



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**



COORDINACIÓN DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

CURSO “CUIDADO E INSTALACIÓN DE CALDERAS”

***Ing. Gil Zárate Aguilar
19 al 23 de octubre de 1998.***

Hgc/JVR/AMB

42p

DIPLOMADO EN INGENIERÍA DE CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN

MODULO III INGENIERÍA DE SOPORTES A CALDERAS

TEMA 2: CUIDADO DE CALDERAS.

Contenido:

- a) Procedimiento para la puesta en marcha de calderas.**
- b) Precauciones durante el proceso de arranque.**
- c) Indicadores importantes en la operación de calderas.**
- d) Recomendaciones para el cuidado de las calderas.**

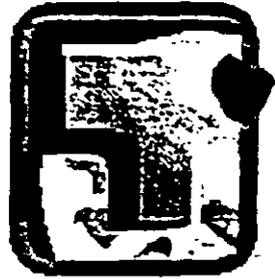
Antes de iniciar el desarrollo del tema, les quiero mostrar a través de diapositivas, lo que le sucede a las calderas al no tener cuidado en su operación y/o mantenimiento.

Vamos a dar inicio a nuestro tema, considerando que tenemos instalada una caldera nueva tipo tubos de fuego y que ya fue probada en fábrica. Además que tiene su equipo auxiliar completo y que durante su montaje e instalación, se cumplió con los siguientes requisitos:

Requisitos legales. Actualmente se tiene la norma oficial mexicana NOM-122-STPS-1996. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor ó calderas que operen en los centros de trabajo.

Puntos a considerar:

- 1.- Tener por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de la caldera, sus accesorios y dispositivos.
- 2.- La caldera debe ser instalada en lugares en donde los riesgos sean mínimos.



DIPLOMADO EN INGENIERÍA DE CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN

MÓDULO II INGENIERÍA DE SOPORTE A CALDERAS

TEMA : CUIDADO DE CALDERAS
CONTENIDO:

- A) PROCEDIMIENTOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE CALDERAS
- B) PRECAUCIONES DURANTE EL PROCESO DE ARRANQUE
- C) INDICADORES IMPORTANTES EN LA OPERACIÓN DE CALDERAS
- D) RECOMENDACIONES PARA EL CUIDADO DE CALDERAS

DEC



3.- La caldera se encuentre en piso firme y nivelado capaz de soportar el peso muerto de la misma.

4.- El equipo debe de estar libre de impactos, con suficiente ventilación. Para una ventilación adecuada, el cuarto de calderas deberá estar provisto de áreas de escape de aire caliente en la parte superior del cuarto de calderas, y de áreas para la admisión de aire fresco, necesario para ventilación del mismo y para la combustión.

5.- Debe contar con iluminación general y complementaria:

En caldera 60 Luxes como mínimo.

En quemador 100 Luxes como mínimo.

En cabezal de vapor 60 Luxes como mínimo.

Área de manómetros 100 Luxes como mínimo.

6.- Espacio mínimo de 1.5 m entre el techo y la parte más alta de la caldera.

7.- Espacio mínimo de 1.0 m alrededor de la caldera.

Requisitos técnicos del equipo.

1.- Tener espacio suficiente ya sea por la parte delantera o trasera, para poder cambiar los tubos flux.

2.- Es necesario que el cuarto de calderas cuente con un sistema de drenaje, con registros en: centro de la caldera, en la zona del equipo suavizador y en las trincheras en caso de que existan.

3.- Para la descarga de las purgas, se recomienda un tanque separador centrífugo o una fosa de purgas.

4.- Dentro del tablero de la caldera tener una copia del diagrama eléctrico de la misma.

REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN

La Instalación comprende:

1.- Sistema de alimentación de agua.

1.1.- Toma de agua a una presión de 2 a 3 Kg/cm² (ver manómetro)

1.2.- Equipo suavizador de agua (simple o doble)

1.3.- Tanque de condensados con sus accesorios y altura adecuada, para producir así una carga positiva en la succión de la bomba y evitar la evaporación del agua al funcionar ésta. Se sugieren las siguientes

alturas del tanque de condensados con respecto a la línea de centros de la bomba, cuando la temperatura del agua exceda a 82°C (180°F).

Temperatura en °C	Altura en m.
82 a 93	1.80 o más
93 a 96	2.40 o más
96 a 100	3.90 o más

1.4.- Bomba de alimentación de agua. La conexión entre el tanque de condensados y la bomba, deberá ser de por lo menos el mismo diámetro de succión de la bomba, teniendo un filtro lo mas cercano a ésta y una válvula tipo compuerta.

1.5.- Tubería de alimentación de agua desde la bomba hasta la toma de la caldera conservando el mismo diámetro de descarga de la bomba; Además debe contar con una válvula tipo globo lo mas cercano a la caldera y junto a ésta una o dos válvulas de retención.

2.- Sistema de alimentación de combustible.

2.1.- Utilizando combustóleo.

2.1.1.- Tanque(s) de almacenamiento general. Su instalación se rige por la norma oficial mexicana NOM-005-STPS-1993

2.1.2.- Bomba de trasiego. Tubería aislada con la tubería que conduce el vapor para el precalentador del tanque de combustóleo.

2.1.3.- Tanque de día.

2.1.4.- Bomba de alimentación de combustible al quemador de la caldera, incluye filtro en la succión y válvulas de control manual.

2.1.5.- Precalentador de vapor y eléctrico (pueden estar separados o en una sola pieza), con accesorios y controles para el control automático del vapor y de la temperatura la cual se eleva a 93°C, esta temperatura puede variar dependiendo del tipo de quemador.

2.1.6.- Línea de atomización, dependiendo del fabricante de la caldera, ésta puede ser con aire o vapor.

2.1.7.- Se utiliza piloto de gas L.P. o natural.

2.2.- Utilizando gas natural. (Las instalaciones de gas natural se rigen por la norma oficial mexicana NOM-SECRE-002-1997).

2.2.1.- En la caseta que esta dentro de las instalaciones de la empresa se regula el gasto y la presión requerida; Se conduce hasta el cuarto de calderas.

2.2.2.- Dentro del cuarto de calderas, se tiene: Una válvula de corte manual, un manómetro de rango adecuado y un regulador que nos baja la presión del gas a la requerida por el quemador.

2.2.3.- Después del regulador esta el tren principal de gas y el quemador.

2.2.4.- Se utiliza piloto de gas natural.

2.3.- Utilizando gas L.P. (Las instalaciones de gas L.P. se rigen por el proyecto de norma oficial mexicana NOM-069-SCFI-1994)

2.3.1.- Tanque(s) de almacenamiento.

2.3.2.- Vaporizador(es) con su tanque trampa. (Si son necesarios)

2.3.3.- Banco de regulación. Se baja la presión del gas L.P. normalmente a 1.5 Kg/cm².

2.3.4.- Se conduce el gas L.P. a la presión mencionada hasta dentro del cuarto de calderas.

2.3.5.- Dentro del cuarto de calderas se tiene un segundo regulador llamado de 2a. Etapa que baja la presión del gas L.P. a la requerida por el quemador de la caldera.

2.3.6.- Antes del regulador mencionado, se encuentra instalada una válvula de corte manual, un filtro y un manómetro de rango adecuado.

2.3.7.- Después del regulador de 2a. Etapa, se encuentra el tren principal de gas L.P. y el quemador de la caldera.

2.3.8.- Se utiliza piloto de gas L.P.

2.4.- Utilizando diesel o gasóleo.

2.4.1.- Tanque(s) de almacenamiento general. Su instalación se rige por la norma oficial mexicana NOM-005-STPS-1993.

2.4.2.- Bomba de alimentación de combustible al quemador. Entre la bomba y el tanque va instalada una válvula de corte manual y un filtro; A la descarga de la bomba va un manómetro de rango adecuado y dependiendo del tamaño y tipo de quemador va una válvula de alivio con línea de retorno de combustible.

