor. Si todo ha funcionado con normalidad deberá suspenderse a las 15:00 horas.

Dentro de las instalaciones del cuarto de calderas se observaron algunos tramos de tubería sin aislante térmico, además de algunas fugas en las líneas de distribución de vapor originadas por el deterioro de las líneas de distribución y equipos auxiliares, asimismo la carencia de soportes y juntas que provocan demasiada vibración en las líneas de distribución y retorno, en la figura siguiente puede observar un ejemplo.

Figura 2. Instalaciones mecánicas inseguras



La iluminación en el cuarto de calderas es muy deficiente, ya que existen lugares donde la visualización es poca a la hora de querer inspeccionar el funcionamiento de algunos componentes, existe una lámpara por cada ocho metros cuadrados y se hace necesaria la utilización de lámparas de batería en algunos casos extremos.

Por tal razón se realizó el cálculo de luminarias y lámparas necesarias para que la iluminación en el cuarto de calderas llene las condiciones de seguridad requeridos por el hospital. Los datos obtenidos en el cálculo se muestran con detalle en el capítulo dos.

La señalización cromática en cuanto a seguridad cabe mencionar que cuenta con rutas de evacuación debidamente ubicadas y con los colores establecidos, señales de precaución y alerta en operación, adecuada y visible en cada uno de los equipos. Cuenta con equipos extintores contra incendios, y equipo de protección personal adecuado para cada operación de mantenimiento es decir, reúne la señalización y equipo de seguridad adecuados. Las figuras 3, 4 y 5 muestran con detalle el equipo de protección personal y contra incendios.

Figura 3. Equipo contra incendios utilizado en el hospital



Figura 4. Iluminación en el cuarto de calderas



Figura 5. Equipo de protección personal utilizado en el hospital



La ventilación es adecuada ya que el espacio de trabajo es grande y existen dos ventiladores eléctricos para contrarrestar las altas temperaturas que se perciben en algunas ocasiones según el clima.

1.2.1 Ajuste y operación de calderas

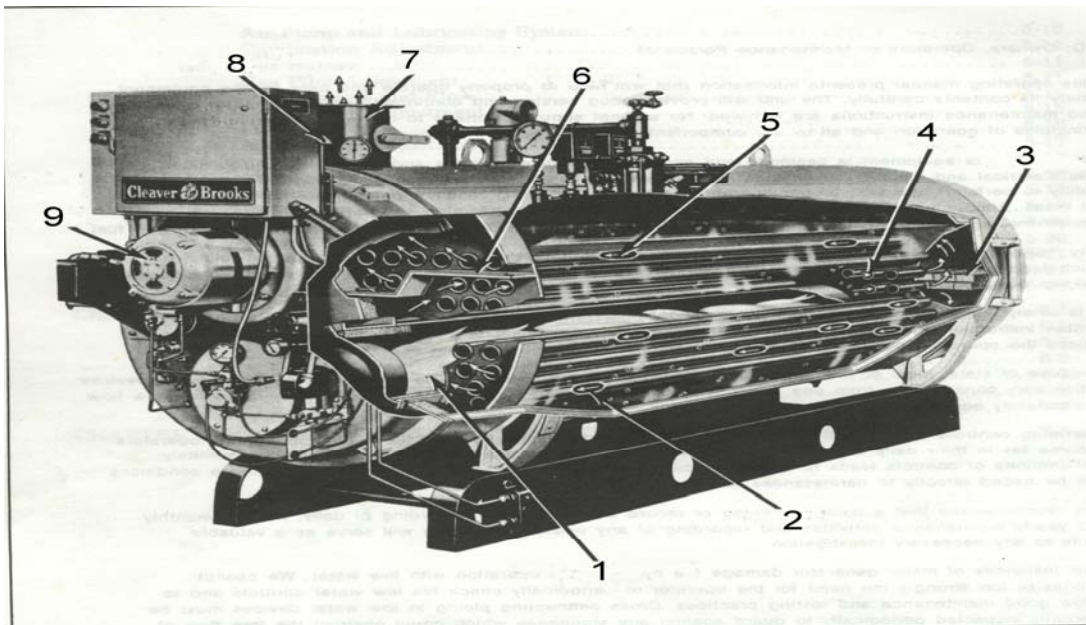
Conforme opera una caldera, existen condiciones variables tales como por ejemplo: funcionamiento del quemador, suciedad de la caldera, aire en exceso, requisitos para el arranque, condiciones de parada y arranque de la caldera que pueden requerir un ajuste. Un análisis del rendimiento de combustión hecho después del arranque inicial ayudará en determinar cuales ajustes adicionales son requeridos por el equipo o directamente en las instalaciones auxiliares.

Mediante el conocido aparato de Orsat puede efectuarse un análisis de los productos de escape. La composición de estos productos depende del tipo de combustible utilizado y de las condiciones en que se efectúa la combustión. Generalmente, contienen anhídrido carbónico, óxido de carbono, oxígeno, nitrógeno, carbono libre, cenizas ligeras, vapor de agua, anhídrido sulfuroso e hidrocarburos no quemados, que en su mayoría son invisibles. A partir del Orsat es posible calcular la relación aire-combustible y establecer el ajuste necesario en la marcha de operación. Además puede determinarse el grado de efectividad de la combustión, y este dato es vital para el buen funcionamiento del hogar.

Cuando se necesita una gran exactitud se efectúa la medición real del caudal de combustible y de aire, pero la medición de este último requiere gran habilidad y resulta muy costosa.

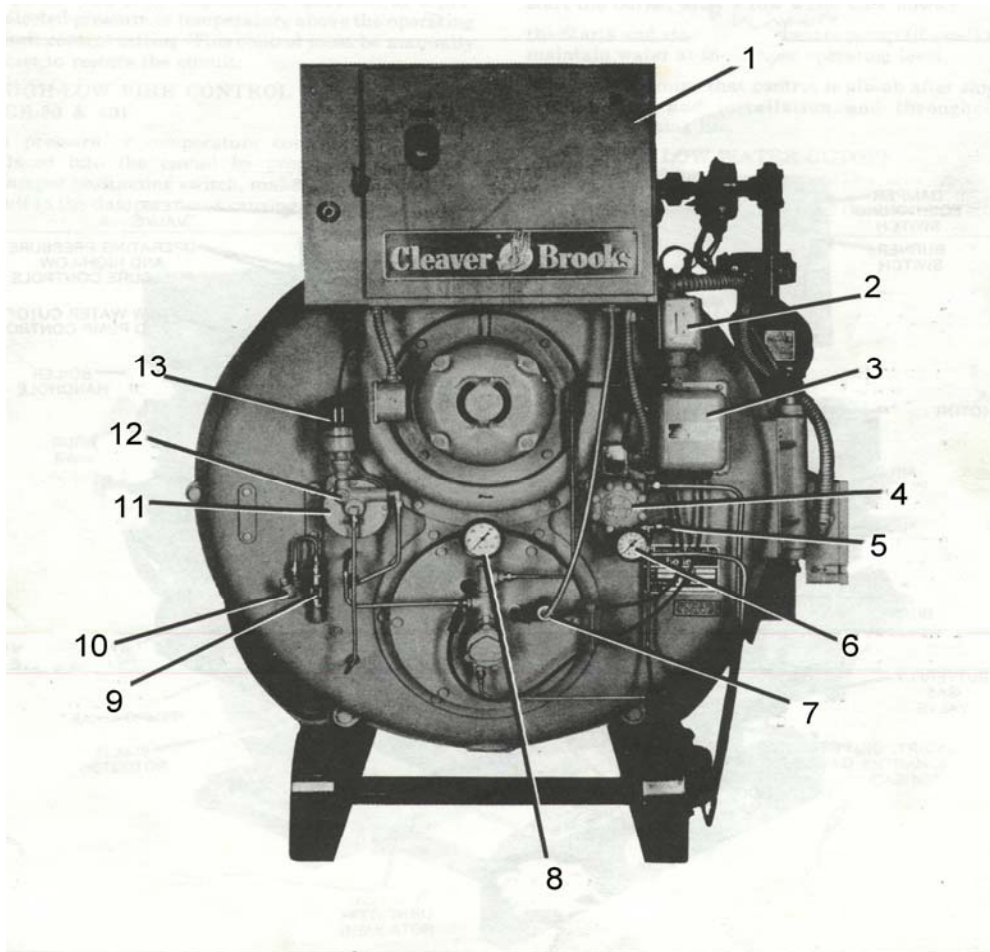
Las figuras 6 y 7 muestran con detalle las partes principales de una caldera utilizada en el hospital privado de las Américas.

Figura 6. Partes principales de una caldera



- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. Cámara de combustión (paso 1) | 2. Paso dos |
| 3. Deflector posterior | 4. Paso tres |
| 5. Paso cuatro | 6. Deflector delantero |
| 7. Gases de combustión | 8. Termómetro |
| 9. Ventilador | |

Figura 7. Accesorios de calderas y otras partes importantes



- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. Panel de control | 2. Switch de aire de combustión |
| 3. Transformador de ignición | 4. Bomba de aceite |
| 5. Restricción de aceite | 6. Manómetro de aceite |
| 7. Detector de flama | 8. Manómetro de aire |
| 9. Llenado de aceite | 10. Paso de aceite |
| 11. Bomba de aire | 12. Válvula de aire |
| 13. Filtro de aire | |

1.2.2 Conexión mecánica del motor modulador y regulador del tiro

La conexión mecánica de estas calderas CB 40 consta de dos brazos, dos varillas y dos juntas rotatorias de bola, que se conectan entre sí por medio de pernos y sirven para transmisión de movimiento desde el motor modulador hasta la leva moduladora y el regulador de tiro. Normalmente debe ajustarse cada vez que la caldera interrumpe por alguna razón su funcionamiento, los brazos y varillas suelen aflojarse con frecuencia debido a la alta vibración provocada por el movimiento de los mismos.

Cuando ésta se ajusta debidamente, puede observarse un movimiento coordinado del regulador de tiro y las levas medidoras, que dentro de los límites de movimiento del motor modulador es logrado para proveer las mezclas requeridas de “aire-combustible” a través del alcance del encendido. Las características de combustión y conducción pueden variar a través del tiempo y aún entre un ciclo de arranque y otro.

Por esta razón, se recomienda inspeccionar diariamente por la mañana el sistema de abastecimiento de combustible para verificar si las características de operación como temperatura y presión son las recomendadas para la buena combustión. Incluyendo también la composición química del combustible, la cual es analizada una vez por mes por un ingeniero especializado en análisis de combustibles, el cual indica cuales son recomendaciones para la buena operación de la caldera. En el hospital las calderas son del tipo pirotubulares, Cleaver Brooks y utilizan bunker como combustible de operación. Existen además en el cuarto de calderas un calentador de serpentín, el tanque de condensados, un tanque dosificador de producto químico para el tratamiento del agua manejado por personal ajeno al departamento de mantenimiento, un tanque de diario de combustible.

1.2.3 Sistema eléctrico de calderas

El sistema eléctrico es indispensable para poder garantizar que la caldera opere adecuadamente, además tiene como finalidad mantener el funcionamiento de los motores, válvulas solenoides, termostatos, presostatos, etc. En las calderas del hospital CB 40, el sistema eléctrico es sencillo, que va de un interruptor en la entrada de corriente, interconectado con un control de presión, un control de bajo nivel de agua, un transformador de ignición y un ventilador, necesitando de una válvula solenoide para el control del paso del combustible, bunker en este caso, además de una alimentación eléctrica de 220v.

Para el funcionamiento de estas calderas existe un componente electrónico muy importante llamado programador, el cual se convierte en el cerebro de la caldera. La función del programador es dar una secuencia de operación al funcionamiento de la caldera. No se debe olvidar la norma de seguridad que indica que para realizar limpiezas y revisiones en sistemas eléctricos, **no debe existir peligro de choques eléctricos.**

1.2.4 Sistema de alimentación de combustible

De igual forma que el sistema eléctrico, se tiene en los sistemas mecánicos un conjunto de dispositivos y equipos que montados y bien ajustados que se encargan de la generación de la combustión en la caldera, este conjunto de dispositivos recibe el nombre de **quemador.**

1.2.5 Tipo de combustible

El combustible utilizado por las calderas del hospital como ya se mencionó anteriormente es el **Bunker**, las variaciones en las características de combustión deben ajustarse y graduarse según se requiera para obtener la mayor eficiencia en la combustión, estos ajustes los indicará en su momento el ingeniero encargado del análisis de combustión.

1.2.6 Tipo de caldera

El tipo de caldera utilizado en el cuarto de calderas, es **pirotubular** tipo paquete. Su característica principal es que por sus tubos circulan gases, los cuales están rodeados de agua.

1.2.7 Tamaño de la caldera

Las calderas son diseñadas en base a **caballos de fuerza, (H.P.)** por sus siglas en ingles *horse power*, mas una proporción de sobrecalentamiento sugerida. Las características de las calderas ya fueron mencionadas con anterioridad. Las capacidades pueden expresarse de la siguiente manera:

- BTU unidad térmica británica
- Kilogramos de vapor / hora
- Libras de vapor / hora

Cada H.P. de caldera equivale aproximadamente a:

- 10 pies cuadrados de superficie de calefacción
- 33,475 BTU / hora

- 15.66 kilogramos de vapor / hora
- 34.5 libras de vapor / hora

1.2.8 Eficiencia de la caldera

Se define la eficiencia como la cantidad neta de trabajo efectuada sobre el entorno durante un ciclo, dividido por la entrada de calor. Se garantiza por el fabricante al inicio un 80% de eficiencia, pero esto es bajo condiciones adecuadas de operación, condiciones que en el cuarto de calderas no se logran al 100%. Por lo que la eficiencia suele disminuir con el uso de la caldera, pero debe mantenerse dentro de un rango permisible, aproximadamente entre los valores de 70 – 75 %.

1.2.9 Sistema de alimentación de combustible

Los componentes principales en el sistema de alimentación de combustible en el cuarto de calderas de acuerdo a los fluidos que están interviniendo en la combustión se enumeran a continuación.

1.2.9.1 Línea de combustible

- Bomba de combustible
- Calentador eléctrico
- Control mecánico del combustible
- Tirador del combustible
- Válvulas solenoides de combustible
- Termostatos para el calentador de vapor

1.2.9.2 Línea de atomización

- Compresor de aire de atomización
- Válvula de purga de aire

1.2.9.3 Línea de vapor

- Válvula reguladora de presión de vapor
- Válvula solenoide para vapor
- Calentador a vapor
- Trampa de vapor

1.2.9.4 Aire de combustión

- Ventilador
- Damper

1.2.9.5 Gas propano

- Válvula reguladora de presión y solenoide
- Manómetro

1.2.10 Bomba de combustible

La bomba de combustible (Bunker) es de desplazamiento positivo de tipo engranajes. Deberá trabajar a velocidad lenta (300 rpm a 350 rpm), por lo tanto se hizo necesario montar una transmisión reductora de poleas. Su instalación más común se presenta en la figura 8 y su transmisión mecánica a través de poleas en la figura 9.

Figura 8. Instalación típica de una bomba de combustible (Bunker)

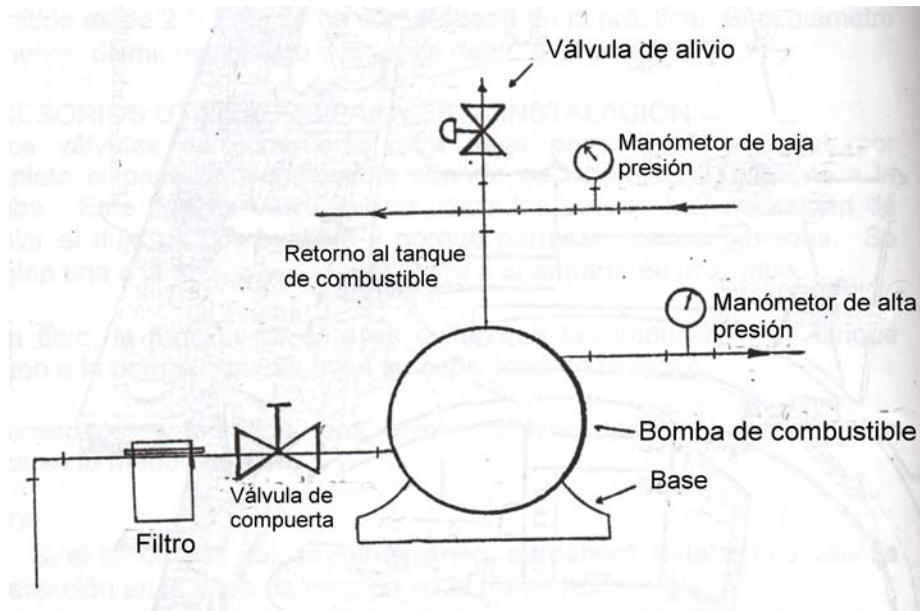
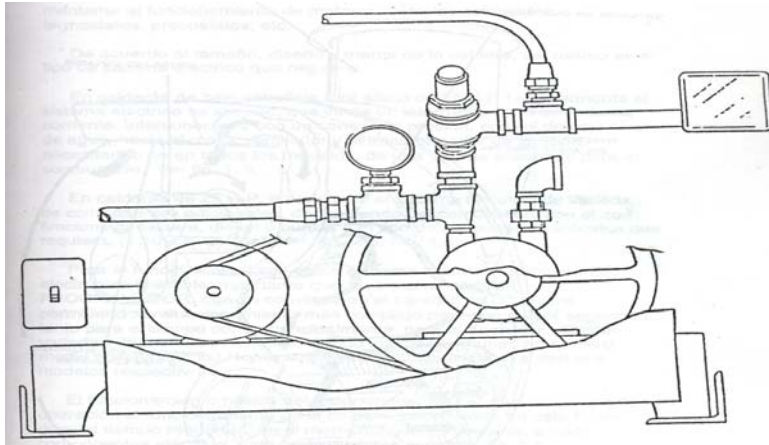


Figura 9. Transmisión mecánica de la bomba de combustible a través de poleas



1.2.11 Calentador de combustible

Estos son utilizados para reducir la viscosidad del combustible a 200 s.s.u. aproximadamente. El calentador a vapor utiliza el mismo vapor de la caldera a una presión de 30 psi aproximadamente.