2.4.3.- Dependiendo del fabricante y del tamaño del quemador; Se puede atomizar mecánicamente, con aire o vapor.

2.4.4.- Dependiendo del tamaño del quemador puede llevar piloto de gas L.P. o de diesel.

3.- Sistema de salida de gases.

3.1.- Termómetro de 100 a 500°C con carátula del diámetro adecuado.

3.2.- Chimenea del mismo diámetro al de la caldera y altura adecuada.

3.3.- Puertos de muestreo de acuerdo al instructivo CCAT-FF-001 de la SEDESOL.

3.4.- Plataforma (si es necesario).

4.- Sistema de purgas.

4.1.- La(s) purga(s) de fondo deben contar con una válvula de cierre lento tipo " Y " , y una válvula de cierre rápido seleccionadas a la presión adecuada. Instaladas en el orden descrito a partir de la salida de la caldera.

4.2.- En la purga de la columna de nivel, va una válvula tipo globo seleccionada a la presión adecuada.

4.3.- Las descargas de la purga del cristal de nivel y la purga del tren de controles, se pueden unir y conectarse en la tubería de descarga de la columna de nivel.

4.4.- La descarga de la purga de la columna de nivel, se puede unir a la descarga de la(s) purga(s) de fondo.

4.5.- La descarga de la(s) purga(s) de fondo, va a una fosa o a un tanque separador centrifugo.

5.- Sistema de energía eléctrica.

5.1.- Para el correcto funcionamiento del equipo eléctrico, es conveniente que el voltaje se mantenga lo más constante posible. Esto es de vital importancia para el circuito de control, el cual no admite variaciones en + o - 10% de los 110 volts nominales.

5.2.- Para el correcto funcionamiento y protección del control programador, se utiliza un transformador tipo seco de ½ KVA de 220 o 440 V a 110 V.

5.3.- Todos los motores deben estar protegidos con arrancadores magnéticos.

6.- Sistema de vapor

6.1.- Inmediatamente después de la salida de vapor de la caldera, va una válvula tipo globo seleccionada para la presión adecuada. Toda tubería de vapor deberá estar debidamente aislada y dependiendo de su longitud tendrá juntas de expansión.

6.2.- En sistemas intercomunicados de vapor con igual presión de trabajo, se deben instalar válvulas de retención a la salida de cada caldera y cuando haya diferentes presiones instalarlas en las calderas de baja presión.

6.3.- Si se utiliza cabezal de vapor, deberá de contar con: Válvula de seguridad, manómetro de rango adecuado, trampa de vapor con descarga al tanque de condensados. Además estará aislado.

6.4.- La descarga de la(s) válvula(s) de seguridad serán independientes y deben soportarse en una forma tal que evite cualquier esfuerzo sobre la(s) válvula(s). [Figura No.1]

Antes de iniciar el proceso de arranque se recomienda, destapar la caldera por ambos lados y realizar una prueba hidrostática a la presión de diseño, además revisar los refractarios para verificar que no sufrieron ningún daño durante el transporte y montaje de la misma.

A continuación, veremos como se realiza una prueba hidrostática de acuerdo a la sección No. I del código ASME.

PROCEDIMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE CALDERAS Y PRECAUCIONES DURANTE EL PROCESO DE ARRANQUE

- 1) Realizar una inspección ocular a todo el exterior de la caldera, para verificar que no haya sufrido algún daño en su cuerpo o en alguno de sus controles y accesorios, durante el transporte y montaje.

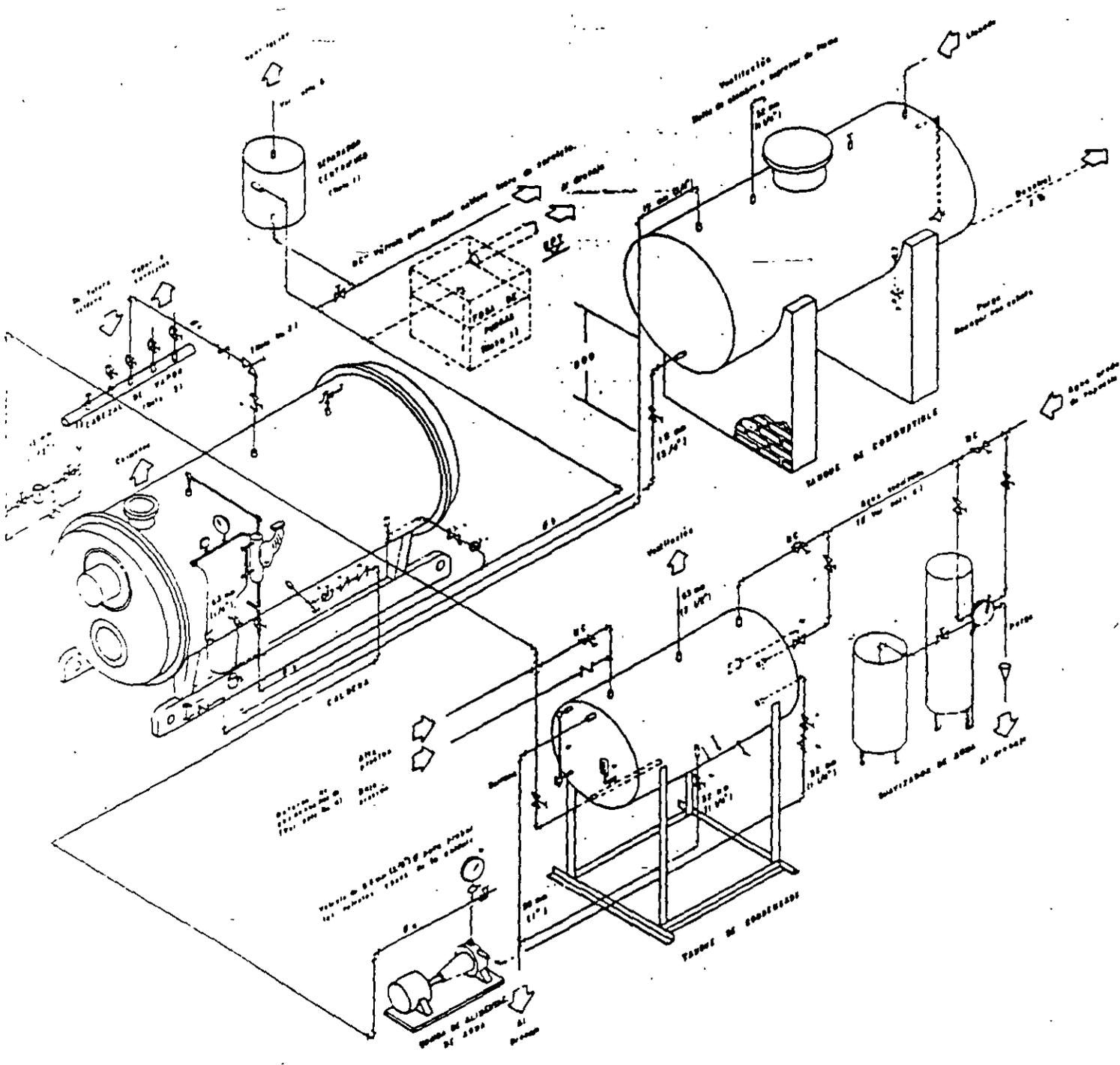
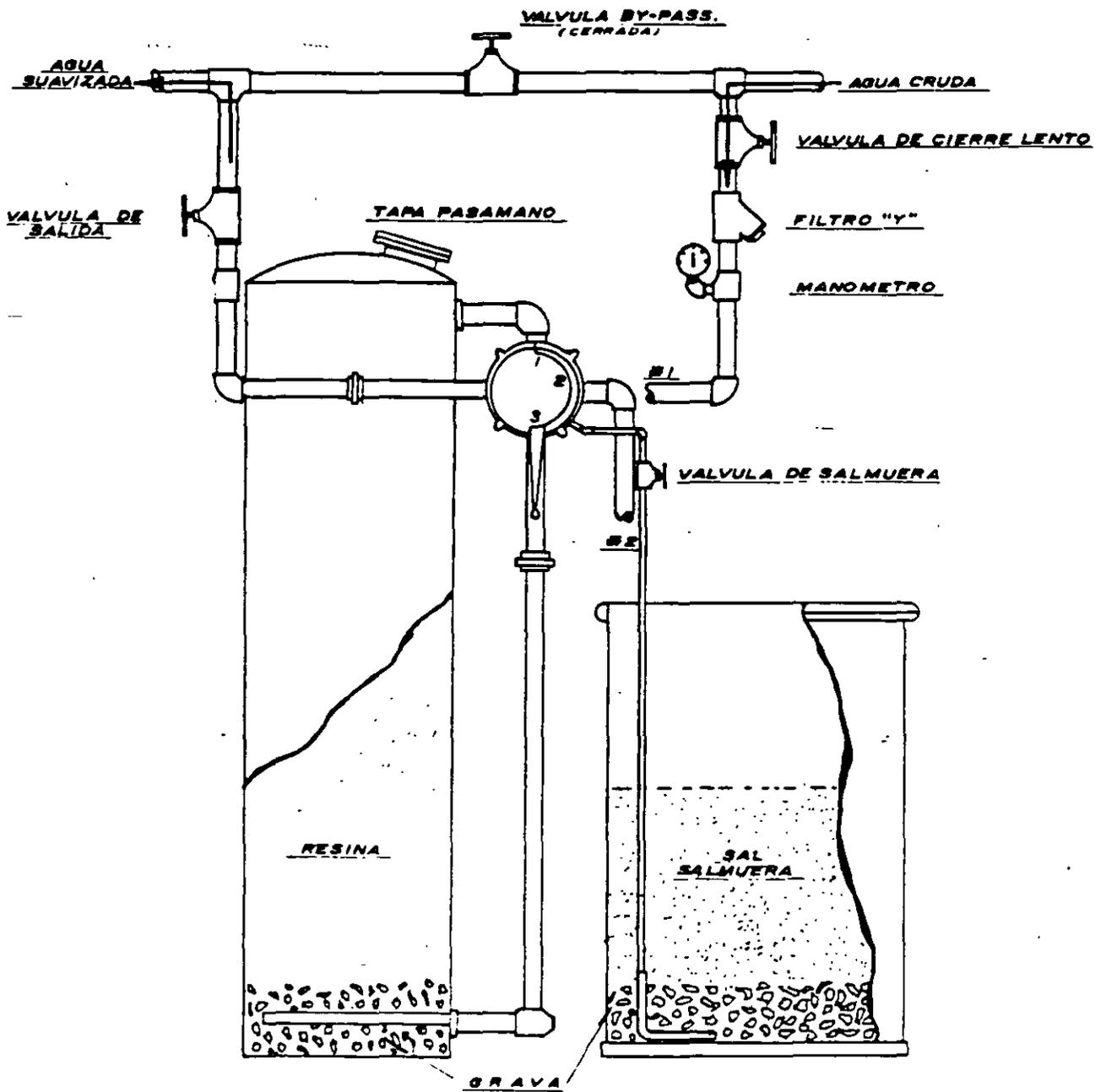


FIGURA 1

- 2) Revisar que haya energía eléctrica en el tablero de control de la caldera y en el arrancador de la bomba de agua (voltaje adecuado).
- 3) Revisar que el acoplamiento entre el motor y la bomba de agua se encuentre debidamente alineado.
- 4) Revisar el sentido de la rotación del ventilador, bomba de agua y en su caso de la bomba de combustible que sea el adecuado.
- 5) Revisar que el tanque de condensados tenga agua y que este al nivel adecuado.
- 6) Revisar que todas las válvulas de alimentación de agua estén abiertas, retirar el manómetro en la descarga de la bomba para verificar que circula el agua y eliminar el aire que había en la tubería tanto de succión como de descarga. Cuando salga agua sin burbujas colocar de nuevo el manómetro.
- 7) Revisar que la presión de agua a la entrada del equipo suavizador sea la adecuada (2 a 3 Kg/cm²) [figuras 2,3 y 4].
- 8) Abrir la válvula de venteo de la caldera.
- 9) Revisar que las válvulas de purga de fondo, purga de columna de nivel, purga del cristal de nivel, purga del tren de controles, salida principal de vapor y purga de superficie (si cuenta con ella), estén cerradas.
- 10) Retirar la tapa del control principal de nivel, revisar que no este obstruido el flotador y que las cápsulas de mercurio estén en buen estado y en su lugar.
- 11) Verificar que los grifos de prueba del control principal de nivel estén cerrados.
- 12) Verificar que las válvulas del cristal de nivel estén abiertas.
- 13) Revisar que el control de presión límite y el control de presión modulante estén ajustados a la presión que va trabajar la caldera, así como su diferencial.



*1: La entrada de agua dura a la vólvula de puertos múltiples es por la parte trasera de la misma.

*2: Purga o drenaje.