1.2.12 Control mecánico de combustible

Este comúnmente se le llama manifold de combustible, sirve para graduar la cantidad de combustible que pasa al quemador y consta de 2 válvulas de paso, 2 manómetros para verificar presión (50 PSI), una leva reguladora de combustible y un termómetro que debe leer 90° C aproximadamente.

1.2.13 Tirador de combustible

Llamado comúnmente cañón del quemador, es la parte donde está ubicada la boquilla que regula la cantidad de combustible. Es la parte más larga para que el combustible sea depositado directamente en la cámara de combustión.

1.2.14 Válvulas solenoides para bunker

Estas son las que permiten el paso del combustible al quemador y son energizadas por contactos en el programador de acuerdo al ciclo de funcionamiento en que se esté operando la caldera.

1.2.15 Termostatos para el calentador de vapor

Estos son interruptores de temperatura y sirven para que el combustible mantenga la temperatura adecuada (90 °C) para su combustión.

1.2.16 Línea de aire de atomización

La atomización es necesaria para garantizar una combustión efectiva y evitar así el desperdicio de combustible, pues es muy importante garantizar la eficiencia de los accesorios y equipos utilizados para la producción de vapor. Este sistema consta de dos partes importantes que son el compresor de aire y la válvula de purga de aire.

El compresor proporciona el aire de atomización y la válvula sirve para drenar el aire que pudiera ser acumulado en la línea de combustible y evitar así que se forme vacío en la bomba de combustible y que posteriormente pueda afectar el buen funcionamiento de la bomba.

1.2.17 Válvula reguladora de presión de vapor

Esta válvula sirve para regular la presión del vapor necesario para calentar el combustible y al mismo tiempo evitar un sobrecalentamiento en el combustible. Se regulará la presión según la lectura que se observe hasta hacerla coincidir con la deseada, que es de aproximadamente 110 PSI.

1.2.18 Válvula solenoide para vapor

Esta válvula es accionada por el control de presión de la caldera y permite el paso de vapor al precalentador cuando la caldera proporciona una presión de 75 PSI.

1.2.19 Ventilador

Montado en la parte delantera de la caldera, durante la operación la presión del aire aumenta en la parte superior de la caldera y éste es forzado por el disco difusor para mezclarse completamente con el combustible. Con el objetivo de efectuar una buena combustión. El abastecimiento de aire secundario se gobierna por medio de la regulación automática del ventilador.

1.2.20 Damper

Este mecanismo proporciona la cantidad adecuada de aire del ambiente para la proporción aire combustible en todo el campo del fogeo, es también llamado registro rotatorio de aire.

1.2.21 Válvula reguladora de gas

Sirve para asegurar que la cantidad de gas sea la suficiente para generar una buena llama piloto. Generalmente la válvula está diseñada para regular el flujo adecuado del gas.

1.2.22 Válvula solenoide de gas

Es accionada por el programador y abre el paso del gas según el ciclo de funcionamiento de la caldera.

1.2.23 Manómetro de gas

Sirve para medir la presión del gas propano, aproximadamente debe leer 20 psi. Es importante mencionar que existen calderas que funcionan por medio de diesel y éstas a diferencia de las que funciona por medio de bunker no necesitan de precalentadores ya que este combustible es mucho más inflamable.

1.2.24 Instalación del tanque de combustible a la caldera

Este se encuentra fuera del cuarto de calderas y es subterráneo, tiene una capacidad de almacenamiento de 5000galones. Aproximadamente consumen entre 22 y 23 galones de bunker diarios, este dato fue obtenido mediante un análisis de consumo de combustible diario. Los accesorios utilizados en esta instalación son:

- ✓ **Dos válvulas de cheque**, para controlar el paso del combustible, ya sea dejando el paso libre o por el contrario no permitirle el paso restringiéndolo, o cuando se requiera darle mantenimiento a la bomba, esto puede darse tanto en succión como en retorno. Se utiliza este tipo de válvulas porque existe necesidad de regular el flujo de combustible y porque además generan menores pérdidas, van colocadas una a la salida del tanque y otra a la entrada de la bomba.

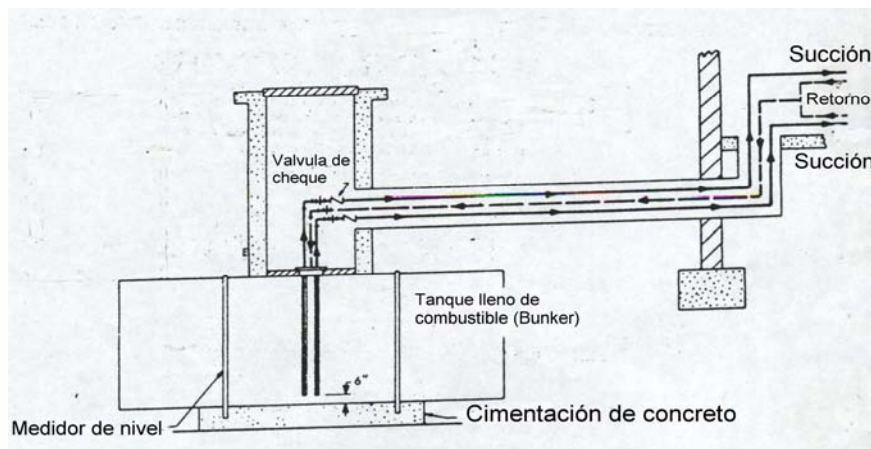
- ✓ **Un filtro**, la función del filtro es evitar que las impurezas del tanque lleguen a la bomba y disminuyan su capacidad de bombeo.

- ✓ **Accesorios** como codos, tees, uniones universales y reductoras deben utilizarse lo menos posible por las pérdidas.

Lleva colocada una válvula de retención en la línea de succión en el tramo horizontal. El retorno de la bomba es del mismo diámetro que el de succión.

La tubería de retorno está conectada con la tubería de succión a una distancia intermedia a través de un depósito y conectarse por la parte superior. La figura 10 muestra la instalación de un tanque de combustible.

Figura 10. Instalación de un tanque de combustible subterráneo



1.2.25 Sistema de alimentación de agua

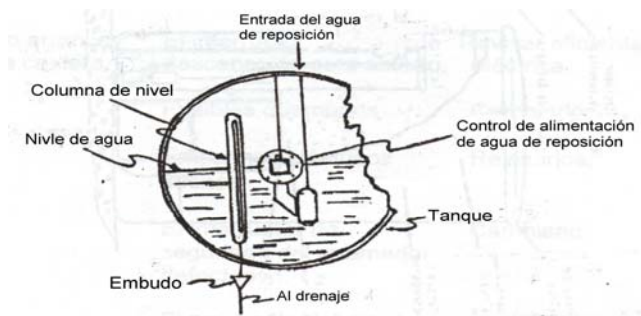
El sistema de alimentación de agua para calderas cuenta con los elementos siguientes:

- Reserva mínima de agua
- Equipo de bombeo
- Control del sistema

En este caso se cuenta con un tanque subterráneo con capacidad de almacenar 5000 galones, nunca se encuentra a nivel lleno, además de un tanque de condensados. El tanque de condensados siempre contiene una reserva mínima de agua y sirve también para recibir retornos de condensados de baja presión. El agua de alimentación de calderas debe estar a la temperatura más alta posible, esto con el objeto de evitar problemas de dilatación, contracciones, tensiones en los tubos de la caldera; además del aprovechamiento del calor que de otra forma se perdería, obtener más volumen de vapor a baja presión aumentando la capacidad de la caldera.

El equipo de bombeo consta de tres bombas las cuales funcionan de acuerdo a una secuencia programada controlada por un sistema automático de tal forma que la operación de cada bomba evite el exceso en su funcionamiento y por consiguiente que su vida útil disminuya. Una línea de distribución directa conectada por medio de válvulas de retención a cada bomba, es la que alimenta de agua a la caldera y servicios que así lo requieran. La programación y el control del sistema de operación de las bombas puede variar según la demanda y el funcionamiento de cada una.

Figura 11. Instalación de un tanque de alimentación de agua



1.2.26 Instalación de un tanque de condensados

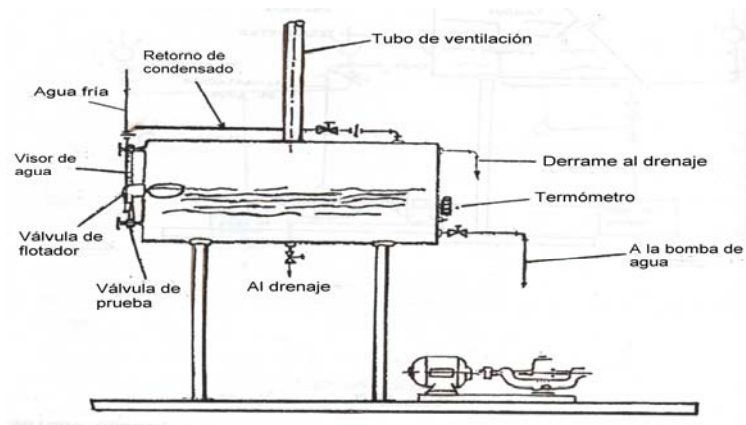
Este almacena todo el condensado cuando la energía del vapor ha sido consumida en la red de distribución, además mantiene el agua de entrada a la caldera a una temperatura óptima. Las partes del tanque de condensados son.

- Un visor de vidrio
- Dos válvulas de prueba para el visor de vidrio
- Un termómetro para medir la temperatura del agua de alimentación
- Una válvula de flotador a la entrada de agua suavizada
- Una conexión para el retorno de condensados
- Un rebalse
- Un tubo para ventilación
- Una conexión con válvula para vaciar el tanque cuando haya que darle mantenimiento
- Un manómetro para monitorear la presión dentro del tanque

La altura a la que está instalado el tanque de condensados es tal, que el nivel de agua del tanque es el mismo que el nivel máximo del agua de la caldera. Esto se hace con el objeto de evitar que la caldera se inunde de agua y tener como consecuencia la pérdida de químico y pérdida en la temperatura del agua de la caldera.

Solucionar estos dos problemas resulta muy costoso ya que se utiliza más producto químico para mantener los parámetros y más combustible porque el agua perdió calor. La figura 12 muestra la instalación de un tanque de condensados.

Figura 12. Instalación de un tanque de condensados



1.2.27 Instalación de las bombas de agua a la caldera

Para esta instalación el tubo es de hierro negro para servicio mediano para roscar, el diámetro de la tubería lo establece la salida de la bomba de agua y la entrada a la caldera del agua de alimentación. El cuarto de bombas se encuentra fuera del cuarto de calderas, pero a una distancia considerablemente adecuada a los requerimientos de las calderas. Existen tres bombas instaladas en el mismo sistema, esto es con el objeto de que su funcionamiento no sea excesivo sino por el contrario sea un funcionamiento programado. La instalación del sistema de bombeo cuenta con los siguientes accesorios.

- ✓ Dos válvulas de compuerta
- ✓ Dos válvulas de retención
- ✓ Accesorios

Las dos válvulas de compuerta van colocadas una inmediata a la caldera y la otra después de la válvula de retención de la bomba de agua. Estas válvulas son de bronce y deben ser sobredimensionadas para que su vida sea prolongada. Se utiliza este tipo de válvula porque no existe necesidad de restringir el flujo y porque producen menos pérdidas por fricción.

Las dos válvulas de retención, una se coloca inmediata a la salida de la bomba y la otra antes de la válvula de compuerta que esta próxima a la caldera. Por seguridad se colocan dos válvulas, así en un dado caso falle una se encuentra la otra para realizar su función y además para que el producto químico (del tratamiento de agua) no forme una costra en los asientos de las dos válvulas al mismo tiempo.

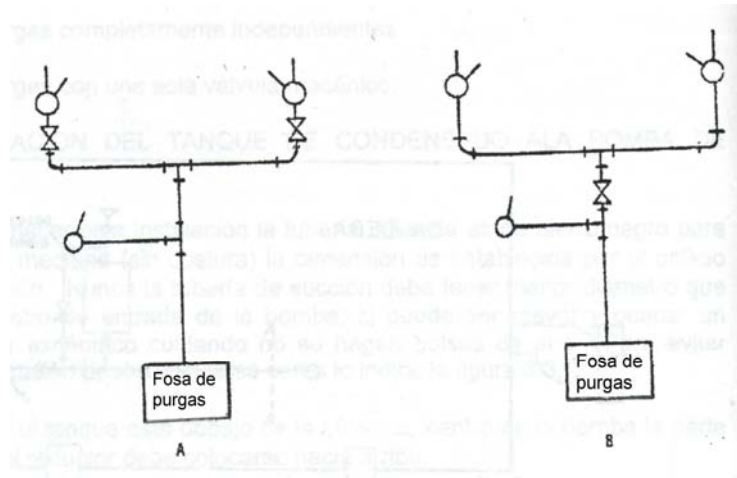
Si las válvulas tienen costra, no sellan por lo que permiten el paso hacia la bomba y tanque de condensados produciendo un choque térmico. Los accesorios que debe llevar son codos de radio largo para disminuir las pérdidas por fricción, uniones universales que son colocadas cerca de las válvulas de compuerta y de retención.

1.2.28 Instalación de las purgas de la caldera

Por ser del tipo Cleaver Brooks tienen dos purgas de fondo, además de la de control de nivel de agua. Para este propósito generalmente se utilizan dos válvulas, una de cierre rápido ubicada inmediata a la caldera y otra de cierre lento después de aquella, esto es para cada línea de purga de fondo. El propósito de las líneas de purga es la de evacuar lodos y depósitos de sólidos dentro de la caldera y mantener dentro de la caldera ciertos parámetros químicos de beneficio para su buen funcionamiento.

El control del nivel de agua tiene su propia línea de purga para mantenerlo limpio y evitar que el flotador se quede pegado. Para esta línea lleva colocada una válvula de cierre rápido y se une con la línea de purga de fondo. La línea de purga se descarga en un tanque de purgas con derrame al drenaje, tubo de ventilación y agujero para inspección y limpieza (fosa de purga), además va instalada en la misma canaleta en la que se ubica la tubería de alimentación de agua y la línea de combustible. En la figura 13 se muestran los diferentes tipos de instalación de purgas.

Figura 13. Diferentes tipos de instalación de purgas



A. Purga independiente

B. Purga dependiente de válvula

1.2.29 Instalación del tanque de condensados a la bomba de agua

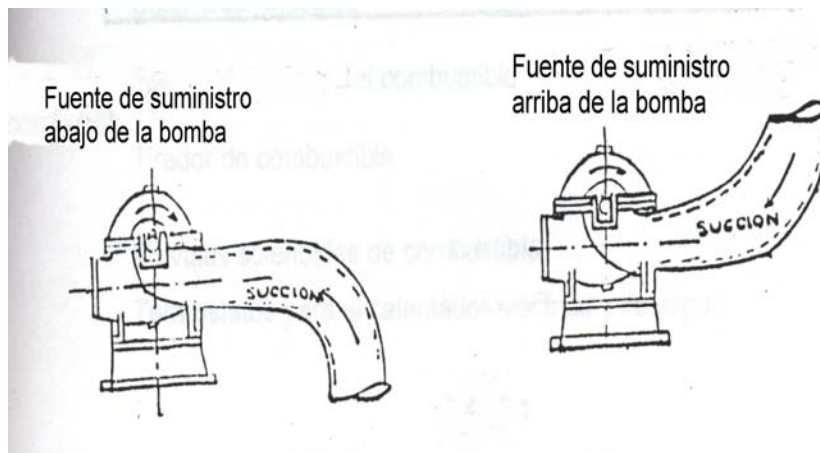
En esta instalación la tubería utilizada es de hierro negro para servicio mediano (sin costura) la dimensión es establecida por el orificio de succión 2½ pulg. de diámetro. Nunca la tubería de succión debe tener menor diámetro que el diámetro de entrada a la bomba, si puede ser mayor y ocupar un reductor excéntrico cuidando que no se hagan bolsas de aire. Para evitar esta situación deben colocarse como se indica a continuación:

- Si el tanque está debajo de la línea de centro de la bomba la parte recta del reductor debe colocarse hacia arriba.

- Si el tanque está arriba de la línea de centro de la bomba la parte recta del reductor debe colocarse hacia abajo.

En la figura 14 se muestra el detalle de la instalación recomendada de reducciones en la sección de la bomba.

Figura14. Instalación recomendada de reducciones en la sección de la bomba



Para evitar perturbaciones en el impulsor lleva un tramo recto de aproximadamente ocho veces el diámetro de la tubería. Los codos utilizados son de radio largo porque crean menor fricción y producen una distribución más uniforme del caudal que los codos estándar. La válvula de compuerta está colocada inmediata al tanque, se utiliza válvula de compuerta por tener menos pérdidas que la válvulas de globo y porque no requiere restricción en el flujo.