FIGURA 2

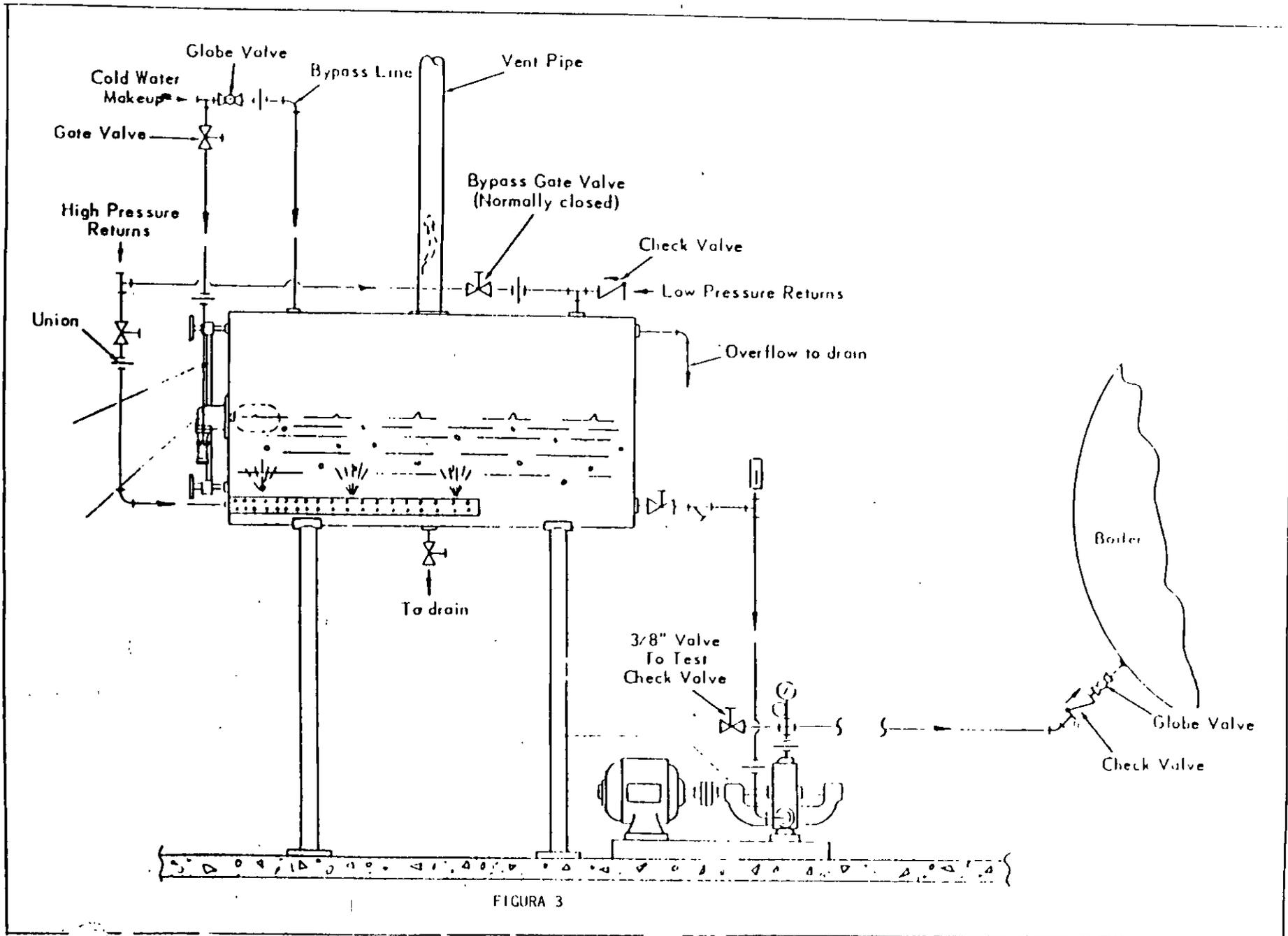


FIGURA 3

**CONDICIÓN DEL AGUA DENTRO DE LA CALDERA CUYA
PRESIÓN DE OPERACIÓN SEA MENOR DE 21 Kg/cm²**

	VALOR ACEPTABLE	VALOR LÍMITE
Sólidos totales disueltos	800 p.p.m.	2,000 p.p.m.
Alcalinidad total	150 p.p.m.	700 p.p.m.
Dureza	0 p.p.m.	0 p.p.m.
Sólidos en suspensión	30 p.p.m.	125 p.p.m.
Sílice	80 p.p.m.	325 p.p.m.
Aceite, materia orgánica, etc.	2 p.p.m.	7 p.p.m.
Oxígeno	10-20 p.p.m	70 p.p.m.
Bióxido de Carbono	10-20 p.p.m.	70 p.p.m.
PH	9.3	10.5

FIGURA 4

- 14) Revisar en la placa de la(s) válvula(s) de seguridad la presión a la cual esta calibrada. Ésta debe ser mayor a la presión de trabajo pero no mas que la presión de diseño.
- 15) Revisar el electrodo de ignición que no se haya dañado durante el transporte y montaje de la caldera.
- 16) Verificar que el voltaje que está recibiendo el motor modutrol sea el adecuado (24 V).
- 17) Arrancar la bomba de alimentación de agua colocando el selector de tres posiciones, en automático, verificando el amperaje del motor.
- 18) Verificar que la bomba esta inyectando agua dentro de la caldera, sintiendo el paso en la tubería de descarga de la misma. También se puede verificar tocando la descarga de la válvula de venteo o escuchar el ruido que produce el aire al salir de la caldera.
- 19) Revisar la tubería y conexiones del agua de alimentación para corregir posibles fugas.
- 20) Observar en la mirilla de cristal, el nivel del agua dentro de la caldera y marcar el nivel cuando se pare la bomba automáticamente. Este nivel normalmente es de 63 mm medido a partir de su base.
- 21) Purgar la caldera por el fondo, marcar en la mirilla de cristal, el nivel donde arranca la bomba automáticamente. Aproximadamente es de 44 mm medido a partir de su base.
- 22) Colocar el selector de la bomba de agua en la posición de apagado y seguir purgando la caldera por el fondo, marcar en la mirilla de cristal, el nivel de corte del quemador (actúa una alarma auditiva). Aproximadamente es de 38mm medido a partir de su base [figura 5].
- 23) Verificar que el control de baja presión de aire para la combustión este ajustado a la presión requerida y que funcione correctamente.

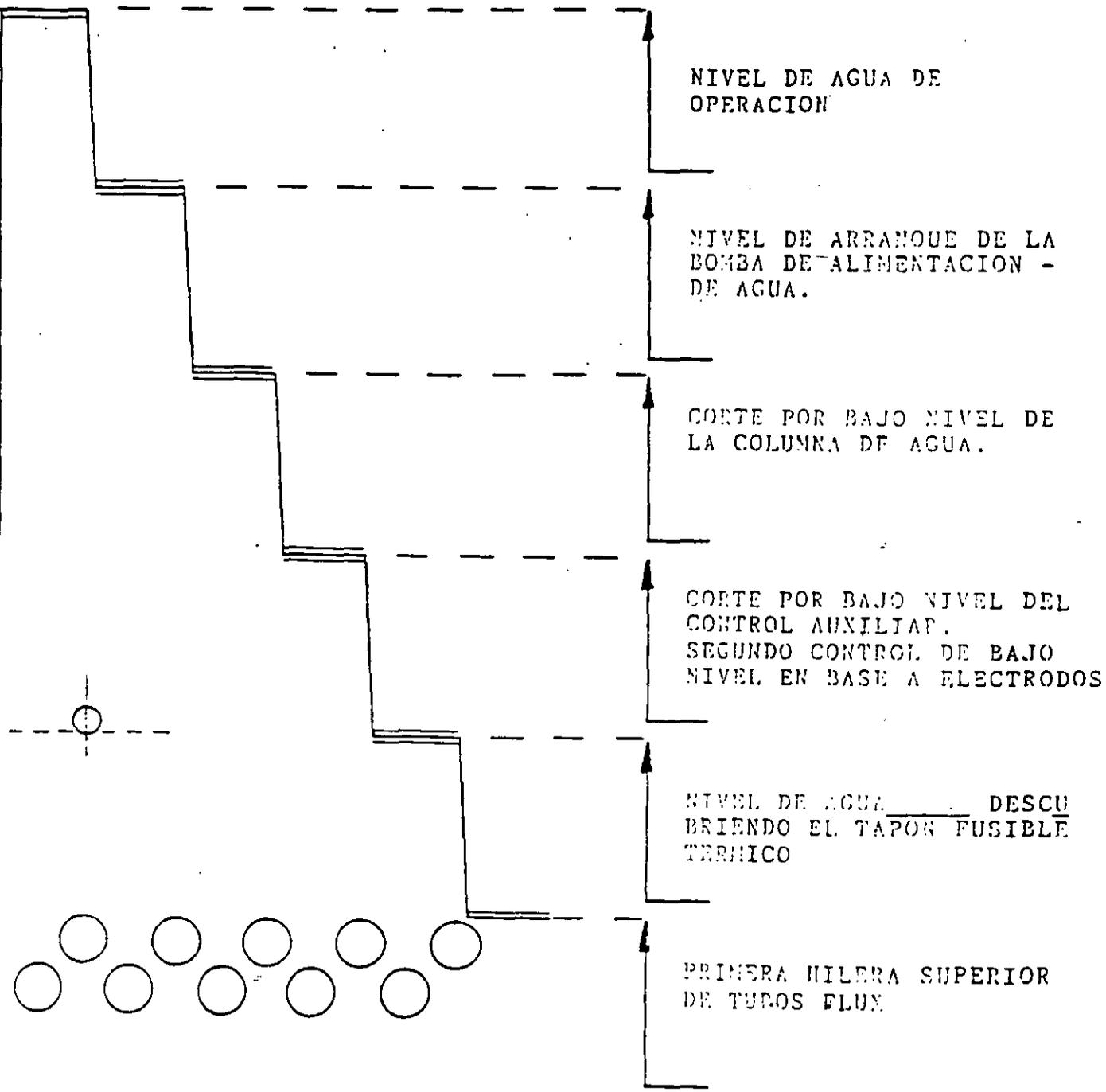


FIGURA 5

24) De acuerdo al tipo de combustible, revisar que no estén bloqueados los controles eléctricos de seguridad con que cuenta la caldera.

A.- Utilizando gas natural o L.P.

- Control por baja presión de gas.
- Control por alta presión de gas [figura 6].

B.- Utilizando combustóleo.

- Microswitch de arranque.
- Control por baja presión de aire para atomización.
- Control por baja presión de combustible.
- Control por baja temperatura de combustible.
- Control por alta temperatura de combustible.

C.- Utilizando diesel o gasóleo.

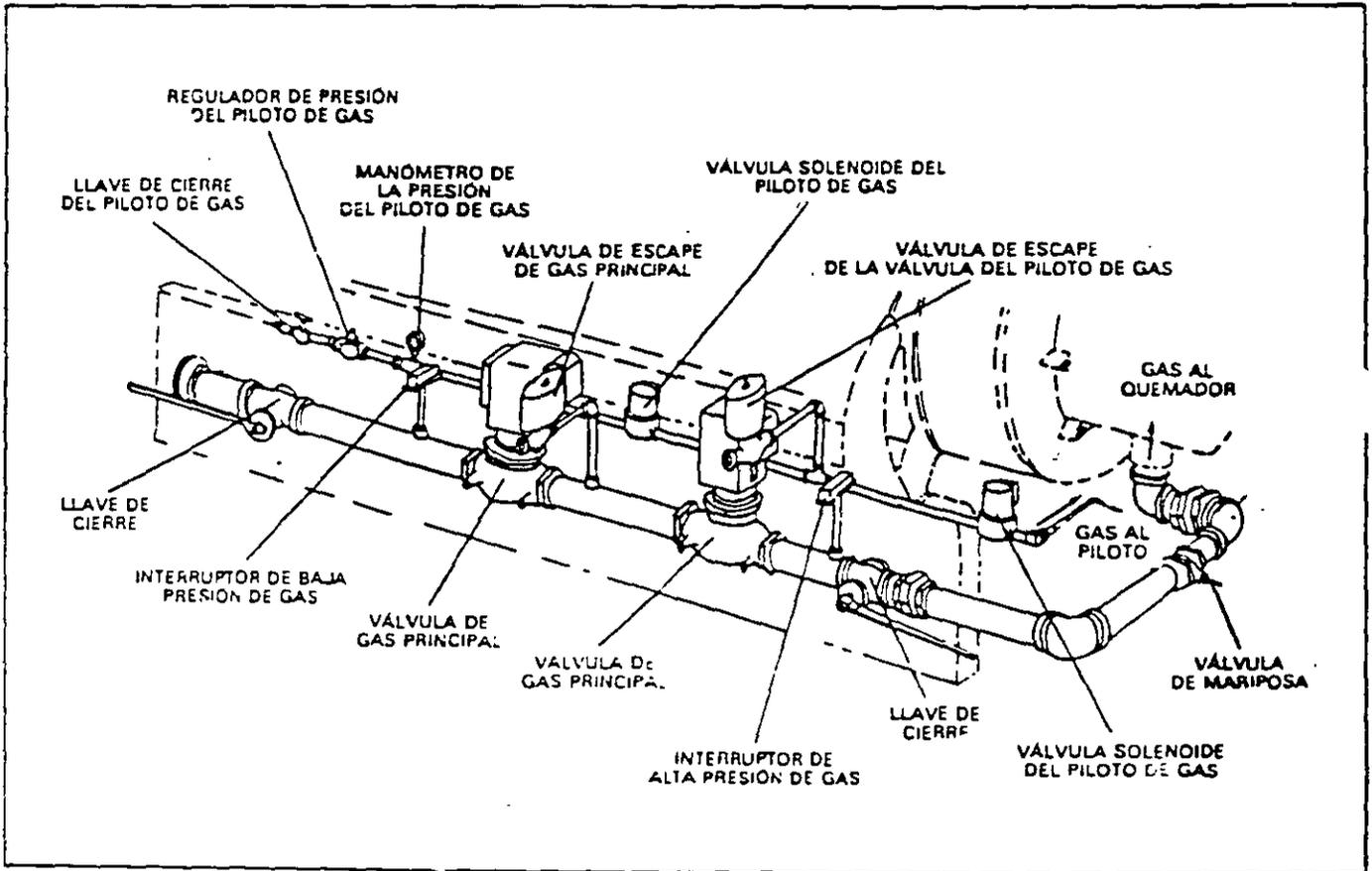
- Microswitch de arranque.
- Control por baja presión de aire para atomización.
- Control por baja presión de combustible.

25) Abrir todas las válvulas manuales de alimentación de combustible desde el tanque de almacenamiento hasta el quemador de la caldera.

26) Si se utiliza retorno de combustible, también abrir todas las válvulas.

27) Abrir la válvula manual que alimenta el gas al piloto, verificar la presión la cual debe ser de 5 a 10 pulgadas columna de agua.

28) Cuando se utiliza combustóleo, en algunas calderas el arranque en frío se hace con diesel y se atomiza con aire; Ya que se tiene vapor a 3 Kg/cm^2 , se abren todas las válvulas manuales que controlan el paso de vapor a: tanque de almacenamiento general y tanque de día, al llegar a las temperaturas recomendadas (30° C en el tanque de almacenamiento general y 60° C en el tanque de día), se arranca la bomba de trasiego para circular el combustóleo entre el tanque general y el de día.



CONJUNTO BÁSICO DEL GAS

FIGURA 6

Se apaga la caldera y se abren las válvulas del combustible que hay entre el tanque de día y el quemador, se cierran las válvulas del diesel.

Se arranca la bomba de alimentación de combustible para circular el combustible entre el tanque de día y el quemador, se abre la válvula que controla el paso del vapor al precalentador y se enciende el precalentador eléctrico para elevar la temperatura del combustible a 93° C y pueda funcionar el quemador. Algunas calderas atomizan con vapor en este momento se hace el cambio.

29) En las calderas que utilizan combustibles líquidos y que tienen línea de retorno, se puede poner a funcionar la bomba de combustible para revisar y ajustar las presiones requeridas por el quemador de la caldera.

Presión de combustible líquido recomendada en operación de alta alimentación, utilizando atomización con aire o vapor:

Presión de abastecimiento: 5.0 Kg/cm²

Presión de entrada al quemador: 2.5 a 3.5 Kg/cm²

Presión de retorno: Aprox. 1.0 Kg/cm² de diferencia con respecto a la presión de entrada.

Presión de atomización con aire:

Sin flujo de combustible la presión mínima es de 0.5 Kg/cm²

Con combustible en fuego bajo sube a 0.80 Kg/cm²

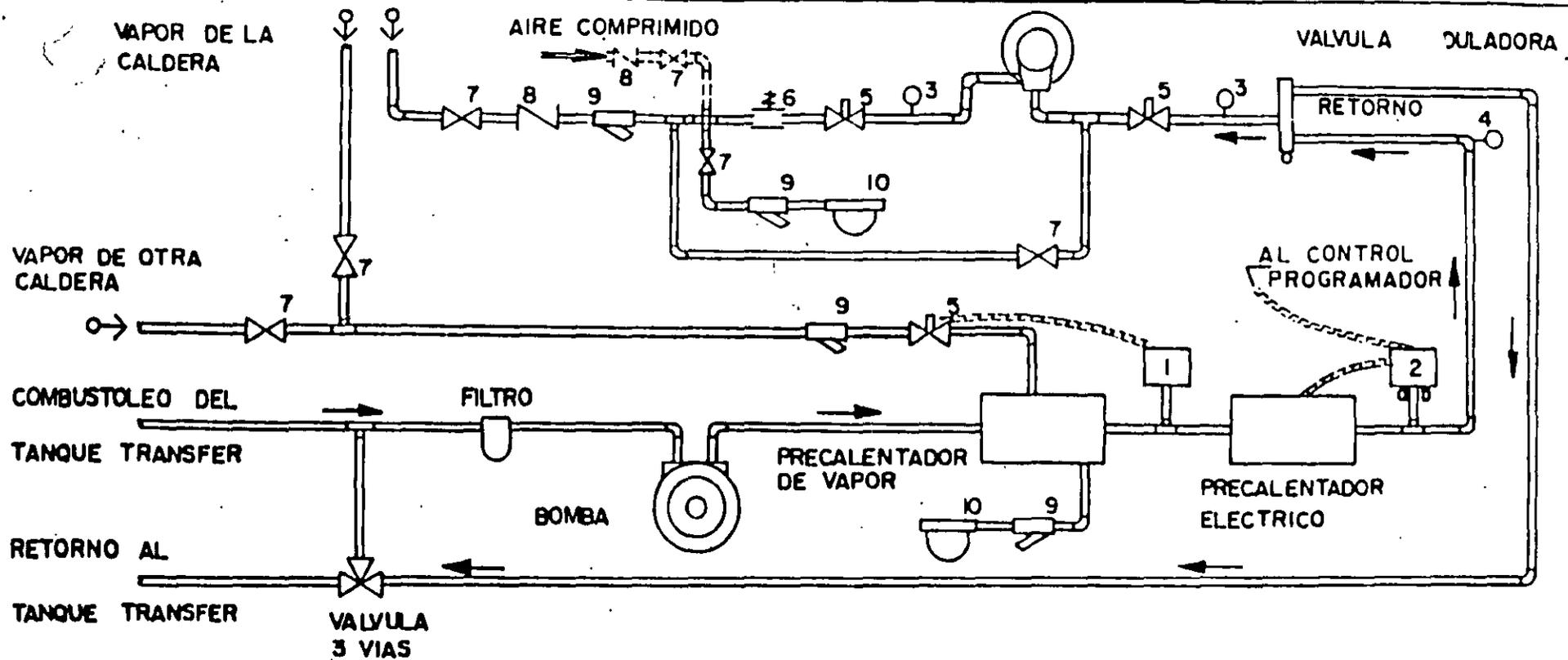
Con combustible en fuego alto no debe sobrepasar los 2.0 Kg/cm²