1.3 Pruebas periódicas

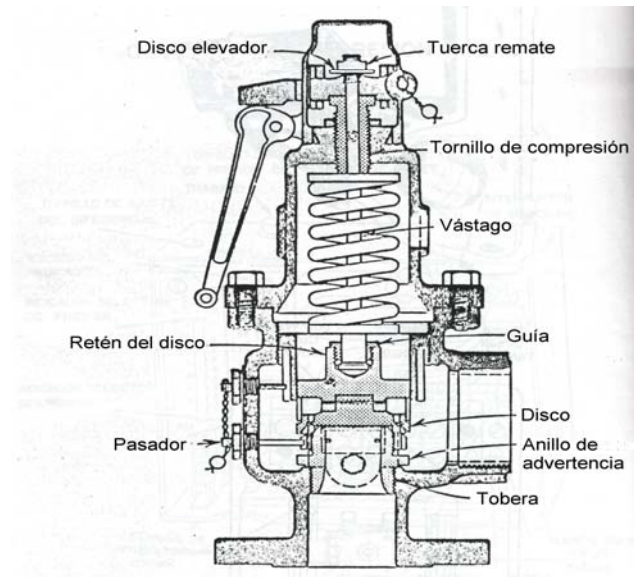
Esta actividad es realizada por el operador y el encargado de mantenimiento. En una caldera existen determinados componentes que se deben de probar antes de ponerla en marcha y otros que requieren que la caldera este funcionando para poder evaluarlos. La periodicidad de las pruebas y la forma de realizarlos queda a criterio del encargado de mantenimiento. Las pruebas permiten descubrir la posibilidad de fallas antes de que estas se presenten.

Dentro de las pruebas más comunes realizadas en el cuarto de calderas se pueden mencionar a continuación las siguientes:

1.3.1 Prueba de banco

Es la prueba a la que se somete la válvula de seguridad para comprobar la apertura a la presión de calibración y simular su funcionamiento en la caldera. Llevándose a cabo esta prueba fuera de los equipos y una vez al mes. La figura 15 muestra con detalle la válvula de seguridad.

Figura 15. Válvula de seguridad



1.3.2 Prueba hidrostática

Prueba a la que se somete la caldera mediante el suministro de presión por medio de una bomba manual de desplazamiento positivo en forma lenta. Este procedimiento debe aplicarse cada seis meses, para determinar la existencia de fugas en los tubos o las placas debidas a un recalentamiento por bajo nivel de agua, así como en las válvulas por picaduras e incrustaciones en los asientos.

- Desmontar las tapas de adelante y atrás.
- Abrir la llave superior del nivel de agua.
- Cerrar la llave principal de vapor.

- Cerrar todas las llaves de purga.
- Desmontar las válvulas de seguridad y en su lugar coloque tapones, o en su defecto amordace con extractores.
- Proceder a introducir agua a la caldera utilizando la bomba de alimentación bajo control manual.
- Cuando sale agua por la llave superior del nivel de agua o por la de ventilación cerrarla.
- Observar el manómetro, permitir que la presión se eleve hasta 1 ½ veces la presión de trabajo (110 PSI) en etapas de 35 libras con intervalos de un minuto, en ese momento apagar la bomba.
- Observar si existen fugas en los tubos durante un periodo de 30 minutos, lo mismo en placas y válvulas. Si es posible efectuar la reparación, proceder de inmediato. En caso contrario, contratar servicios especializados.
- Abrir lentamente la válvula de salida de purga de drenaje, para reducir la presión.

1.4 Inspección

Esta actividad la realiza tanto el operador como el encargado de mantenimiento. Se pretende que las inspecciones realizadas en forma periódica, permitan descubrir piezas o partes defectuosas que, de no cambiarse o repararse, podrían causar grandes fallas. Existen ocasiones en que las inspecciones requieren desarmar parcial o totalmente un componente o la caldera, a fin de determinar con exactitud su estado físico y funcional.

Con el propósito de regularizar las inspecciones se debe preparar una guía en donde quede especificado, el componente a inspeccionar, la periodicidad de la inspección y como realizarla, para facilitar el trabajo del encargado de mantenimiento y operadores. Además sirve como fuente de consulta para observar el cumplimiento, en el programa de mantenimiento se contemplan rutinas de trabajo, las cuales especifican las acciones a realizar y el orden de realización

1.5 Supervisión

La realiza el jefe de Mantenimiento dos veces al mes, con el propósito de brindar todo el apoyo técnico necesario para el buen funcionamiento del Programa de Mantenimiento Preventivo de Calderas.

2. RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CALDERAS

2.1 Conjunto de quemador

2.1.1. Chequeo de funcionamiento

Semanalmente revise cuidadosamente las líneas de combustible a efecto de corregir cualquier fuga que pudiera existir en cualquiera de ellas, si fuera necesario reemplazar alguna pieza, comunicárselo al encargado de mantenimiento. Verifique que la presión del combustible oscile entre 35 a 50 PSI y la temperatura del combustible sea 70 °C. Si tanto la temperatura como la presión no son las ideales corríjalas de inmediato.

2.1.2. Boquillas

Mensualmente desmonte la boquilla y desármela cuidadosamente para limpiar el filtro, la pieza giratoria y el orificio de salida con diesel o tiner. Debe tenerse el cuidado de no limpiar el orificio con objetos metálicos para evitar dañarlo, además, cuando exista mas de una boquilla asegúrese de no cambiarlas de posición porque pueden ser de diferente capacidad.

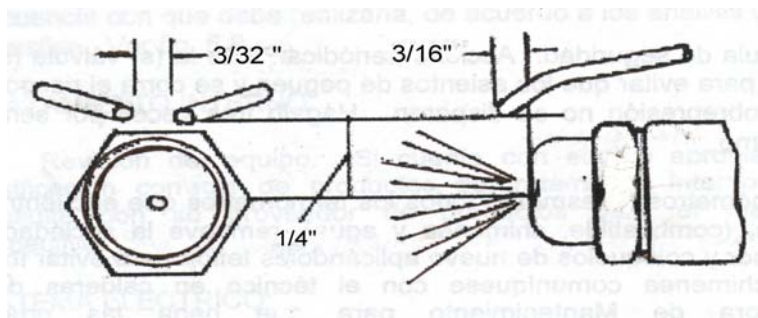
2.1.3. Cuerpo del quemador

Mensualmente utilice un pedazo de trapo humedecido con diesel o tiner para hacer la limpieza en todas sus partes, para esto desármelo cuidadosamente, luego séquelas con un pedazo de trapo limpio y seco, a manera de eliminarle todos los residuos que resulten de la limpieza.

2.1.4. Electrodo de ignición

Mensualmente desmóntelos con cuidado para evitar que se quiebre el aislante, luego límpielos con lija fina y colóquelos de acuerdo con figura de abajo. Observe que se mantengan apretadas las terminales de los cables de encendido y que la porcelana del electrodo no esté dañada, en tal caso reemplazarlo.

Figura 16. Detalle de electrodos



2.1.5. Aislantes de electrodos de ignición

Trimestralmente revise el estado de las porcelanas, cámbielas si se encuentran rajadas pues podría provocar que la chispa se fugue por las rajaduras.

2.1.6. Cables de ignición

Mensualmente compruebe el estado de los cables de ignición con un medidor de continuidad, si en caso estuviesen abiertos cámbielos por otros nuevos y observe que las terminales hagan buen contacto tanto en los electrodos como en el transformador de ignición, en caso contrario sustitúyalas por nuevas.

2.1.7. Piloto de gas

Trimestralmente observe que no existan fugas en la línea de conducción y limpie la salida con un pedazo de trapo limpio y seco, compruebe que la presión del gas sea la correcta, varia entre 15 y 25 PSI, esta presión se lee en el manómetro que se encuentra en la línea de conducción, entre el regulador de gas de caldera y el quemador, de no ser así, ajuste el regulador antes mencionado hasta que la presión se encuentre dentro del rango indicado.

2.1.8. Foto-celda

Mensualmente límpiela con un pedazo de trapo (wipe) completamente seco al igual que el conducto en donde va colocada. Se debe realizar pruebas para determinar el buen funcionamiento de la misma. Para esto ponga la caldera en funcionamiento y cuando este trabajando normal, es decir, cuando la llama se encuentre estabilizada, desmonte la foto-celda y tápela con la mano, en ese momento la caldera desconectará todo el sistema eléctrico por falla de llama.

Si no lo hiciera, revise las conexiones y cables de la foto-celda al quemador y si es necesario cambie la foto-celda.

2.1.9. Combustión

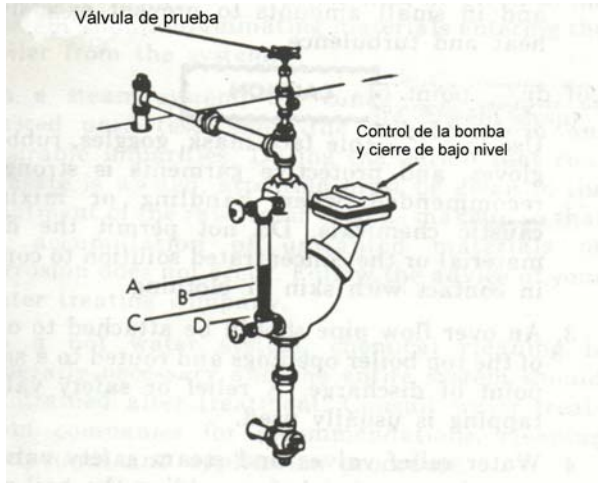
Mensualmente deberá guiarse por la lectura del termómetro de la chimenea, el que tendrá que marcar una temperatura que oscile entre 200 y 250 °C. Si la temperatura excede este rango, es índice de que existe demasiado hollín debido a la mala combustión o ha llegado el momento de realizar la limpieza de mantenimiento preventivo correspondiente.

La combustión imperfecta ocasiona la acumulación de depósitos de hollín, el cual produce una disminución del 8% en la eficiencia de la caldera semanalmente. La máxima eficiencia se consigue sopleteando frecuentemente el hollín, para este tipo de calderas se recomienda hacerlo cada dos meses si es posible, evitando plazos que excedan los seis meses, ya que no es recomendable. Además pudiera ser que en la cámara de agua se ha acumulado una capa exagerada de sarro por falta de un adecuado tratamiento de agua tanto interno como externo. En cualquiera de los casos se impide un intercambio de calor adecuado de la cámara de fuego a la cámara de agua, por lo que deberá realizar la limpieza correspondiente. Para esta operación se contratan los servicios de personal capacitado.

2.1.10. Control de nivel de agua

Es importante revisar mensualmente el nivel de agua para evitar que el panel de control emita una señal equivocada y se pare la caldera en este caso. Para tener una idea más clara observe la figura 17.

Figura 17. Nivel de agua de caldera



A. Alto nivel de agua: la bomba de alimentación de agua a la caldera se apaga en este punto. Llénese inicialmente hasta esta altura.

B. La bomba de alimentación de la caldera se prende cuando el nivel llega a este punto. La distancia A-B es aproximadamente $\frac{3}{4}$ ".

C. Punto de cierre de bajo nivel de agua, el quemador se apaga si el nivel de agua baja a este punto.

D. Primer punto visible de la mira de vidrio.

Cualquier variación en las condiciones de operación del nivel de agua merecerá la intervención y realizar los ajustes necesarios, como se menciona a continuación.

2.1.10.1. Tubo de nivel

Mensualmente revise que no existan fugas en las tuercas del tubo, de ser así ajuste las tuercas y si persisten las fugas, cambie los empaques. Si el cristal del tubo de nivel está sucio, límpielo interior como exteriormente con lija lo más fina posible, si se encuentra rajado cámbielo por uno nuevo.

2.1.10.2. Flotador

Semestralmente desmonte el Mc. Donnell limpie el flote con cuidado y revise que no tenga picaduras, si existen reemplácelo por uno nuevo.

2.1.10.3. Diafragma del flotador

Semestralmente proceda de la misma forma que con el flotador y si estuviera picado o roto reemplácelo por uno nuevo. No debe olvidar que antes de colocarlo en el cuerpo del Mc. Donnell se limpie las caras y colocar un empaque de asbesto grafitado.

2.1.10.4. Columna del Mc. Donnell

Semestralmente al desmontar el cabezal revise y limpie el interior del cuerpo del Mc. Donnell.

Elimine el sarro y demás suciedades o depósitos pues pueden provocar que el guarda nivel (flote), se quede trabado y emita una señal equívoca del nivel de agua dentro de la caldera, además pone en riesgo al personal de operación y al equipo.

2.1.10.5 Purga

Realice las purgas recomendadas por el proveedor de productos químicos, en caso contrario realícelas de la manera siguiente. Al inicio de la jornada, cuando la caldera alcance la primera carga de vapor, abra la válvula de purga del tubo de nivel, luego abra la válvula de purga del Mc. Donnell. En el momento de que la bomba de agua empiece a funcionar ciérrela, espere que se reestablezca el nivel de agua y proceda de la misma forma con las válvulas de purga de superficie y de fondo, luego abra la válvula principal de vapor para proporcionarlo a los servicios que lo requieran.

Durante la jornada repita la operación dos veces mas, procurando que la última sea al final de la jornada y que la caldera no trabaje más ese día.

2.2. Línea y bomba de alimentación de agua

2.2.1. Cebado

Las bombas centrífugas casi nunca deben arrancarse sino hasta que estén bien cebadas, es decir, hasta que se han llenado con el líquido bombeado y se ha escapado todo el aire. Esta operación hágala cada tres meses.

2.2.2. Temperatura de cojinetes

Compruebe semestralmente la temperatura de los cojinetes del motor de la bomba, para esto, ponga la mano en la parte donde van instalados los cojinetes con la bomba en funcionamiento. Si no soporta mantener la mano más de 10 segundos por la alta temperatura, investigue la causa del calentamiento.

Puede ser que tengan exceso de grasa, estén faltos de ella o requieran reemplazo. Si la temperatura es inferior a los 180 °F debe utilizarse una grasa con base de calcio cuando existe la posibilidad de contaminación por agua, cuando la temperatura sobrepasa los 180 °F debe utilizarse una grasa a base de sodio, pero sin olvidar que el agua las ataca, por lo que las grasas a base sodio no deben utilizarse en lugares húmedos, para tal situación utilice grasa tipo FIBRAX 280 o 235.

Una buena regla general consiste en usar una grasa, cuyo aceite de base tiene una viscosidad equivalente a la que debería tener si este aceite fuera el único lubricante utilizado.

2.2.3. Lubricación de cojinetes

Al lubricar los cojinetes semestralmente revise cuidadosamente que estén completamente limpios, al ponerles grasa nueva procure que sea 1/3 del volumen entre pistas utilizando una engrasadora manual. Los cojinetes lubricados con aceite deberán vaciarse, escurrirse y rellenarse con aceite nuevo. La elección depende normalmente de consideraciones particulares sobre cada cojinete o instalación. Los factores principales que influyen en la elección entre aceite y grasa se mencionan en el cuadro inferior.

Tabla I. Aceite frente a grasa

ACEITE	GRASA
Muy altas velocidades (suministrado en forma de neblina) (*)	Temperaturas moderadas.
Altas temperaturas cuando el aceite debe tener un efecto refrigerante.	Velocidades muy bajas o medianas.
Ambiente limpio.	Cuando la grasa, debido a su consistencia, ayuda a excluir las contaminaciones.
Lubricación desde un sistema circulatorio.	Cuando no se puede retener el aceite.
La instalación permite buenos sellos.	Cuando el cojinete debe trabajar con lubricación poco frecuente.

(*) Para velocidades muy elevadas y temperaturas muy bajas a veces se prefiere la grasa. En algunos casos una grasa correctamente elegida formaría canal y trabajaría mejor que un aceite. Las limitaciones para uso de aceite o grasa están desapareciendo gradualmente.

El aceite puede ser usado normalmente en cualquier cojinete equipado para retenerlo.

2.2.4. Prensa-estopas

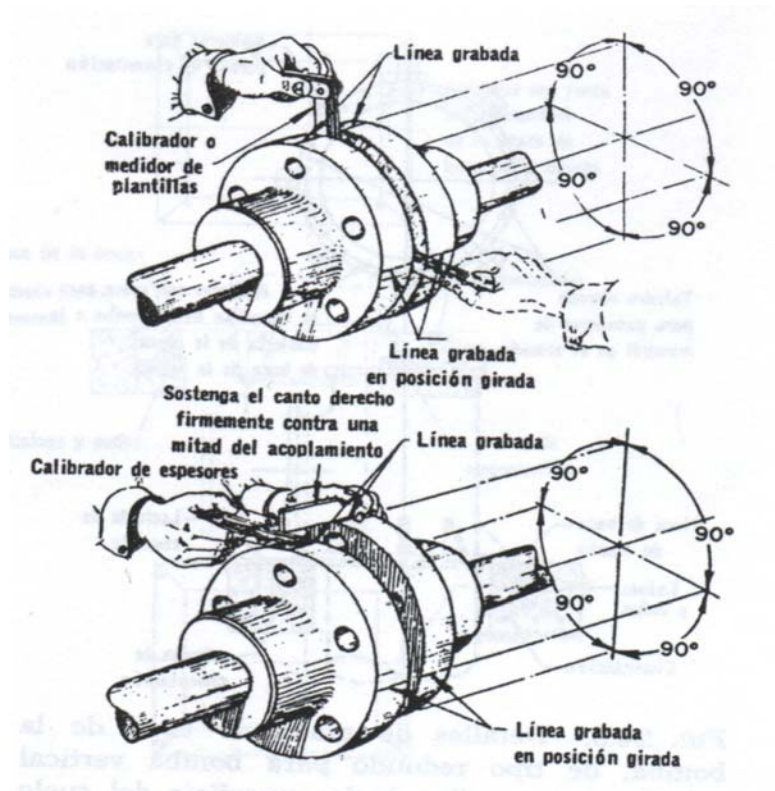
Deberá revisarse mensualmente el prensa-estopas del estopero para ver que tenga movimiento libre. Se deberán limpiar y aceitar los pernos y las tuercas del prensa-estopas con un lubricante anticorrosivo e inspeccionar la empaquetadura para determinar si necesita reponerse. Reemplace todos los anillos empleando estopa grafitada de la misma medida que se requiere, ajuste los prensa-estopas y ponga en funcionamiento la bomba, si existen fugas, realice un ajuste más hasta que las fugas desaparezcan, si la bomba no utiliza prensa-estopas y en lugar de ellas utiliza sello mecánico, reemplácelo únicamente si presenta fugas de agua.