Presión de atomización con vapor: Dentro del rango de 0.8 a 1.4 Kg/cm²

La presión de combustible líquido utilizando atomización mecánica es de 7 Kg/cm² .[figura 7]

30) La presión de combustible en calderas que utilizan gas L.P. o natural, es baja y depende del tamaño del quemador y del lugar donde este instalado. Se mide en pulgadas columna de agua, en onzas/ pulg² o en gr./cm²

31) Todos los valores de presión y temperatura mencionados en los puntos anteriores se dan como referencia para poder arrancar la caldera. Los valores reales nos lo dará el análisis de gases que se hace a la caldera en operación para dejarla dentro de norma.



- COMBUSTOLEO
- AIRE COMPRIMIDO
- → VAPOR

- 1- CONTROL DE TEMPERATURA
 - a) ACCIONA LA VALVULA SOLENOIDE DE VAPOR.
- 2- CONTROL DE TEMPERATURA DUAL
 - a) ACCIONA EL PRECALENTADOR ELECTRICO
 - b) ACCIONA LA VALVULA SOLENOIDE DE COMBUSTOLEO
- 3- INDICADOR DE PRESION
- 4- INDICADOR DE TEMPERATURA
- 5- VALVULA SOLENOIDE
- 6- REGULADORA DE PRESION
- 7- VALVULA DE GLOBO MANUAL
- 8- VALVULA DE RETENCION
- 9- FILTRO VAPOR / AIRE
- 10- TRAMPA DE VAPOR

SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTOLEO LIGERO N° 6 - MODULANTE -

32) Hasta este punto se tiene la caldera lista para iniciar el proceso de arranque.

33) Encender la caldera iniciando el ciclo del control de flama modulante, el cual tiene la siguiente secuencia [figura 8]:

- Se energiza el motor del ventilador y el motor modutrol iniciando un tiempo de prepurga que tiene una duración de 70 segundos. en este lapso la compuerta del aire pasa de fuego bajo a fuego alto y viceversa.
- A los 70 segundos se energiza el transformador de ignición y la válvula solenoide del piloto de gas, estableciéndose el encendido del piloto.
- La fotocelda registra la señal de la flama del piloto. Periodo no mayor a 10 segundos.
- Se energiza la válvula principal de combustible, encendiendo la caldera.
- Después de un período de 15 segundos para verificar la presencia de la flama principal, se apaga el piloto.
- A los 105 segundos se tiene el fin del ciclo de encendido, el programador se para. El quemador modula hasta que la carga de demanda es satisfecha, regresando a fuego bajo.
- Para el quemador. Hay un periodo de pospurga cortándose la corriente al motor del ventilador a los 120 segundos.
- El sistema queda listo para iniciar otro ciclo.

34) Ya que se tiene la caldera encendida se mantiene en fuego bajo y se le da un calentamiento inicial lento de la siguiente manera:

Trabaje la caldera por 10 minutos y apagela por 5 minutos. repita lo anterior tres veces más. Después déjela trabajando en fuego bajo hasta que llegue a una presión de vapor de 3.0 Kg/cm². Durante este periodo se recomienda apretar nuevamente los registros pasmano, el registro pasa-hombre y las tapas de la caldera. Posteriormente se puede pasar a automático, verificando que se apague la caldera a la presión a la cual está ajustado el control de presión límite.

35) Se recuerda que cuando empiece a salir vapor por la válvula de venteo, ésta se cierra.

SECUENCIA DE PROGRAMACIÓN, CONTROL CB-20

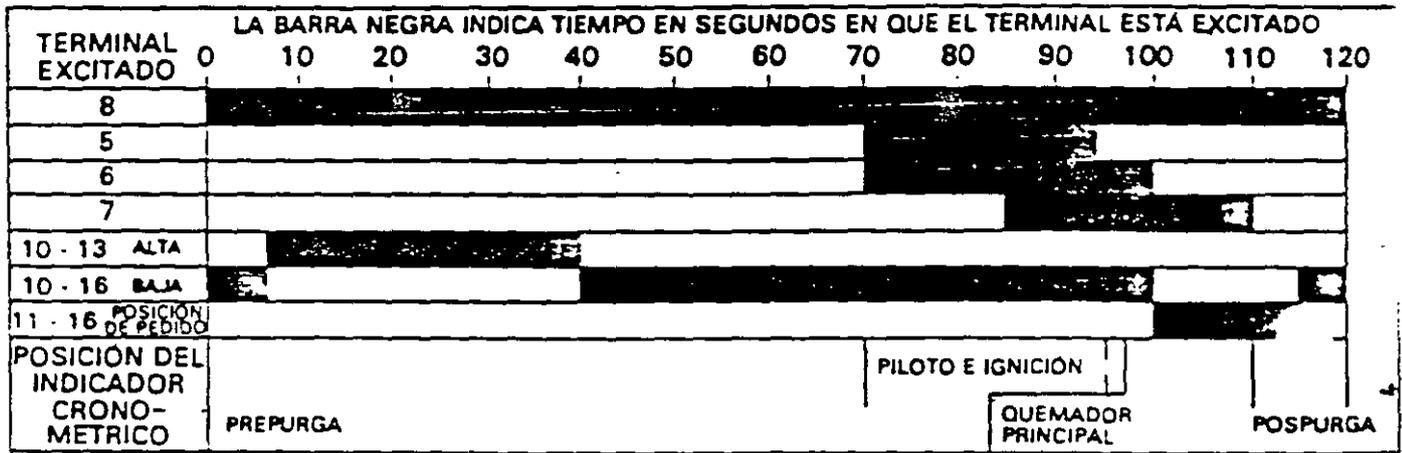


FIGURA 8

36) Antes de que una caldera nueva sea puesta en servicio, debe limpiarse cuidadosamente a fin de eliminar la grasa y otras materias orgánicas, óxidos, escamas de laminación, fundentes de soldadura y cualquier otro material inherente a la fabricación y al montaje.

El objetivo a lograr durante la limpieza de una caldera nueva es producir una superficie metálica limpia en todas las partes de la misma que están en contacto con el agua y el vapor durante la operación.

Se recomienda que ésta limpieza química la realice la compañía que esta a cargo del tratamiento del agua.

37) Después que se realizo el lavado químico, se arranca la caldera hasta que pare por presión. Abra lentamente la válvula principal de salida de vapor y verifique que la caldera encienda a la presión que esta ajustado el diferencial del control de presión límite.

38) Verifique que actúan las protecciones de seguridad de la caldera, las cuales son:

-Paro por alta presión de vapor.- Esta prueba se realizó en el punto No. 34

-Paro por bajo nivel de agua.- Estando la caldera en operación, apagar la bomba de agua y purgar la caldera por el fondo. Viendo la mirilla de cristal revisar que el quemador se apague en el nivel que tenemos marcado por corte de bajo nivel.

- Paro por falla de flama.- Teniendo en operación la caldera, retirar la fotocelda del quemador y tapparla, dependiendo del control de flama y del tipo de detección, la caldera debe apagarse en un tiempo corto (seg.).

39) Por ultimo, verificar o en su caso ajustar que la caldera este bien carburada desde fuego bajo hasta fuego alto, tomando lecturas de los gases con equipo autorizado por SEMARNAP. La norma oficial mexicana que rige es la NOM-085-ECOL-1994 en su tabla No. 5

40) Caldera lista para su operación normal.

INDICADORES IMPORTANTES EN LA OPERACIÓN DE CALDERAS

I.- CONTROL DE NIVEL.

Se puede decir que éste es uno de los controles más importantes de las calderas, el tipo de control más usual es el de cápsulas de mercurio líquido.

En la parte superior trae una cabeza donde van alojadas dos cápsulas de mercurio, una es de dos hilos la cual controla la bomba que alimenta el agua a la caldera; La otra cápsula es de tres hilos, es la que manda cortar el quemador y activa una alarma sonora al mismo tiempo cuando ocurre un bajo nivel dentro de la caldera.

Como la falla de éste control es la causa más frecuente de siniestros hoy en día, algunos fabricantes de calderas, además del control principal de nivel le instalan un segundo control del tipo de varillas; Y hasta un tercer control: el tapón fusible (en si éste es un indicador).

La práctica ha demostrado que estos intentos de doble protección no son la solución. Si no se purga correctamente la columna de nivel y al lavarse interiormente la unidad, no se hace con esmero ni se inspeccionan cuidadosamente las condiciones reales de funcionamiento de sus partes, por mas controles que se instalen va a ocurrir la falla.

2.- MANÓMETRO PRINCIPAL DE VAPOR.

La caldera debe tener un manómetro graduado en Kg/cm^2 , Kpa o bar, éste manómetro se calibrará periódicamente, está instalado en la zona de vapor y forma parte de lo que se llama tren de controles. Cuidar que la presión de trabajo se ubique dentro del tercio medio de la carátula y que ésta sea del tamaño adecuado al tamaño de la caldera, para poder leer desde el frente de la caldera la presión del vapor sin ningún problema.

Para especificar un manómetro se requiere:

- Rango de la presión
- Diámetro de carátula
- Posición de la conexión

- Diámetro de la conexión
- Tipo de fluido que va a manejar

3.- CONTROL DE FLAMA

En la actualidad, el tipo de control y de detección de flama se rige por la norma oficial mexicana NOM-027-SEDG-1996.

Los fabricantes de calderas deben de cumplir con esta norma. Toda la norma se resume a dos tablas:

Tabla 1.- Clases de controles de seguridad de flama según el ciclo de trabajo.

Tabla 2.- Sistemas de detección de flama.

Esta norma tiene algunas fallas, como son:

Acepta calderas que trabajen solo con una flama hasta capacidades de 70 c.c.

Acepta calderas que utilicen varilla detectora como medio de detección hasta capacidades de 473 c.c.

A continuación se presenta una tabla de controles de flama de la marca Honeywell (más común en calderas), donde se indica dentro de que clase entran de acuerdo a la norma y de acuerdo a la practica, hasta que capacidad de caldera se recomiendan [tablas. Figura 9 y 10].

4.- TERMÓMETRO DE CHIMENEA

Éste es un indicador de importancia en la operación de las calderas, una alta temperatura puede ser por dos causas:

- Que este hollinada la caldera.
- Que exista fuga de gases por alguna de las mamparas.

La causa más frecuente, es la primera; Cuando tenga 80° C por arriba de la temperatura del vapor, indica que la caldera tiene hollín y/o incrustación, se debe proceder a lavado y deshollinado.

Si la presión de trabajo de la caldera es de 7.0 Kg/cm², de tablas de vapor, la temperatura que corresponde al vapor para ésta presión es de 169.5° C, entonces tenemos:

CONTROLES DE FLAMA MARCA HONEYWELL MÁS COMUNES PARA CALDERAS

Modelo	Servicio	Respuesta a falla de flama	Base	Fotocelda	Amplificador	Pre-purga Seg.	Post-purga Seg.	Combustible	Recomendado para caldera c.c.
RA890F1346 (Clase 2 B)	Una o dos flamas	3.0 segundos	Q270A1024	C7013A1003 Rectificación	Integrado			Diesel	Hasta 40
				Varilla Detectora				Gas	Hasta 20
RA890G1260 (Clase 2 A)	Una o dos flamas	3.0 segundos	Q270A1024	C7027A1023 (Ultravioleta)	Integrado			Gas	Hasta 40
R4795A1016 (Clase 8 B)	Una o dos flamas	0.8 segundos	Q270A1024	C7013A1003 Rectificación	R7289A1012 (Color verde)	7, 10, 30, 60 o 90		Diesel	Hasta 60
				C7027A1023 (Ultravioleta)	R7290A1019 (Color violeta)			Gas	
R4140L1147 (Clase 14 A)	Modulante (Levas)	2 a 4 segundos	Q520A1089	C7015A1076 (Infrarroja)	R7248A1004 (Color rojo)	60	15	Líquido	80 cc en adelante
R4140G1171 (Clase 14 A)	Modulante (Levas)	2 a 4 segundos	Q521A1089	C7027A1023 (Ultravioleta)	R7249A1003 (Color violeta)	70	25	Gas	
* CB-20 (R4140G1023) (Clase 14 A)	Modulante (Levas)	2 a 4 segundos	Q520A1170	C7015A1118 (Infrarroja)	R7248A1046 (Color rojo)	72	16	Todos	
BC7000L1000 (Clase 14 A) (1)	Modulante (Electrónico)	2 a 4 segundos	Q520A1089	De acuerdo a el modulo programado puede utilizar detección infrarroja o ultravioleta				Todos	
* CB-70 (BC7000L1018) (Clase 14 A) (1)	Modulante (Electrónico)	2 a 4 segundos	Q520A1170	De acuerdo a el modulo programado puede utilizar detección infrarroja o ultravioleta				Todos	

* Modelo exclusivo calderas marca Cleaver Brooks.
(1) Autoverificación Dinámica.

GZA

FIGURA 9

NOM-027-SE DG-1996
SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FLAMA

SISTEMA	TIPO	MARCA Y MODELO	CAPACIDAD MÁXIMA Mj/hr (Kcal/hr) (c.c.)	COMBUSTIBLE
AL	FOTORESISTENCIA DE SULFURO DE CADMIO	HONEYWELL C554A CONTROL DE FLAMAS IC515	1675 (400,000) (47.34)	DIESEL
BL	TUBO ELECTRÓNICO AL VACÍO (FOTODIODO) (RECTIFICACIÓN)	HONEYWELL C7013A CONTROL DE FLAMAS 922	8375 (2'000,000) (236.70)	DIESEL
BG	VARILLA DETECTORA DE IONIZACIÓN DE FLAMA (RECTIFICACIÓN)	HONEYWELL C7008A CONTROL DE FLAMAS C7008A	16750 (4'000,000) (473.37)	GAS
CDN	FOTORESISTENCIA DE SULFURO DE PLOMO SIN AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7015A CON AMPLIFICADOR R7248A	16750 (4'000,000) (473.37)	DIESEL/GAS/COMBUSTIBLE
DDN	FOTOTUBO SENSIBLE A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA SIN AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7027A CON AMPLIFICADOR R7249A CONTROL DE FLAMAS IC2200	16750 (4'000,000) (473.37)	DIESEL/GAS/COMBUSTIBLE
CDD	FOTORESISTENCIA DE SULFURO DE PLOMO CON AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7015A CON AMPLIFICADOR R7248B	SIN LIMITE	DIESEL/GAS/COMBUSTIBLE
DDD	FOTOTUBO SENSIBLE A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA CON AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7076A CON AMPLIFICADOR R7476A	SIN LIMITE	DIESEL/GAS/COMBUSTIBLE

Nota: a partir de instalaciones cuya capacidad de liberación de calor sobrepase los 157 MJ/hr (37,500 kcal/hr) (4.44 c.c.), independientemente del tipo de combustible que utilicen, se deberá de utilizar control de seguridad contra falla de flama con detección de flama por medios electrónicos (no térmico)

G7A

FIGURA 10

$$169.5 + 80 = 249.5^{\circ} \text{ C}$$

En una caldera de tubos de fuego, la temperatura normal de los gases en la base de la chimenea es de 200 a 225° C.