2.2.5. Alineación

Durante la alineación de la bomba y la placa de base, se deberá mantener alineamiento preciso entre los dos medios acoples desarticulados entre las flechas de la bomba y el impulsor. Antes de alinear, tanto el rotor de la bomba como el impulsor deberán girarse a mano para asegurarse de que se mueven libremente.

Revise que la bomba este bien alineada con el motor cada seis meses. El acoplamiento de unión entre el rotor de la bomba y rotor de motor conductor es un empaque tipo estrella de caucho. Se deberá colocar una regla rectangular a través del acoplamiento por un lado y por arriba, y, al mismo tiempo, las caras de las mitades del acoplamiento deberán verificarse con un calibrador de hojas. Para evitar cualquier tipo de accidente, antes de iniciar asegúrese que el interruptor de corriente permanezca en posición de apagado. Vea el detalle en la figura 18.

Figura 18. Alineación de bomba y motor en el sistema de agua



2.2.6. Impulsor

Anualmente quite los tornillos de las tapaderas de la bomba, limpie y revise su interior, si la turbina esta desgastada investigue el motivo, pudiendo necesitar cambio de bushing, cojinetes o turbina, al cerrar la bomba asegúrese de cambiar empaque para evitar que se produzca alguna fuga en la misma.

2.2.7. Accesorios de tubería

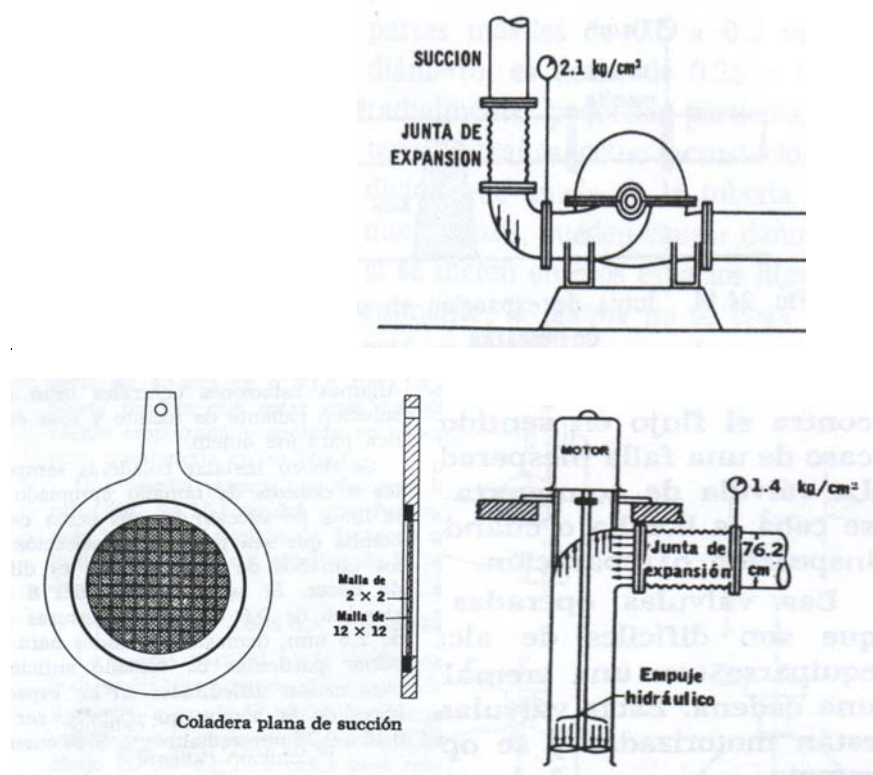
Mensualmente verifique que no existan fugas a lo largo de la línea de alimentación de agua, desde la bomba de abastecimiento hasta la entrada a la caldera. Si existieran corrijalas y si fuera necesario cambie el accesorio dañado. Si las válvulas de compuerta y globo presentan fugas en el vástago ajuste la tuerca del prensa-estopas, si persiste la fuga cambie la estopa o si es necesario cambie la válvula.

A las válvulas de retención o cheque quíteles la tapadera para revisar la compuerta oscilante, remueva la suciedad que tenga, si el agua se regresa de la caldera a la bomba cuando aquella tiene presión de vapor cambie las válvulas por nuevas. Si dentro de la línea de alimentación se utiliza algún tipo de junta de expansión verifique que estén instaladas en el lugar correcto para evitar problemas de esfuerzos en la tubería.

Revise que las anclas, soportes colgantes y tornillos permanezcan en su lugar y que no estén rotos, flojos o deteriorados, de no ser así, corrija su posición. Además revise las coladeras de succión y observe si existe algún tipo de materia extraña o partículas pequeñas, limpie cuidadosamente la coladera de succión, ya que puede atascarse la bomba y reducir su capacidad o taparla completamente evitando que bombee.

Las pequeñas partículas pueden causar serios daños acumulándose en espacios libres de juntas móviles, por esta razón es importante el uso de coladeras de succión. En la figura 19 siguiente se muestran algunos accesorios de tubería de alimentación de agua.

Figura 19. Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras.



2.3. Cuerpo de la caldera

2.2.9 Limpieza del lado de agua

Esta operación se realiza semestralmente y con la caldera apagada y completamente fría, proceda a quitar las tortugas o tapas, realice la inspección respectiva y lave con agua a presión, conectando una manguera a la bomba de alimentación o por algún otro medio con suficiente presión para poder limpiar, tratando de evacuar todos los sólidos, lodos, incrustaciones, sedimentos, partículas sólidas, etc; que contenga.

Los sedimentos descienden al domo de lodos o a un anillo colector, pueden ser eliminados por medio de la purga periódica. Si se vuelven pastosos, son expulsados por lavado con la ayuda de manguera y agua a alta presión durante períodos de parada, de otra manera tendrán que ser sacados a pedazos.

Las incrustaciones que se forman en las superficies en contacto con el fuego, es mucho más difícil quitarse. Si la incrustación se encuentra en la superficie exterior de los tubos, la caldera puede ser calentándola cuidadosamente estando vacía, rociando después los tubos con agua fría. La incrustación que se encuentra dentro de los tubos, tendrá que desprenderse por rimado (rasqueteado) con equipo especial.

Limpie los registros y las tortugas o tapas colocándoles empaques nuevos y asegurándose que todas las tortugas queden centradas en los registros, ajustándolas adecuadamente para evitar cualquier fuga. Proceda a llenar la caldera verificando los niveles alto y bajo de operación. Se contrata a personal especializado cuando dentro de la caldera se observa alguna falla en la cual el encargado no posee los conocimientos completos para corregirla.

2.3.2 Limpieza del lado de fuego

Para esta operación se contrata semestralmente a una empresa ajena al hospital, el personal encargado realiza la limpieza e incide al encargado de mantenimiento las observaciones que el considere necesarias para el buen funcionamiento de la caldera.

2.3.3 Fugas en los tubos

Si la caldera presenta indicios de fugas en las bocas de los tubos (mancha de óxido en las mismas), llame inmediatamente al técnico en calderas, este cuenta con el equipo indispensable para realizar las pruebas y reparaciones que sean necesarias al respecto.

2.3.4 Material refractario

Revise semestralmente que el refractario de las puertas y tapaderas este en buen estado. Si presentan grietas bisélelas profundamente a todo lo largo, rellénelas del material respectivo (concreto o cemento refractario). No utilice cemento corriente pues se estalla por la acción directa de la llama y gases de la combustión.

2.3.5 Empaques

Cada vez que se abra la caldera, antes de cerrarla proceda a cambiar todos los empaques por nuevos.

2.3.6 Pernos y tuercas

Antes de cerrar la caldera después de la limpieza semestral aplique grafito u otro agente protector para evitar que se sellen y peguen por las altas temperaturas a las que son sometidos.

2.3.7 Fugas de agua, vapor y gases de combustión

Al poner en funcionamiento la caldera después de realizada la limpieza semestral, asegúrese de que no existan fugas de ninguna clase en las puertas y tortugas, si hubieran corríjalas de inmediato.

2.4 Sistema de combustible

2.4.1 Línea de alimentación

Mensualmente observe que no existan fugas a lo largo de toda la línea desde el tanque principal hasta el quemador, si existieran corríjalas de inmediato, ajustando conexiones, cambiando empaques, tubos o accesorios según se requiera. Observe que no existan tramos de tubería sin aislante térmico ya que esto puede ocasionar quemaduras a operarios y alta temperatura en el ambiente de trabajo.

2.4.2 Nivel de tanque principal

Revise diariamente el nivel del tanque principal de combustible y compárelo con las horas que estuvo funcionando la caldera, esto para llevar el control aproximado de galones consumidos y así poder determinar la fecha para realizar el requerimiento de combustible.

Para esta operación proceda al desenroscar el tapón del tanque principal, luego por medio del medidor de nivel, mida el nivel de combustible y anótelos en la libreta de control.

2.4.3 Nivel de tanque de diario

El llenado del tanque de diario es controlado por medio de un interruptor eléctrico, que se activa cada vez que se requiera, tenga previsión de que el abastecimiento no sobrepase la capacidad máxima del tanque para evitar un derrame del combustible. Una luz roja indica que el tanque se está llenando, esta operación se realiza al final de cada jornada, aproximadamente éste se llena en 25 minutos.

2.4.4 Filtro de línea de alimentación

Semestralmente desmonte cuidadosamente cada filtro que encuentre a lo largo de la línea de alimentación y remueva la suciedad que tenga la malla, para esto utilice diesel o cualquier otro agente limpiador, luego colóquelos de nuevo en su lugar respectivo asegurándose que no queden fugas.

2.4.5 Fajas de transmisión

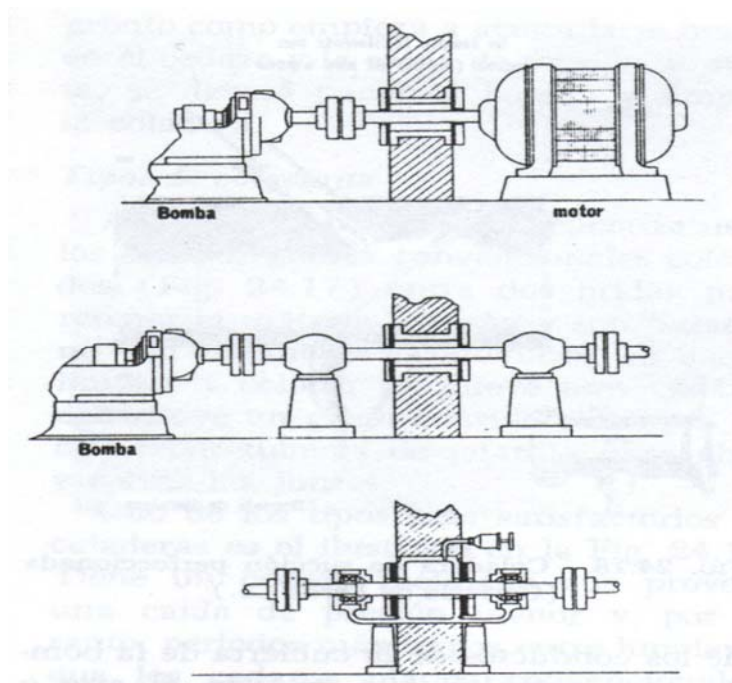
Semestralmente vea que las fajas de la bomba de alimentación, o de recirculación de combustible, tengan la tensión adecuada la que no debe exceder $1 \frac{1}{4}$ de pulgada con una presión de 10 libras.

Para comprobar la tensión presione manualmente la faja, si excede la tensión indicada, observe si la bomba y el motor cuentan con tornillos de ajuste a la base, desenrosque un poco estos tornillos y ajuste la tensión de la faja y rosque nuevamente los tornillos teniendo cuidado de no desalinearse el acoplamiento bomba-motor. Si la faja estuviera deteriorada o su vida útil ha terminado cámbiela por una nueva.

2.4.6 Alineación

Anualmente verifique la alineación bomba-motor, si hubiera desalineación corríjalo ajustando los tornillos de sujeción a la base, ya sea del motor, la bomba o ambos a la vez. Ver figura 20.

Figura 20. Alineación bomba-motor en el sistema de combustible



2.4.7 Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario

Anualmente realice la alineación, ajuste y revisión de la faja de acuerdo a las observaciones del inciso 2.4.5 y la figura 16 de alineación.

2.4.8 Válvulas solenoides

Mensualmente desmonte la bobina y con pinzas curvas para seguros, desenrosque la tapadera del vástago, (en algunos tipos de válvulas son tornillos utilizados para el efecto), teniendo cuidado de no perder ninguna pieza. Remueva toda la suciedad y ármela de nuevo, al cerrarla compruebe que funcione correctamente. Ver figura 21.

Figura 21. Válvulas solenoides



2.4.9 Malla de ventilador

Semestralmente vea que no exista acumulación de mota u otra suciedad que impida el correcto acceso de aire a la combustión, si existiera limpie con brocha y solvente. Recuerde que todas estas acciones se deben realizar con el equipo fuera de servicio.

2.4.10 Lubricación del motor ventilador

Semestralmente proceda a lubricar el motor de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante, si carece del, aplique grasa grafitada, para ello utilice una engrasadora manual.

2.4.11 Temperatura de cojinetes

Semestralmente proceda de la misma forma indicada en el inciso No. 2.2.2 en relación a la temperatura de los cojinetes.

2.4.12 Fajas de transmisión

Cuando el sistema utiliza fajas para transmisión de movimiento, realice la inspección semestral de acuerdo a las instrucciones del inciso No. 3.5.5 donde se cita como realizarlo.

2.4.13 Vibraciones en el motor y ventilador

Anualmente observe que todos los accesorios utilizados para reducir la vibración del motor y ventilador, tales como soportes, tuberías, juntas de expansión, aisladores, base y cimientos, no estén deteriorados pues de ser así pueden causar que la vibración aumente, trate de ajustar todos los accesorios que observe en mal estado y evitar así que la vibración aumente.

Además determine si la vibración se produce por operación propia de la máquina (vibración positiva) o esta es provocada por fuentes externas hacia la planta (vibración negativa) y corríjalas según sea el caso.

Existen muchas técnicas para reducir las vibraciones las más recomendables son utilizar medios aislantes o amortiguación, balanceo y alineamiento, variación de las velocidades, aumentar la dimensión de la cimentación, utilización de hules, cojinetes. Aplique la técnica que considere mejor, según los requerimientos y las condiciones de operación de los equipos.

2.5 Tanque de condensados

2.5.1 Filtro de válvula de entrada de agua al tanque

Semestralmente desmonte el filtro que se encuentra en el interior y remueva toda la suciedad por medio de agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo reemplace el empaque de la tapadera por uno nuevo de hule, aplicándole una capa de sellador para evitar cualquier fuga.

2.5.2 Filtro de la descarga a la bomba de alimentación

Semestralmente cierre la válvula de compuerta que esta colocada en la descarga del tanque a la bomba quite el reductor y tapón macho del cuerpo del filtro, quite la malla metálica que se encuentra en su interior, límpielo con agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo asegúrese de ponerle teflón para un buen sellado.

2.5.3 Limpieza del tanque

Esta operación se realiza semestralmente con el equipo apagado, abra la válvula correspondiente para proceder a vaciar el tanque.

Desmunte la tortuga y el flotador, por el tipo de instalación se hace necesario desacoplar una línea de vapor por lo cual se recomienda tomar las medidas de seguridad (equipo de protección personal) para evitar quemaduras.

Limpie el interior con agua a presión y cepillo de alambre eliminando todo el óxido e impurezas observadas, por la poca iluminación existente utilice una lámpara para poder observar el interior del tanque. Al colocar el flotador limpie las caras respectivas y fabrique un empaque de asbesto aplicándole una película de permatex par asegurar un sellado perfecto.

2.5.4 Sistemas de tratamiento de agua

Una empresa ajena al hospital presta este servicio, el encargado de mantenimiento es el encargado de seguir las indicaciones que señale el ingeniero químico de la empresa.

2.5.5 Sistema eléctrico

Un técnico electricista capacitado realizará las operaciones siguientes:

2.5.5.1 Revisión de terminales

Trimestralmente observe que las conexiones en las terminales estén bien atornilladas, si observa alguna desatornillada proceda a atornillarla y observe que el panel de control funcione perfectamente. Recuerde que una mala conexión o una terminal suelta puede provocar un cortocircuito y en casos especiales un incendio.

2.5.5.2 Limpieza de platinos

Anualmente a los platinos de los conectores que se encuentran en el panel de control, páseles suavemente un pedazo de lija fina y aplíqueles líquido limpiador de platinos tratando de no dañar ningún mecanismo.

2.5.5.3 Limpieza del control programador

Trimestralmente desmonte cuidadosamente el programador y revise que todas las terminales estén bien apretadas y limpias. Para la limpieza de los platinos del temporizador del programador, frótelos suavemente con un pedazo de trapo y aplíqueles líquido limpiador de platinos, al colocar el control programador, asegúrese de que quede bien sujeto para evitar falsos contactos y un mal funcionamiento de la caldera.

Por tratarse de un equipo electrónico generalmente cuando se trata de fallos de tipo electrónicos, se contrata a una persona especializada para reparar la falla, pues se trata del cerebro de la caldera.

2.5.6 Control de presión de vapor

Trimestralmente desmonte la tapa transparente y limpie el interior con una brocha, vea que la cápsula de mercurio no este dañada (rajada), si lo esta cámbiela por una nueva. En algunas ocasiones la cápsula de mercurio suele trabarse y emitir una mala señal, observe que no este trabada la cápsula.

2.5.7 Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell

Mensualmente limpie el interior del cabezal con una brocha y vea que las cápsulas de mercurio no estén trabadas en otra posición que no le corresponde, o no estén rajadas, si lo están reemplácelas por nuevas, tenga cuidado de conectar las terminales a las mismas que corresponden, esto para que el funcionamiento sea el correcto.

2.5.8 Termostatos

Trimestralmente quite la tapa y limpie el interior teniendo cuidado de no dañarlo. Ajuste si es necesario a la temperatura requerida para una buena atomización del combustible en la boquilla.

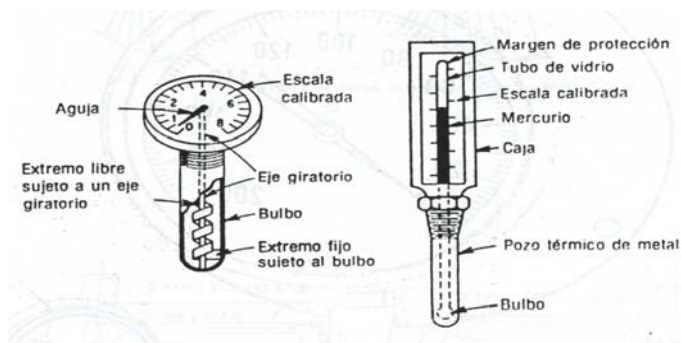
2.5.9. Válvula de seguridad

Accione periódicamente las válvulas de seguridad para evitar que los asentamientos se peguen y se corra el riesgo de por una sobre presión se disparen. Hágalo por lo menos unas tres veces por semana. Ver figura 11.

2.5.10. Termómetros

Anualmente desmonte todos los termómetros que encuentre en el sistema, (combustible, chimenea y agua), remueva la suciedad del bulbo sensor y colóquelos de nuevo, si fuera necesario y para evitar fugas aplíqueles teflón. Para la chimenea consulte con el técnico encargado para que haga las pruebas correspondientes con un termómetro patrón. Ver figura 22.

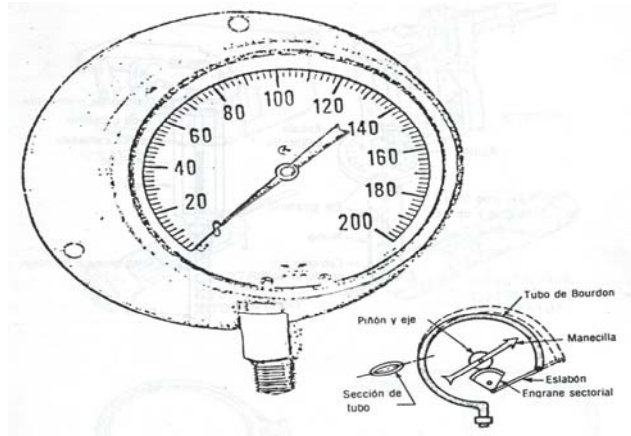
Figura 22. Termómetro



2.5.11. Manómetros

Revise anualmente que las lecturas que proporciona sean las esperadas según las condiciones de operación, la mayoría de manómetros fallan por desperfectos mecánicos, normalmente la manecilla y el engrane suelen desalinearse y por consiguiente dar una señal equívoca, el mantenimiento se los proporciona **Fabrigas**. Observe en la figura los mecanismos interiores de un manómetro.

Figura 23. Manómetro



2.5.12. Válvulas en general

Mensualmente observe que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención y otras si hubiera. Si existe ajuste adecuadamente el prensaestopas, cambie la estopa si esta ya no sirve y en caso necesario reemplace la válvula por una nueva. Cuando reemplace una válvula verifique que esta sea del diámetro, presión, uso y aplicación requeridos. Ver figura 24.

Figura 24. Válvulas



2.5.13. Trampa de vapor del precalentador

Semestralmente destápela y remueva toda la suciedad que tenga, teniendo cuidado de no dañarla. Cuando le coloque la tapa reemplace por un empaque nuevo el anterior y aplique una capa de permatex para asegurar un buen sellado.

2.5.14. Chimenea

Anualmente con la caldera apagada proceda a limpiar hasta donde sea posible el interior de la chimenea, esto con el objeto de evitar acumulación de hollín. Revise que no existan filtraciones de agua, si las hay corríjalas de inmediato. Recuerde también revisar que no existan fugas de aire, ya que esta chimenea utiliza este aire disponible como fuente de tiro natural. La chimenea está fabricada de acero y de no pintarse con gran esmero, puede ser corroída por la acción del aire y de la atmósfera. Igualmente si no se reviste es corroída por la acción de los gases quemados.

Por estas razones se recomienda revisar el interior de la chimenea y confirmar que el estado del recubrimiento y de la pintura se encuentre en óptimas condiciones, en caso contrario comunicarse con el personal especializado para proceder a realizar los trabajos necesarios.

2.5.15. Pintura y limpieza

Semestralmente revise que la pintura en las paredes de la caldera no este deteriorada, si existe algún daño corríjalo. Cada seis meses pinte las paredes del cuarto de calderas. Cada encargado de mantenimiento lleva un control diario de la limpieza en el cuarto de calderas, existe un encargado de realizar la limpieza y debe realizarla de acuerdo con los lineamientos referentes a las normas de seguridad e higiene del hospital.

2.5.16. Iluminación y ventilación

Por carecer de una buena iluminación se realizó un análisis del sistema de iluminación defectuoso y se propone una distribución de seis luminarias de cuatro lámparas de neón de 1.20m. Además se sugiere el uso de linternas cuando las condiciones de trabajo así lo requieran, todo lo anterior con el objetivo de ahorrar energía y costos de mantenimiento.

3. GUÍA PARA RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con el objeto de llevar un mejor control deberá incluir en un libro de anotaciones un informe de rutina en el cual debe mencionar: el tipo de rutina marcando con una X sobre la letra que corresponda (Diaria D, Semanal S, Mensual M, Trimestral T, Semestral St y Anual A), una descripción breve de la rutina (cambios y observaciones, material utilizado), por último el tiempo que utilizó para realizarla en minutos, el turno (Noche N, Tarde T y Día D) la fecha correspondiente y por último el nombre y firma del encargado. La figura 25 muestra este tipo de informe.

Figura 25. Informe de rutinas

RUTINAS DE MANTENIMIENTO	Diaria D	Semanal S	Mensual M	Trimestral T	Semestral St	Anual A
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA						
TIEMPO, TURNO Y FECHA	Tiempo Utilizado: _____	Turno: Noche N Día D Tarde T			Fecha:	
REALIZADO POR	Nombre del encargado: _____				Firma: _____	

3.1. Semanales

A continuación se mencionan todas las rutinas que deben programarse semanalmente en el cuarto de calderas del hospital, queda a criterio del encargado de mantenimiento programar varias rutinas en un día. En una ficha de control indique con detalle lo realizado en cada rutina y el tiempo que le tomó realizarla.

- Niveles de operación en el control del nivel de agua
- Válvula de purga del nivel de agua
- Revisión de la línea de alimentación de combustible
- Limpieza de conductos de combustible (mangueras flexibles)
- Filtros de la línea de alimentación de combustible
- Limpieza del tanque principal de agua
- Revisar secuencia de operación del sistema de distribución de agua
- Revisar el funcionamiento de bombas y motores para distribución de agua
- Fugas en el tanque de condensados

3.2. Mensuales

La programación de un departamento de mantenimiento es vital para el desarrollo de la labor que se ejecuta, puesto que ella es la encargada de la ejecución del programa de mantenimiento y dependiendo si la labor del programador es eficiente o no, así serán los resultados obtenidos con este programa.

En las rutinas mensuales al igual que en las semanales deben establecerse día, hora, tiempo estimado y encargado de realizar la rutina de mantenimiento. Las abajo citadas son las rutinas de mantenimiento mensuales para el cuarto de calderas del hospital privado de las Américas.

- Revisión de boquillas del quemador
- Chequeo del quemador
- Combustión en el quemador
- Fugas de agua, vapor y gases de combustión
- Electrodo de ignición
- Fococelda
- Aisladores de electrodo de ignición
- Cables de ignición
- Tubo de nivel de agua
- Revisión del prensaestopas
- Accesorios de tubería
- Limpieza del ventilador
- Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell
- Válvulas en general
- Empaques y sellado hermético en el tanque de condensados
- Bidas y uniones en el sistema de tubería y accesorios tanque de condensados
- Revisión del nivel de combustible en el tanque principal y tanque de diario
- Revisión del porcentaje de gas existente en el tanque
- Revisión de empaques de bomba de alimentación de agua a la caldera
- Revisar iluminación en el cuarto de calderas

3.3 Trimestrales

Conseguir la realización de la tarea o rutina en el tiempo mas corto y con la mano de obra disponible, es el objetivo principal. El número de operarios de mantenimiento dependerá del tamaño de la planta. Al igual que todas las rutinas anteriores deben programarse el día, hora, tiempo estimado y encargado para la rutina. Las rutinas trimestrales para el cuarto de calderas se mencionan a continuación.

- Limpieza del cuerpo del quemador
- Revisión del piloto de gas
- Revisión de terminales en el sistema eléctrico
- Limpieza en el control programador
- Control de presión de vapor
- Revisión de termostatos
- Válvula de seguridad
- Aisladores de electrodos de ignición
- Control en el cebado de bombas
- Anclajes, juntas y cimentación de las bombas de alimentación de agua, distribución de combustible y alimentación a la caldera

3.4 Semestrales

De igual forma que todas las rutinas anteriores, las rutinas semestrales también deben establecerse y programar el día, hora, el tiempo estimado para realizar el trabajo y el encargado de realizarlo. La lista siguiente menciona las diferentes rutinas semestrales establecidas.

- Temperatura de cojinetes de las bombas del sistema de alimentación de agua
- Lubricación de cojinetes de bombas de agua
- Limpieza interior de la caldera del lado de agua
- Limpieza interior de la caldera del lado de fuego
- Conexiones de la línea de alimentación
- Revisión del material refractario
- Revisión de empaques en el cuerpo de la caldera
- Revisión de pernos y tuercas de puertas de la caldera
- Fajas de transmisión en el sistema de combustible
- Alineación de motor y bomba del sistema de agua
- Limpieza del tanque de condensados
- Chequeo de válvulas solenoide
- Lubricación del motor ventilador
- Chequeo de temperatura de cojinetes en el sistema de aire
- Fajas de transmisión en el sistema de aire
- Filtro de válvula de flotador
- Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación
- Iluminación y ventilación
- Pintura y limpieza

3.5 Anuales

Las rutinas de mantenimiento anuales se mencionan a continuación.

- Limpieza del flotador del control de nivel de agua
- Chequeo del diafragma del flotador
- Revisión de columna del Mc. Donnell
- Revisión del impulsor

- Fugas en tubos de la caldera
- Alineación de motor y bomba en el sistema de combustible
- Revisión de la bomba de tanque principal a tanque de diario
- Vibración de motor y ventilador del sistema de aire
- Limpieza de platinos en el sistema eléctrico
- Revisión del aislador térmico de tubería
- Termómetros
- Manómetros
- Limpieza de chimenea
- Condiciones de seguridad en el cuarto de calderas

La programación es la determinación de cuando debe realizarse cada parte de la tarea planificada, teniendo en cuenta los récord de producción, la disponibilidad de material y mano de obra disponible, cuando la programación se lleva de acuerdo con estas definiciones, hace disponible realizar el trabajo en la menor cantidad de interferencia.

Debido al volumen de información que debe manejar el programador de un departamento de mantenimiento, esta se debe procesar de una manera ordenada y sistemática, para ello es necesario contar con la papelería adecuada con el fin de obtener una labor eficiente.

La papelería utilizada en el departamento de mantenimiento juega un papel muy importante ya que de su eficacia depende de la exactitud de la información recibida, además, es necesaria para obtener un funcionamiento y control adecuado de las labores de mantenimiento. La papelería es el resultado de un proceso de corrección continuo, en donde se realizan ajustes de acuerdo con las variaciones que sufre el departamento.

Se manejan dos tipos de papelería, es decir, dos clasificaciones.

A. De Proceso de Ejecución

B. De Control

Se manejan diariamente o en intervalos de tiempo muy cortos. Normalmente la información contenida en ellas se procesa a diario, se archivan durante un periodo de tiempo prudencial y luego se desechan.

Se debe estar conciente de que los datos allí consignados deben estar correctamente emitidos e igualmente procesados, puesto que a partir de ellos se obtendrán informes, costos y se corregirán errores. Dentro de este tipo de papelería podemos mencionar.

A.1 Órdenes de Trabajo y Órdenes de Servicio

Son peticiones escritas de servicios para cumplir por el departamento de mantenimiento. Establecen, tanto para mantenimiento como para la dirección, la información que señala la realización de un trabajo o rutina de mantenimiento. Proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las demandas de material, se entregan las instrucciones de trabajo individual y se hacen las asignaciones de tareas al personal y equipo.

Debido a que todo trabajo de mantenimiento, excepto las operaciones de rutina, debe programarse, es deseable poner todas las órdenes por escrito prescindiendo del volumen de la tarea. Esto permitirá una planificación y una programación apropiadas y servirá para determinar el trabajo de mantenimiento pendiente. Deberá buscarse que los datos registrados en la orden de trabajo sean específicos y de valor para la asignación de trabajo.

Se ilustran dos modelos de órdenes de trabajo una que da una información general del trabajo y otra que es bastante breve. Se utilizan en caso de emergencia en lugar de hacerlo en forma verbal.

La figura 26 muestra con detalle la forma de una orden de trabajo y la figura 27 la forma de una orden de servicio.

Figura 26. Orden de trabajo

Departamento		Sección		Código de trabajo realizado
Mantenimiento Preventivo	Daño mecánico	Daño eléctrico	Daño electrónico	Otros
Nombre de la pieza		Máquina		Lugar
Descripción del servicio				
Mecánico de sección				
Supervisor				
Jefe de mantenimiento				
Jefe de diseño				
Ejecutado por		Recibido por		Fecha y hora

Fig. 27. Orden de Servicio

Fecha y Departamento		Sección		Código de trabajo	
Nombre del equipo			No. de la máquina		
Servicio solicitado					
Montaje	Lubricación	Traslado	Adaptación	Cotización	Aseo
Proyecto	Ampliación	Construcción	Instalación	Ornato	Otros
Descripción del servicio solicitado					
Solicitante					
Sección asignada	Persona responsable		Fecha de entrega programada		

A.2 Informe diario de mantenimiento

Después de ejecutadas las rutinas de mantenimiento por cada mecánico, se procede a la presentación del informe, este documento debe contener los informes que sirvan al departamento de mantenimiento en sus actividades de control y al departamento de contabilidad de costos en la distribución de gastos. Normalmente en él se debe incluir el nombre de la máquina a la cual se le practicó el mantenimiento, la sección a la que corresponde, una descripción breve del trabajo realizado y el tiempo empleado. La figura 28 muestra un ejemplo de un informe diario de mantenimiento.

Figura 28. Informe diario de mantenimiento

Estos proporcionan información para el departamento de contabilidad, el cual se encarga de realizar un inventario respectivo en el cual se incluye toda la información sobre equipo, materiales, herramientas y repuestos existentes.

B.1 Inventario de equipo

Para una planificación y programación eficaces, es necesario disponer de un registro completo del equipo al cual se le da mantenimiento. A cada unidad se le asigna un número de inventario, el cual puede grabarse sobre una placa metálica y fijarse a la unidad, o ajustarse de alguna otra manera.

B.2 Registro de equipo

Los registros de equipo son tan importantes tanto en grandes como en pequeñas plantas, estos son necesarios para el anuncio de reposiciones, cambio de piezas, repuestos, así como para la asignación de programas de inspección y de mantenimiento.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.1 Análisis antes de la aplicación del programa

Para el análisis de consumo de galones de combustible, se realizó primero un análisis diario, en el cual se iba anotando la cantidad de galones consumidos, el número de horas trabajadas y se establecía cuantos galones consumía por hora trabajada.

4.1.1 Mes de enero

La tabla de abajo muestra con detalle resumido el dato exacto de galones consumidos durante el mes de enero de 2004.

Tabla II. Análisis de consumo de combustible para el mes de enero

ENERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	48.001	10.263	4.677
2	52.025	10.012	5.196
3	39.015	8.5223	4.578
4	46.325	9.265	5
5	48.25	9.369	5.15
6	47.096	9.529	4.942
7	47.536	8.258	5.576

Continuación.

8	49.259	9.369	5.258
9	48.587	8.985	5.408
10	46.505	7.569	6.114
11	48	8.258	5.813
12	47	8.536	5.506
13	49.256	8.5	5.795
14	51	9	5.667
15	53.589	9.558	5.607
16	50.236	10.596	4.741
17	49.856	9.896	5.038
18	46.745	8.875	5.267
19	47.596	8.569	5.554
20	46.352	8.584	5.4
21	45	8.596	5.235
22	45.362	9	5.04
23	49.566	8.578	5.778
24	48.698	8.589	5.67
25	47.563	9.361	5.081
26	48.569	9.362	5.188
27	49.023	8.32	5.892
28	47.028	7.065	6.656
29	47.065	7.563	6.223
30	47	7.236	6.495
31	46.987	8.654	5.43
TOTAL	1,484.09	273.838	169.185

Después de un análisis diario de consumo de combustible en el cuarto de calderas, se estableció que para el mes de enero de 2004 el consumo de galones asciende a 1,484.09, lo cual traducido a quetzales da como resultado Q. 25,971.58.

4.1.2 Mes de febrero

La forma a proceder para el análisis en el mes de enero fue la misma mencionada en el mes de enero. Primero un análisis diario y luego la comparación respectiva.

En la siguiente tabla se muestra el detalle resumido del consumo de combustible para el mes de febrero.

Tabla III. Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero

FEBRERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	48.201	10.263	4.697
2	52.469	10.012	5.241
3	39.258	8.987	4.368
4	46.899	9.298	5.044
5	48.287	9.399	5.137
6	47.265	9.654	4.896
7	47.563	8.852	5.373
8	49.963	9.365	5.335
9	48.785	8.598	5.674
10	46.55	7.597	6.127
11	48	8.2	5.854
12	47.003	8.789	5.348
13	49.257	8.505	5.792
14	51.002	9.003	5.665
15	53.565	9.585	5.588
16	50.236	10.554	4.76
17	49.854	9.878	5.047
18	46.547	8.785	5.298
19	47.596	8.595	5.538
20	46.345	8.123	5.705
21	45	8.025	5.607
22	45.023	9.052	4.974
23	49.503	8.036	6.16
24	48.656	8.985	5.415
25	47.563	9.361	5.081
26	48.532	9.365	5.182
27	49.023	8.326	5.888
28	47.82	7.097	6.738
29	48.699	7.203	6.791
TOTAL	1394.464	257.492	158.294

El resultado para el mes de febrero asciende a los 1394.464 galones consumidos. Lo cual traducido a quetzales refleja Q. 24.403.12.

4.1.3 Mes de marzo

Se procedió a realizar el análisis de la misma forma que en los dos meses anteriores, obteniendo los datos resumidos en la tabla siguiente.

Tabla IV. Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo

MARZO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	48.256	10.269	4.699
2	52.523	10.011	5.247
3	36.325	9.658	3.761
4	39.256	8.365	4.693
5	36.289	7.596	4.777
6	48.369	8.394	5.762
7	45.698	7.896	5.787
8	48.658	9.125	5.332
9	49.365	8.657	5.702
10	49.362	10.025	4.924
11	48	8	6
12	48.709	7.002	6.956
13	48.987	8.965	5.464
14	51	9.256	5.51
15	51.254	7.654	6.696
16	56.246	11.245	5.002
17	48.542	8.365	5.803
18	49.965	8.456	5.909
19	48.999	8.956	5.471
20	46.352	8.584	5.4
21	45	7.598	5.923
22	46.258	10.236	4.519
23	47.256	8.697	5.434
24	50.12	9.876	5.075
25	51.012	10.123	5.039
26	47.563	9.889	4.81
27	50.245	8.014	6.27
28	48.998	7.065	6.935
29	47.256	8.056	5.866
30	49.909	7.001	7.129
31	50.236	8.214	6.116
TOTAL	1,486.01	271.248	172.012

Los resultados obtenidos para el mes de marzo reflejan los siguientes gastos en combustible: 1486.008 galones consumidos traducidos a quetzales da como resultado Q. 26,005.14.

4.1.4 Mes de abril

Los resultados obtenidos en el análisis del mes de abril fueron los siguientes.

Tabla V. Análisis de consumo de combustible para el mes de abril

ABRIL	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	39.015	10.263	3.802
2	52.025	8.523	6.104
3	39.015	10.263	3.802
4	46.235	9.265	5
5	48.25	8.523	5.661
6	39.015	9.529	4.094
7	47.536	10.012	4.748
8	49.259	9.369	5.258
9	48.25	8.985	5.37
10	46.505	8.5	5.471
11	48.25	9.265	5.208
12	48	8.536	5.623
13	47.896	7.698	6.222
14	52.006	10.001	5.2
15	54	10.256	5.265
16	52.364	10.596	4.942
17	47.685	7.989	5.969
18	48.965	9.023	5.247
19	49.693	8.69	5.718
20	46.352	8.584	5.4
21	45	8.596	5.235
22	45.362	9	5.04
23	49.566	8.578	5.778
24	48.698	8.589	5.67
25	47.563	9.361	5.081
26	48.569	9.362	5.188
27	49.023	8.32	5.892
28	47.028	7.065	6.656

Continuación.

29	47.065	7.563	6.223
30	47	7.236	6.495
TOTAL	1425.28	267.54	161.542

Los gastos que reflejan estos datos obtenidos son los siguientes: 1425.280 galones consumidos se convierten en Q. 24.942.40.

4.2.3 Mes de mayo

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de mayo fueron.

Tabla VI. Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo

MAYO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	50.362	9.256	5.441
2	53.99	7.562	7.14
3	49.629	7.256	6.839
4	48.956	9.265	5.284
5	38.269	10.326	3.706
6	48.256	7.562	6.381
7	45.698	7.561	6.044
8	50.236	10.236	4.908
9	49.999	8.899	5.618
10	50.001	9.009	5.55
11	47.896	8.365	5.726
12	47698	8.647	5.516
13	49	8.5	5.765
14	52.369	10.394	5.038
15	54	10	5.4
16	55	9.964	5.52
17	47.598	8.458	5.628
18	47.895	7.854	6.0989
19	49.642	7	7.092
20	49.823	8.956	5.563

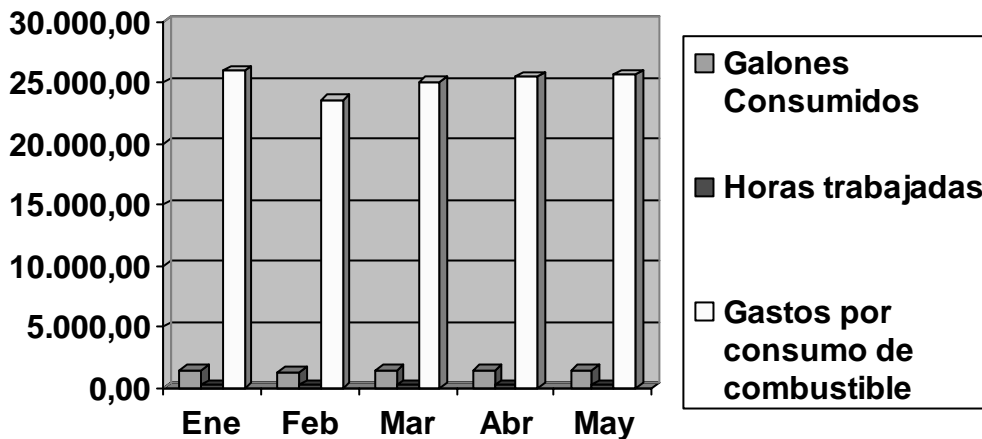
Continuación.

21	46.231	7.89	5.859
22	45.362	9	5.04
23	49.566	8.578	5.778
24	48.698	8.589	5.67
25	47.563	9.361	5.081
26	48.569	9.362	5.188
27	49.023	8.323	5.892
28	48.265	8.999	5.363
29	46.845	7.563	6.194
30	49.256	8.512	5.787
31	49.653	8.365	5.936
TOTAL	1,465.69	261.244	170.109

Los gastos calculados ascienden a Q. 25,649.56.

La siguiente figura muestra la comparación de los diferentes meses que se analizó el consumo de combustible sin la aplicación del programa de mantenimiento. Los gastos de combustibles son en quetzales.

Figura 29. Comparación del consumo mensual de combustible, sin la aplicación del programa de mantenimiento preventivo



4.2 Análisis después de la aplicación del programa

4.2.1 Mes de junio

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de junio fueron.

Tabla VII. Análisis de consumo de combustible para el mes de junio

JUNIO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	44.598	7.586	5.879
2	43.698	8.458	5.166
3	45.683	8.654	5.279
4	44.682	7.569	5.903
5	43.789	5.999	7.299
6	44.698	6.789	6.584
7	44.365	7.555	5.872
8	44.256	8.647	5.118
9	44.135	7.986	5.527
10	43.897	7.788	5.636
11	43.997	8.256	5.329
12	44.369	7.586	5.849
13	45.201	8.458	5.344
14	44.893	8.654	5.188
15	45.789	7.569	6.050
16	43.986	6.789	6.479
17	43.568	7.698	5.660
18	45.009	6.989	6.440
19	44.568	7.365	6.051
20	43.657	8.002	5.456
21	44.999	7.009	6.420
22	45.658	5.986	7.627

Continuación.

23	44.236	5.658	7.818
24	45.698	7.598	6.014
25	44.598	6.944	6.423
26	44.689	7.555	5.915
27	43.568	8.647	5.039
28	45.009	7.986	5.636
29	43.892	7.788	5.636
30	43.587	8.256	5.279
Total	1334.772	227.824	177.917

Los gastos calculados ascienden a Q. 23,358.51.

4.2.4 Mes de julio

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de julio fueron.

Tabla VIII. Análisis de consumo de combustible para el mes de julio

JULIO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	43.256	7.658	5.648
2	43.123	7.968	5.412
3	42.658	9.001	4.739
4	43.652	5.370	8.129
5	42.256	7.698	5.489
6	42.687	5.689	7.503
7	42.987	6.987	6.152
8	42.635	7.963	5.354
9	42.452	8.003	5.305
10	42.568	7.569	5.624
11	43.364	6.047	7.171

Continuación.

12	44.003	5.687	7.737
13	43.632	6.369	6.851
14	42.987	7.445	5.774
15	42.369	7.745	5.470
16	42.468	7.325	5.798
17	42.873	6.598	6.498
18	43.023	8.132	5.291
19	42.563	8.231	5.171
20	42.321	7.365	5.746
21	42.453	6.531	6.500
22	42.103	5.898	7.139
23	42.035	5.963	7.049
24	43.001	6.598	6.517
25	42.367	7.623	5.558
26	42.253	7.365	5.737
27	42.563	7.989	5.328
28	43.045	6.235	6.904
29	42.356	7.987	5.303
30	42.223	5.009	8.429
31	42.361	7.658	5.532
Total	1324.637	219.706	190.860

Los gastos calculados ascienden a Q. 23,181.15

4.2.5 Mes de agosto

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de agosto fueron.

Tabla IX. Análisis de consumo de combustible para el mes de agosto

AGOSTO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	43.256	5.489	7.880
2	42.356	7.412	5.715
3	42.258	8.989	4.701
4	42.368	5.370	7.890
5	42.123	7.584	5.554
6	42.586	7.231	5.889
7	42.491	6.490	6.547
8	42.321	6.589	6.423
9	42.325	8.456	5.005
10	42.123	7.001	6.017
11	42.365	6.012	7.047
12	42.156	5.999	7.027
13	42.235	6.998	6.035
14	42.123	7.002	6.016
15	42.156	7.789	5.412
16	42.425	7.586	5.593
17	42.436	7.256	5.848
18	42.436	8.021	5.291
19	43.025	5.478	7.854
20	43.563	7.568	5.756
21	43.023	6.999	6.147
22	42.365	6.978	6.071
23	42.564	7.689	5.536
24	42.324	6.989	6.056
25	42.367	6.978	6.072
26	42.364	7.365	5.752
27	42.003	7.009	5.993
28	42.258	6.987	6.048
29	42.596	7.365	5.784
30	42.365	5.986	7.077

Continuación.

31	41.989	6.325	6.639
Total	1315.345	216.990	190.675

Los gastos calculados ascienden a Q. 23,018.54.

4.2.6 Mes de septiembre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de septiembre fueron.

Tabla X. Análisis de consumo de combustible para el mes de septiembre

SEPTIEMBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	42.258	5.489	7.699
2	42.356	7.412	5.715
3	42.258	8.989	4.701
4	42.003	5.370	7.822
5	42.098	7.584	5.551
6	42.123	7.231	5.825
7	41.987	6.490	6.469
8	41.598	6.589	6.313
9	41.759	8.456	4.938
10	41.256	7.001	5.893
11	42.035	6.012	6.992
12	41.879	5.999	6.981
13	41.986	6.998	6.000
14	42.123	7.002	6.016
15	42.152	7.789	5.412
16	42.321	7.586	5.579

Continuación.

17	41.897	7.256	5.774
18	41.356	8.021	5.156
19	41.987	5.478	7.665
20	41.963	7.568	5.545
21	41.789	6.999	5.971
22	41.689	6.978	5.974
23	41.788	7.689	5.435
24	41.987	6.989	6.008
25	41.393	6.978	5.932
26	41.965	7.365	5.698
27	41.999	7.009	5.992
28	42.001	6.987	6.011
29	42.006	7.365	5.703
30	41.098	5.986	6.866
Total	1257.110	210.665	181.635

Los gastos calculados ascienden a Q. 21,999.43.

5.2.5 Mes de octubre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de octubre fueron:

Tabla XI. Análisis de consumo de combustible para el mes de octubre

OCTUBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	41.986	5.489	7.649
2	41.876	7.412	5.650
3	41.235	8.989	4.587
4	42.003	5.370	7.822

Continuación.

5	41.986	7.584	5.536
6	41.568	7.231	5.749
7	41.987	6.490	6.469
8	41.598	6.589	6.313
9	41.759	8.456	4.938
10	40.989	7.001	5.855
11	40.968	6.012	6.814
12	40.687	5.999	6.782
13	41.003	6.998	5.859
14	41.089	7.002	5.868
15	41.130	7.789	5.281
16	42.000	7.586	5.537
17	41.987	7.256	5.787
18	40.982	8.021	5.109
19	40.963	5.478	7.478
20	41.065	7.568	5.426
21	41.079	6.999	5.869
22	40.876	6.978	5.858
23	40.586	7.689	5.278
24	40.789	6.989	5.836
25	41.393	6.978	5.932
26	40.986	7.365	5.565
27	40.689	7.009	5.805
28	41.365	6.987	5.920
29	41.652	7.365	5.655
30	41.232	5.986	6.888
31	41.092	7.658	5.366
Total	1280.600	218.323	184.483

Los gastos calculados ascienden a Q. 22,410.50.

4.2.6 Mes de noviembre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de noviembre fueron.

Tabla XII. Análisis de consumo de combustible para el mes de noviembre

NOVIEMBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	41.986	5.489	7.649
2	41.876	7.412	5.650
3	41.235	8.989	4.587
4	40.568	5.370	7.555
5	41.986	7.584	5.536
6	40.569	7.231	5.610
7	41.987	6.490	6.469
8	40.365	6.589	6.126
9	41.759	8.456	4.938
10	40.989	7.001	5.855
11	40.968	6.012	6.814
12	40.687	5.999	6.782
13	41.003	6.998	5.859
14	41.089	7.002	5.868
15	40.035	7.789	5.140
16	41.026	7.586	5.408
17	40.587	7.256	5.594
18	40.982	8.021	5.109
19	40.963	5.478	7.478
20	40.235	7.568	5.316
21	40.123	6.999	5.733
22	40.876	6.978	5.858
23	40.586	7.689	5.278

Continuación.

24	40.789	6.989	5.836
25	39.987	6.978	5.730
26	40.986	7.365	5.565
27	40.689	7.009	5.805
28	39.687	6.987	5.680
29	40.798	7.365	5.539
30	39.658	5.986	6.625
Total	1225.074	210.665	176.996

Los gastos calculados ascienden a Q. 21,438.80.

4.2.7 Mes de diciembre

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de diciembre fueron:

Tabla XIII. Análisis de consumo de combustible para el mes de diciembre

DICIEMBRE	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	40.365	5.489	7.354
2	39.879	7.412	5.380
3	40.235	8.989	4.476
4	39.658	5.370	7.385
5	39.562	7.584	5.217
6	40.123	7.231	5.549
7	40.000	6.490	6.163
8	40.156	6.589	6.094
9	39.989	8.456	4.729
10	39.997	7.001	5.713

Continuación.

11	40.326	6.012	6.708
12	41.035	5.999	6.840
13	40.598	6.998	5.801
14	40.231	7.002	5.746
15	39.687	7.789	5.095
16	39.856	7.586	5.254
17	39.587	7.256	5.456
18	39.235	8.021	4.892
19	38.987	5.478	7.117
20	38.979	7.568	5.151
21	39.456	6.999	5.637
22	40.263	6.978	5.770
23	39.658	7.689	5.158
24	39.247	6.989	5.616
25	39.987	6.978	5.730
26	40.236	7.365	5.463
27	40.689	7.009	5.805
28	39.687	6.987	5.680
29	38.756	7.365	5.262
30	38.977	5.986	6.511
31	39.568	6.891	5.742
Total	1235.009	217.556	178.495

Los gastos calculados ascienden a Q. 21,612.66.

4.2.8 Mes de enero

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de enero fueron.

Tabla XIV. Análisis de consumo de combustible para el mes de enero

ENERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	39.879	5.489	7.265
2	39.879	7.412	5.380
3	38.979	8.989	4.336
4	38.568	5.370	7.182
5	38.965	7.584	5.138
6	38.496	7.231	5.324
7	39.423	6.490	6.074
8	39.001	6.589	5.919
9	39.989	8.456	4.729
10	38.987	7.001	5.569
11	37.987	6.012	6.319
12	37.897	5.999	6.317
13	37.999	6.998	5.430
14	38.687	7.002	5.525
15	37.891	7.789	4.865
16	38.002	7.586	5.009
17	38.038	7.256	5.242
18	38.978	8.021	4.859
19	38.003	5.478	6.937
20	38.125	7.568	5.038
21	38.101	6.999	5.444
22	38.003	6.978	5.446
23	38.235	7.689	4.973
24	38.325	6.989	5.484
25	38.023	6.978	5.449
26	37.998	7.365	5.159
27	38.698	7.009	5.521
28	37.986	6.987	5.437
29	38.756	7.365	5.262
30	38.035	5.986	6.354

Continuación.

31	38.000	6.891	5.514
Total	1193.933	217.556	172.502

Los gastos calculados ascienden a Q. 20,893.83.

4.2.9 Mes de febrero

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de febrero fueron.

Tabla XV. Análisis de consumo de combustible para el mes de febrero

FEBRERO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	38.568	5.489	7.026
2	37.589	7.412	5.071
3	37.987	8.989	4.226
4	37.865	5.370	7.051
5	37.594	7.584	4.957
6	38.003	7.231	5.256
7	38.123	6.490	5.874
8	37.496	6.589	5.691
9	37.568	8.456	4.443
10	38.123	7.001	5.445
11	38.023	6.012	6.325
12	37.468	5.999	6.246
13	36.987	6.998	5.285
14	36.989	7.002	5.283
15	37.003	7.789	4.751
16	37.056	7.586	4.885
17	37.039	7.256	5.105

Continuación.

18	36.997	8.021	4.613
19	37.012	5.478	6.756
20	37.120	7.568	4.905
21	37.235	6.999	5.320
22	37.099	6.978	5.317
23	37.235	7.689	4.843
24	37.158	6.989	5.317
25	37.245	6.978	5.337
26	36.989	7.365	5.022
27	37.023	7.009	5.282
28	36.478	6.987	5.221
Total	1047.072	197.314	150.852

Los gastos calculados ascienden a Q. 18,323.76.

4.2.10 Mes de marzo

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de marzo fueron.

Tabla XVI. Análisis de consumo de combustible para el mes de marzo

MARZO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	33.996	5.489	6.193
2	33.989	7.412	4.586
3	34.657	8.989	3.855
4	33.099	5.370	6.164
5	34.035	7.584	4.488
6	33.987	7.231	4.700
7	33.687	6.490	5.191

Continuación.

8	33.245	6.589	5.046
9	33.598	8.456	3.973
10	33.248	7.001	4.749
11	33.598	6.012	5.588
12	34.024	5.999	5.672
13	33.997	6.998	4.858
14	34.752	7.002	4.963
15	33.587	7.789	4.312
16	34.096	7.586	4.495
17	34.967	7.256	4.819
18	33.987	8.021	4.237
19	33.234	5.478	6.067
20	34.002	7.568	4.493
21	34.120	6.999	4.875
22	33.265	6.978	4.767
23	34.875	7.689	4.536
24	33.789	6.989	4.835
25	33.697	6.978	4.829
26	32.068	7.365	4.354
27	33.697	7.009	4.808
28	33.603	6.987	4.809
29	33.875	5.978	5.667
30	33.257	6.387	5.207
31	33.687	7.569	4.451
Total	1047.718	217.248	151.586

Los gastos calculados ascienden a Q.18, 335.07.

4.2.11 Mes de abril

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de abril fueron.

Tabla XVII. Análisis de consumo de combustible para el mes de abril

ABRIL	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	33.996	5.489	6.193
2	32.568	7.412	4.394
3	33.002	8.989	3.671
4	32.987	5.370	6.143
5	32.687	7.584	4.310
6	32.598	7.231	4.508
7	32.698	6.490	5.038
8	32.663	6.589	4.957
9	32.458	8.456	3.838
10	32.698	7.001	4.670
11	32.875	6.012	5.468
12	32.569	5.999	5.429
13	32.547	6.998	4.651
14	32.501	7.002	4.642
15	32.524	7.789	4.176
16	32.654	7.586	4.305
17	33.025	7.256	4.551
18	32.691	8.021	4.076
19	33.234	5.478	6.067
20	32.675	7.568	4.318
21	33.096	6.999	4.729
22	33.001	6.978	4.729
23	33.032	7.689	4.296
24	32.584	6.989	4.662
25	32.547	6.978	4.664
26	32.068	7.365	4.354
27	32.369	7.009	4.618
28	32.458	6.987	4.645
29	32.754	5.978	5.479
30	32.581	6.387	5.101

Continuación.

Total	982.140	209.679	142.684
--------------	----------------	----------------	----------------

Los gastos calculados ascienden a Q. 17,187.45.

4.2.12 Mes de mayo

Los resultados obtenidos después del análisis de consumo de combustible para el mes de mayo fueron.

Tabla XVIII. Análisis de consumo de combustible para el mes de mayo

MAYO	GALONES	HORAS TRABAJADAS	GALONES/HORA
1	30.986	5.489	5.645
2	30.657	7.412	4.136
3	31.256	8.989	3.477
4	31.879	5.370	5.937
5	31.879	7.584	4.203
6	31.985	7.231	4.423
7	31.998	6.490	4.930
8	31.745	6.589	4.818
9	31.456	8.456	3.720
10	31.876	7.001	4.553
11	30.879	6.012	5.136
12	31.469	5.999	5.246
13	30.986	6.998	4.428
14	30.856	7.002	4.407
15	30.547	7.789	3.922
16	31.000	7.586	4.086
17	30.789	7.256	4.243
18	30.684	8.021	3.825

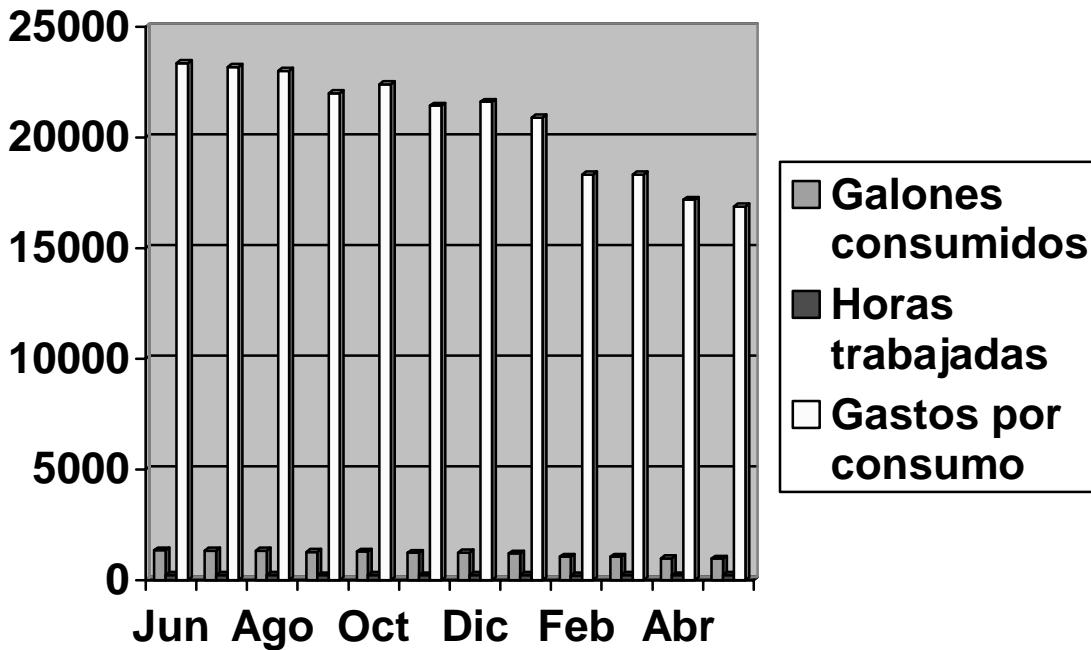
Continuación.

19	30.952	5.478	5.650
20	30.978	7.568	4.093
21	30.459	6.999	4.352
22	30.698	6.978	4.399
23	30.666	7.689	3.988
24	31.562	6.989	4.516
25	31.698	6.978	4.543
26	30.594	7.365	4.154
27	30.759	7.009	4.389
28	30.765	6.987	4.403
29	30.456	5.978	5.095
30	30.432	6.387	4.765
31	31.652	7.987	3.963
Total	964.598	217.666	139.446

Los gastos calculados ascienden a Q. 16,880.47.

La siguiente figura muestra la comparación de los diferentes meses que se analizó el consumo de combustible con la aplicación del programa de mantenimiento. Los gastos de combustibles son en quetzales.

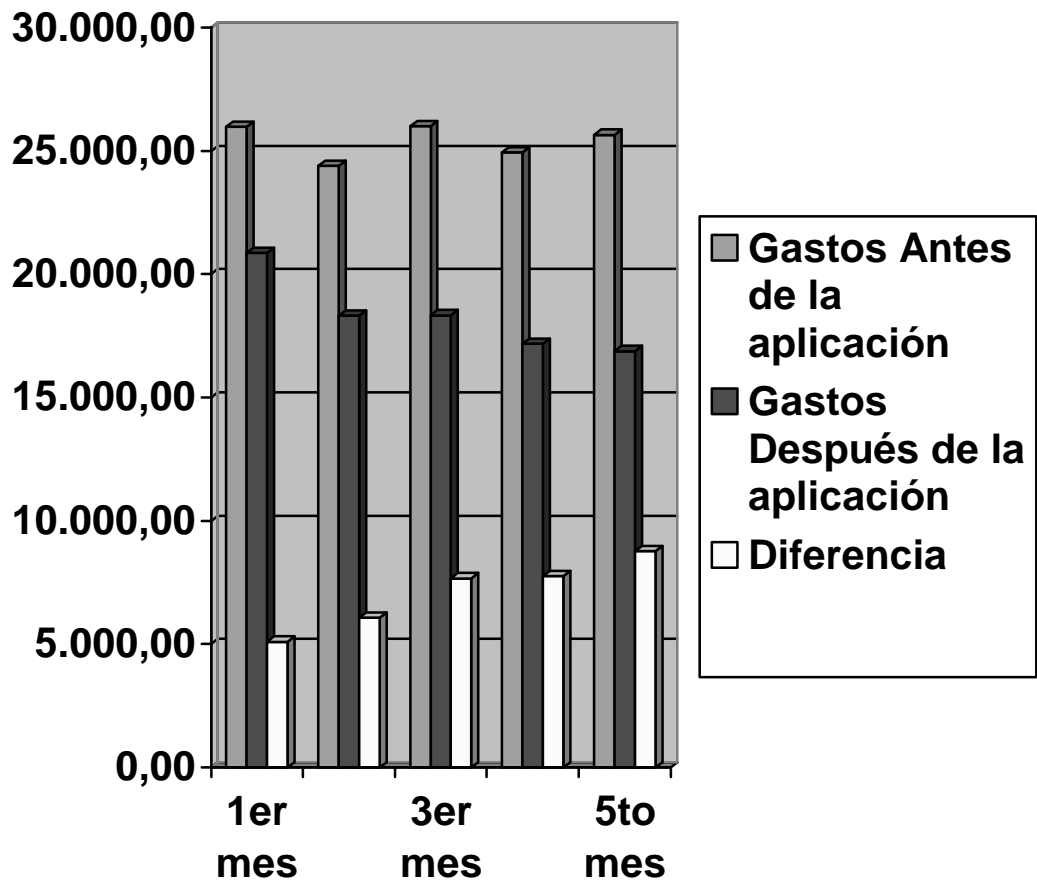
Figura 30. Comparación del consumo mensual de combustible, con la aplicación del programa de mantenimiento preventivo



4.3 Comparación del gasto mensual antes y después de la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo

Se hará la comparación entre los primeros cinco meses sin la aplicación del programa de mantenimiento y los últimos cinco meses ya con la aplicación del programa de mantenimiento.

Figura 31. Comparación de gastos mensuales antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo



Los gastos representados en la figura son en quetzales.

Tabla XIX. Costos por consumo de combustible antes de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo

Mes	Galones Consumidos	Costos por consumo de combustible
Enero	1,484.090	Q. 25,971.58
Febrero	1,384.464	Q. 24,403.12
Marzo	1,486.010	Q. 26,005.14
Abril	1,425.280	Q. 24,942.40
Mayo	1,465.690	Q. 25,649.56
Total	7,255.530	Q. 126,971.80

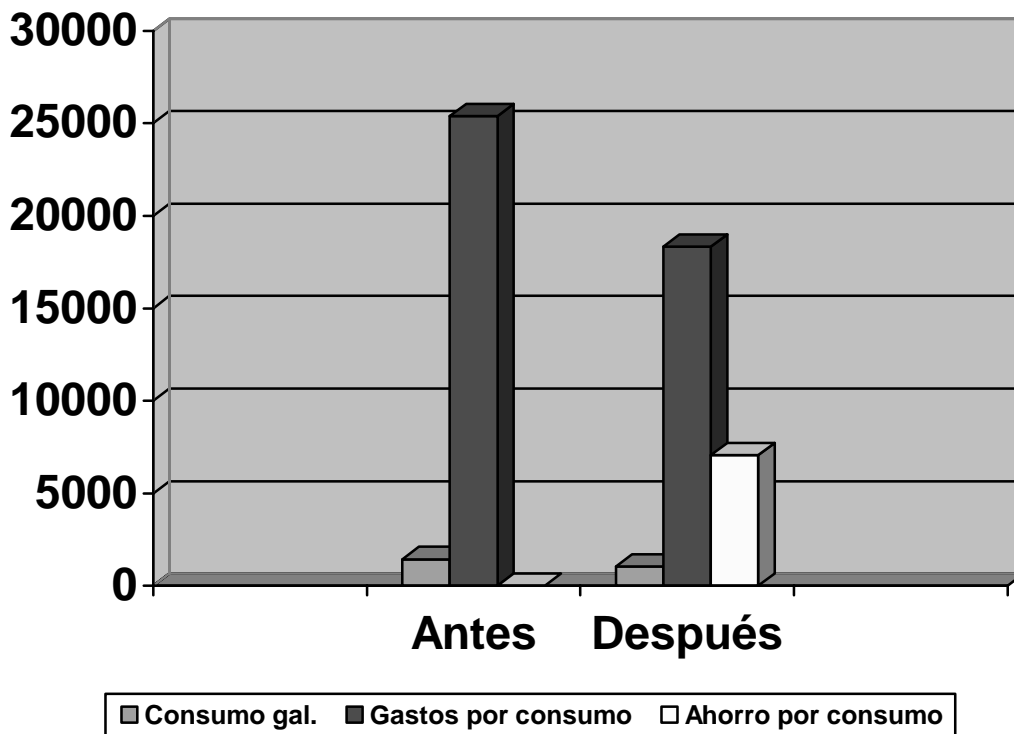
Al calcular el promedio del gasto mensual por consumo de combustible se obtuvo el siguiente resultado **Q. 25,394.36** esto durante los primeros cinco meses.

Tabla XX. Costos por consumo de combustible después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo

Mes	Galones consumidos	Costos por consumo de combustible
Enero	1,193.933	Q. 20,893.83
Febrero	1,047.072	Q. 18,323.76
Marzo	1,047.718	Q. 18,335.07
Abril	982.140	Q. 17,187.45
Mayo	964.598	Q. 16,880.47
Total	5,235.461	Q. 91,620.56

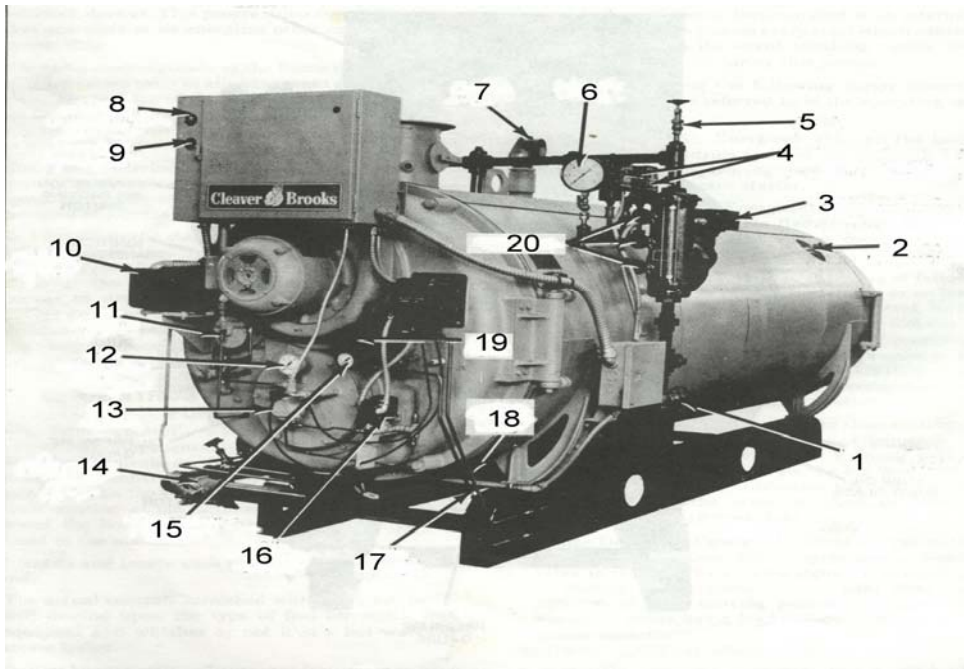
Al calcular el promedio del gasto mensual por consumo de combustible durante los últimos cinco meses después de la aplicación del programa se obtuvo el siguiente resultado **Q. 18,324.12**. Al realizar la comparación entre los dos promedios mensuales antes y después de la aplicación del programa de mantenimiento se observó una diferencia de **Q. 7,070.24**, lo cual representa un ahorro anual de **Q. 84,845.04**. La siguiente gráfica resume lo anterior.

Figura 32. Comparación de los promedios calculados tanto de consumo de combustible como de costos por consumo del mismo y el ahorro obtenido



ANEXOS

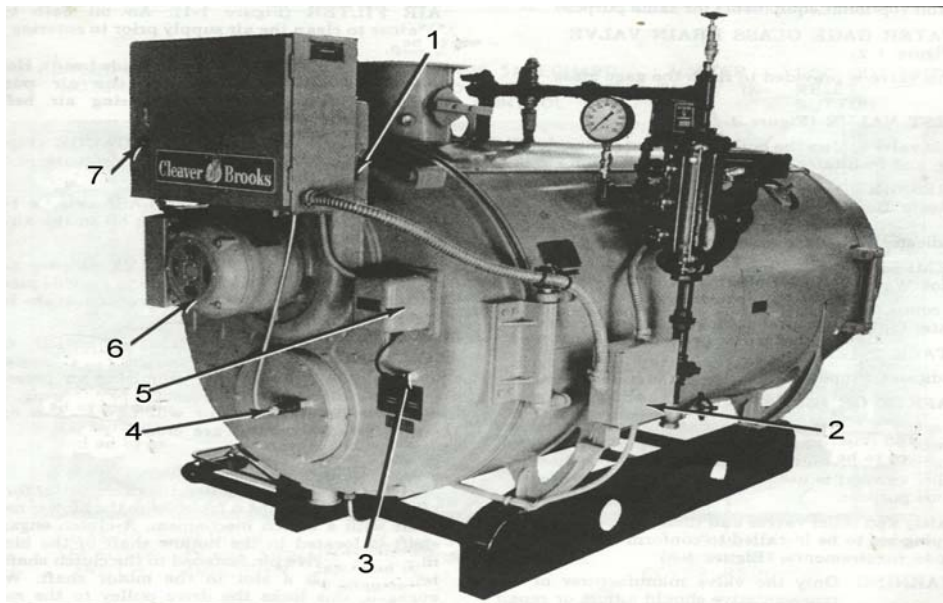
Figura 33. Cadera y partes principales



1. Válvula de drenaje de columna de agua
2. Compuerta manual
3. Guarda-nivel y cápsula de mercurio de control
4. Controles de presión. Nivel mínimo y máximo
5. Válvula de retención
6. Manómetro de presión de vapor
7. Válvula de seguridad
8. Switch del Damper
9. Switch de marcha y parada
10. Motor del Damper
11. Bomba de aire
12. Manómetro de presión del aire

- 13. Control de aceite
- 14. Válvula de mariposa del gas
- 15. Manómetro de presión de aceite
- 16. Válvula solenoide de aceite
- 17. Línea de retorno de aceite
- 18. Línea de aceite
- 19. Bomba de aceite
- 20. Indicadores de control de presión

Figura 34. Otras partes importantes de una caldera



- 1. Aire del Damper
- 2. Caja de entrada de energía eléctrica
- 3. Piloto de gas
- 4. Detector de flama
- 5. Transformador de ignición
- 6. Motor soplador
- 7. Switch de marcha y parada
(panel de control)

SANEAMIENTO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y OTRAS INSTITUCIONES

Generalidades

Las instituciones que pueden ser consideradas en un programa de saneamiento constan de recintos, edificios e instalaciones que les permitan prestar servicios para fines de salud, de educación y sociales a la comunidad. Se clasifican en: asistenciales, hospedajes, recreacionales y terminales de transporte (personas). Entre los aspectos comunes a estas instituciones, está la gran afluencia de público.

Esto, más los apreciables volúmenes de productos y desechos derivados de su funcionamiento crea riesgos de enfermedades asociadas al ambiente físico y deficiencias del saneamiento. La numerosa población que concurre y permanece en estas instituciones y sus importantes fines sociales, exige una cuidadosa planificación, diseño, construcciones, operación y mantenimiento de sus instalaciones y servicios, entre los cuales están los relacionados con el saneamiento:

- ✓ abastecimiento de agua y equipos para centrales de agua caliente y vapor;
- ✓ alcantarillado y sistema de aguas lluvias;
- ✓ almacenamiento, recolección y en ocasiones, tratamiento de residuos sólidos;
- ✓ control de insectos y roedores

Por cierto las instituciones necesitan permiso de parte de la autoridad de salud, previa a su construcción y funcionamiento y posteriormente habrán de ser objeto de vigilancia de sus condiciones de saneamiento.

Saneamiento de hospitales y establecimientos de salud

Condiciones ambientales e infecciones

Se espera que los establecimientos de salud tengan un ambiente que facilite una rápida recuperación del paciente. El descuido del saneamiento puede contribuir, junto con otros factores propios de la atención de salud, a la introducción de infecciones que demoren la recuperación, debiliten pacientes e incluso amenacen su vida. Se denominan infecciones intra hospitalarias (IIH) a cualquier infección, localizada o generalizada, que se presenta en un paciente hospitalizado o a consecuencia de la hospitalización. Debe entenderse que la IIH no se encuentre presente o en incubación al ingreso del paciente.

Elementos de saneamiento

Las prácticas higiénicas son de mucha importancia, tales como el lavado de manos con agua y jabón, lavado de ropas, esterilización de equipos, instrumentos y materiales; limpieza de pisos y superficies, que en el área donde se realizan cirugías y otros procedimientos requieren técnicas especiales. Los baños, cocinas y otros recintos deben ser limpiados de una manera cuidadosa y frecuente. A continuación se mencionan algunas de las condiciones de los sistemas de saneamiento en los establecimientos de salud:

➤ **El abastecimiento del agua potable**

Generalmente se obtiene de la red pública y el consumo medio diario se estima del orden de 700 a 1500 litros por día, por cama de hospital (lpd/cama) y 100 lpd/m² para consultorios y dispensarios. Para edificios de un piso que no cuentan con abastecimiento de agua continuo o de más pisos, debe construirse un estanque de agua que asegure presión hidráulica suficiente para los servicios sanitarios. Si acaso el servicio público de agua potable no cumple con las normas de calidad y de continuidad, corresponderá a los proyectistas adoptar las medidas para solucionar los problemas, ya sea adoptando un sistema de servicio propio, colocando dispositivos para filtrar y desinfectar el agua.

➤ **El alcantarillado**

Este deberá asegurar la evacuación de aguas servidas sin la sedimentación de materias putrescibles, en forma hermética a líquidos y gases. Respecto a los gases, todos los artefactos sanitarios tienen sello de agua y la instalación cuenta con ventilaciones ubicadas adecuadamente para impedir cualquier molestia en el interior del edificio, en sus accesos y vecindario. Las instalaciones de tuberías deben ser accesibles para revisión y limpieza en caso de obstrucciones o desperfectos.

A menos que se trate de un alcantarillado unitario, vale decir para agua negra y lluvias, éstas últimas deben ser conducidas a un colector separado especial para aguas lluvias o a un sistema de infiltración.

➤ Residuos médicos

A los residuos sólidos de hospitales y de otros establecimientos de salud se les puede denominar residuos médicos de acuerdo a terminología y enfoques propuestos por la OMS para países en desarrollo, cuyas características son:

- ✓ 85 % no peligrosos ni infecciosos;
- ✓ 10 % infecciosos;
- ✓ 5 % peligrosos.

Pueden clasificarse de un modo simplificado en cinco categorías:

1. Residuos generales (no peligrosos).
2. Corto punzantes (infectados o no).
3. Residuos infecciosos (además de los cortos punzantes infectados).
4. Residuos químicos y farmacéuticos.
5. Otros residuos peligrosos como: drogas cito-tóxicas, sustancias y equipos radiactivos y recipientes presurizados.

Los de clase 1 son similares a los domésticos y deben ser manejados del mismo modo. La generación de residuos en un hospital de países latinoamericanos es de 1 a 4.5 Kg./cama/día, recomendándose que se almacenen en un lugar de producción en forma separada, con identificación y envase adecuado a sus características (bolsas plásticas de colores y envases de plástico rígidos o metálico para los corto punzantes), retirándolos dos veces por día a lo menos.

Los residuos infecciosos necesitan tratamiento, antes de su disposición final. Para tratar los residuos infecciosos en hospitales que generan una cantidad menor de residuos, pueden ocuparse esterilizadores de vapor saturado, de preferencia solamente para este uso.

La OMS, teniendo presente las experiencias de saneamiento de instalaciones de salud en campamentos de refugiados o en áreas rurales, propone que en postas rurales se haga la incineración del material combustible de los residuos médicos, para reducir el volumen y proveer alguna desinfección. Después se procederá a un relleno sanitario con este material incinerado, más los elementos corto punzantes y otros residuos no combustibles. Hay que considerar que la incineración en estas condiciones difícilmente será capaz de quemar todos los residuos.

El incinerador debe estar bien ubicado respecto a la posta, viviendas y vientos reinantes, ya que es probable la generación de malos olores. El relleno sanitario ha de estar bien protegido por un cerco contra animales y personas que quisieran recuperar algún material. Es muy importante la cobertura diaria y la final. Las figuras 31 y 32 ilustran los procesos de tratamiento mencionados.

Figura 35. Incineración de residuos médicos en postas rurales

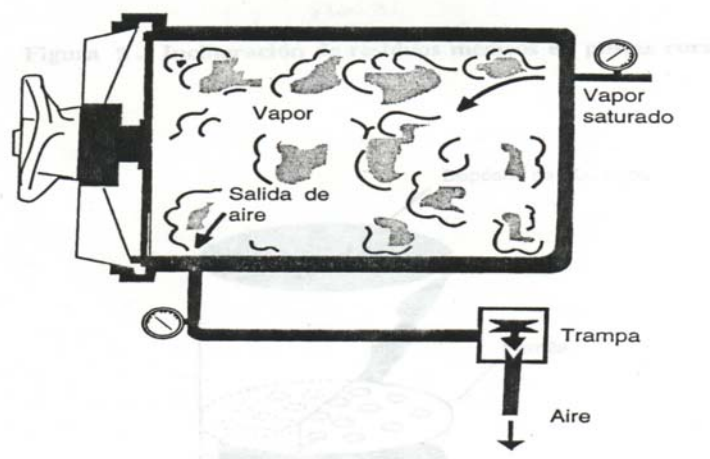
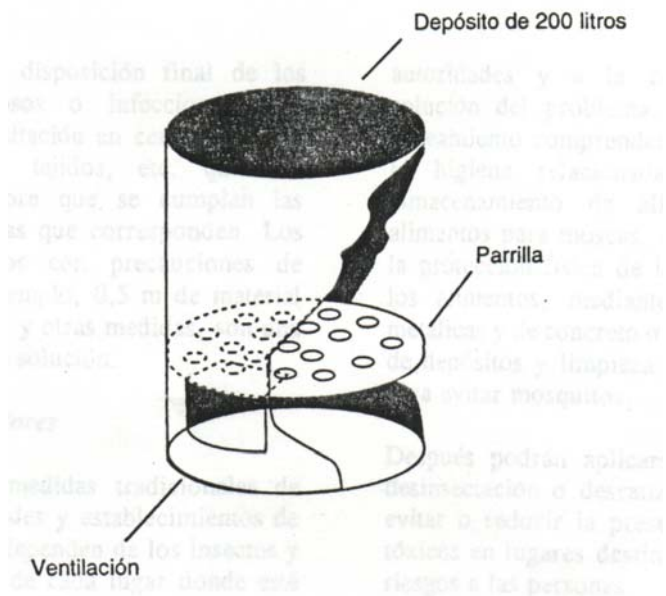


Figura 36. Relleno sanitario para residuos de postas rurales



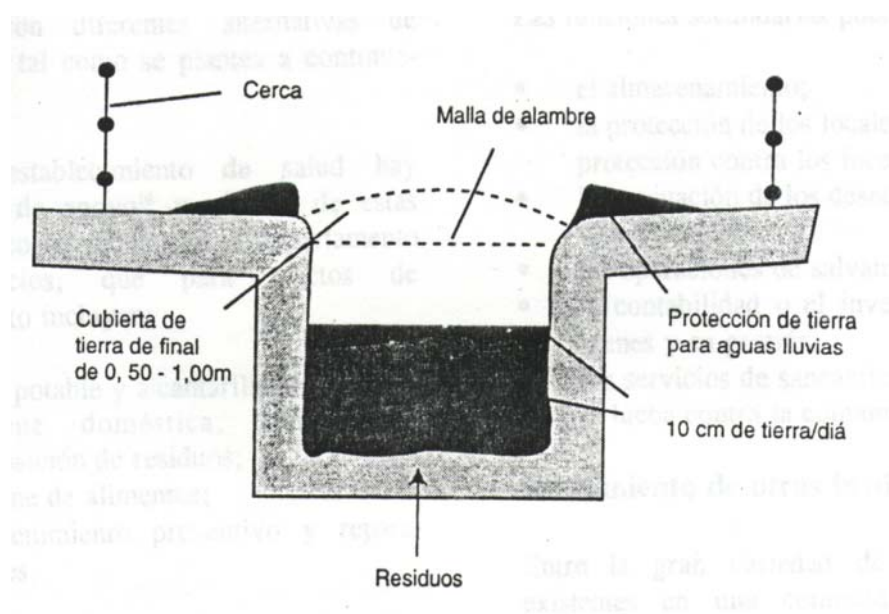
En cuanto a la disposición final de los residuos peligrosos o infecciosos, hay prácticas de sepultación en cementerios humanos, tejidos, etc, que son apropiados siempre que se cumplan las prácticas sanitarias que corresponden. Los rellenos sanitarios con precauciones de seguridad, por ejemplo, 0.5 de material de cobertura final y otras medidas, son una forma correcta de solución.

El control de vectores

Entre los factores que hay que tener presentes se incluyen la existencia de focos de proliferación de insectos y roedores. Las medidas de saneamiento comprenden, en primer lugar, la higiene relacionada con basuras y almacenamiento de desechos de alimentos, que son alimentos para moscas, cucarachas y ratas; la protección física de locales donde están los alimentos, mediante rejillas, láminas metálicas y de concreto o albañilería; control de depósitos y limpieza de cursos de agua para evitar mosquitos.

Después podrán aplicarse tratamientos de desinsectación o desratización, procurando evitar o reducir la presencia de productos tóxicos en lugares destinados a alimentos y riesgos al personal encargado del manejo de los alimentos. La figura 33 muestra la forma de aplicación de un vector.

Figura 37. Aplicación de un vector en el control de plagas



CONCLUSIONES

1. La correcta aplicación del programa de mantenimiento preventivo garantizará un ahorro anual de Q 84,842.88 en relación al ahorro en consumo de combustible, energía eléctrica, compra de repuestos y suministros, tomando en cuenta los gastos que éste representa, mantendrá un funcionamiento que cumple con los estándares de operación requeridos para este tipo de calderas, eliminando fugas de vapor y evitando en lo posible la eliminación de gases dañinos a la atmósfera y además despertará en los operarios un ambiente de trabajo agradable y motivador.
2. El programa de mantenimiento propuesto, propone soluciones inmediatas a las fallas más comunes en el área de calderas.
3. La correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento evitará problemas comunes, paradas y reparaciones innecesarias del equipo.
4. La elaboración de un inventario completo constituye un instrumento único para recabar toda la información acerca del equipo, herramienta y accesorios existentes. En caso de una tarea asignada se sabrá dónde se encuentran las herramientas necesarias, además de la existencia de accesorios y repuestos.

RECOMENDACIONES

Al personal administrativo

1. Cooperar con el departamento de mantenimiento, autorizando la compra de materiales y accesorios aunque no están contemplados dentro del presupuesto mensual.
2. Autorizar la capacitación constante que ofrecen las diferentes compañías, a todo el personal de mantenimiento.
3. Establecer junto con los departamentos de mantenimiento y contabilidad, un presupuesto mensual adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento.

Al personal de mantenimiento

1. Realizar las rutinas programadas siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere, si surge alguna duda, consultarla con el encargado de mantenimiento.
2. Utilizar el equipo de protección personal, siguiendo las recomendaciones del encargado de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carranza Guzmán, Lenin Rafael. Programa de operación y mantenimiento de extrusoras, para la manufactura de bobina plástica a base de polietileno. Tesis Ing. Mecánico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2004. 113pp.
2. Cleaver-Brooks. **Manual de operación y servicio**. USA. 1989.
3. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Curso de Calderas**. Guatemala 2000. 142pp.
4. Morrow, L. C. **Manual de mantenimiento industrial**. México. Cía. Editorial continental, S.A. de C.V. 572pp.
5. Severns, W. H. **Energía mediante vapor, aire y gas**. Segunda Edición. México Distrito Federal, Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V. 1988.
6. Shield, Carl D. **Calderas Piro-tubulares**. Segunda Edición. México Distrito Federal, Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V. 1991.