Por lo anterior, es muy importante que la caldera este siempre bien carburada en toda su gama de modulación.

En base a la capacidad de la caldera y al tipo de combustible que utilice su quemador, es la frecuencia con la cual se analizan los gases producto de la combustión.

El fabricante del quemador indica cual es el % de CO₂ (bióxido de carbono) más idóneo para el funcionamiento eficiente del mismo. En la practica se recomiendan los siguientes valores:

RANGO	Gas L.P. o N.	Diesel o.G.	Combustóleo
Excelente	10	12.8	13.8
Bueno	9	11.5	13
Regular	8.5	10	12
Pobre	8 o menos	9 o menos	11.5 o menos

Los resultados de una carburación, deben tener los valores de los siguientes parámetros:

Bióxido de carbono, oxígeno, exceso de aire, monóxido de carbono, temperatura de los gases y eficiencia del quemador.

A continuación tenemos las tablas 5 y 6 de la norma oficial mexicana NOM-085-ECOL-1994 [tablas. Figuras 11 y 12].

5.- TRATAMIENTO DEL AGUA Y PURGAS.

El descuido del mantenimiento por el lado del agua trae como resultado la formación de incrustaciones, picaduras, corrosión, espuma, arrastre de humedad y crestas de nivel de agua.

Es importante un tratamiento de agua con procedimiento adecuado de purgas para conservar las superficies de calefacción de la caldera libres de incrustación y prolongar la vida útil de la misma.

Se recomienda consultar a empresas expertas en tratamiento de agua.

Ellos analizarán el agua y propondrán el tratamiento adecuado basado en el análisis y cantidad de agua cruda que se usará, también dirán la

NOM-085-ECOL-1994 (D.O. 2 - DIC - 1994)

TABLA 5

1o. ENERO DE 1998 EN ADELANTE

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTIÓN MJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO	DENSIDAD DE HUMO	PARTÍCULAS (PST) mg/m ³ (kg/10 ⁶ kcal) (1) (2)			BIÓXIDO DE AZUFRE ppm V (Kg/10 ⁶ kcal) (1) (2)			ÓXIDOS DE NITRÓGENO ppm V (Kg/10 ⁶ kcal) (1)			EXCESO DE AIRE DE COMBUSTIÓN % volumen (5)
		Número de mancha u opacidad	ZMCM	ZC (3)	RP	ZMCM	ZC(3)	RP	ZMCM	ZC(4)	RP	
Hasta 5,250 <i>11000</i>	Combustible o gasoleo	3	NA	NA	NA	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	NA	NA	NA	50
	Otros líquidos	2	NA	NA	NA	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	NA	NA	NA	
	Gaseosos	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
<i>14000</i> De 5,250 a 43,000 <i>120000</i>	Líquidos	NA	75 (0.106)	350 (0.497)	450 (0.639)	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	190 (0.507)	190 (0.507)	375 (1.0)	40
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190 (0.486)	190 (0.486)	375 (0.959)	
De 43,000 a 110,000 <i>300000</i>	Líquidos	NA	60 (0.085)	300 (0.426)	400 (0.568)	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	110 (0.294)	110 (0.294)	375 (1.0)	30
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110 (0.281)	110 (0.281)	375 (0.959)	
Mayor de 110,000	Sólidos	NA	60 (0.090)	250 (0.375)	350 (0.525)	550 (2.16)	1,100 (4.31)	2,200 (8.16)	110 (0.309)	110 (0.309)	375 (1.052)	25
	Líquidos	NA	60 (0.085)	250 (0.355)	350 (0.497)	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	110 (0.294)	110 (0.294)	375 (1.0)	
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110 (0.281)	110 (0.281)	375 (0.959)	

FIGURA 11

TABLA 6
MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE GASES DE COMBUSTIÓN

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTIÓN MJ/h	PARÁMETRO	FRECUENCIA MÍNIMA DE MEDICIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN	TIPO DE COMBUSTIBLE
Hasta 5,250 (147 C.C.)	Densidad de humo	1 vez cada 3 meses	puntual (3 muestras); mancha de hollín	liquido y gas
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	1 vez cada 3 meses	puntual (3 muestras); ver anexo 3	liquido y gas
	SO ₂	1 vez cada 3 meses	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	liquido
De 5,250 (147 C.C.) a 43,000 (1204 C.C.)	Partículas suspendidas totales	una vez por año	isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas (2)	liquido
	NO _x	una vez por año	continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente	liquido y gas
	SO ₂	una vez por año	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	liquido
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	diario	puntual (3 muestras); ver anexo 3 o equivalente	liquido y gas
De 43,000 a 110,000 (1204 a 3080 C.C.)	Partículas suspendidas totales	una vez por año	isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	liquido
	NO _x	una vez cada 6 meses	continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente	liquido y gas
	SO ₂	una vez por año	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	liquido
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	una vez por turno	puntual (3 muestras); ver anexo 3 o equivalente	liquido y gas
Mayor de 110,000 (3080 C.C.)	Partículas suspendidas totales	1 vez cada 6 meses	isocinético (mínimo durante 60 minutos), 2 muestras definitivas	sólido, liquido
	NO _x	permanente (3)	continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente	sólido, liquido y gas
	O ₂	permanente	continua; campo magnético o equivalente, con registrador como mínimo o equivalente	liquido y gas
	SO ₂	una vez por año	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	sólido, liquido

NOTAS:

(1) Ver 6.1.1.4

(2) Ver 6.1.1.5

(3) El monitoreo continuo de NO_x será permanente en las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey; con una duración de cuando menos 7 días una vez cada tres meses en las zonas críticas; y con una duración de cuando menos 7 días una vez cada seis meses en el resto del país

(4) Ver 4.13

frecuencia de las purgas para reducir la concentración de sales y lodos dentro de la caldera.

El tratamiento se divide en:

Externo.- A través del equipo suavizador, la dureza a la salida debe ser = 0 ppm.

El operador dentro de sus actividades toma muestra del agua a la salida del equipo suavizador y checa su dureza, si le marca algún valor, es el momento para regenerar la resina.

Interno.- Dosificación de productos químicos, puede ser en el tanque de condensados o directamente a la caldera. La cantidad y frecuencia la determina el experto en tratamiento de agua.

PURGAS DE LA CALDERA.- Normalmente se recomienda purgar la caldera mínimo cada turno (la frecuencia real la determina el experto en tratamiento de agua).

Purga de fondo.- Se hace de la siguiente manera:

- Teniendo la caldera con presión (normalmente la presión de trabajo), se sube el nivel del agua a la mitad de la mirilla de cristal con la bomba en posición manual.
- Se coloca la bomba de agua en posición de automático.
- Abrir primero la válvula de cierre rápido.
- después se abre la válvula de cierre lento.
- Se espera a que baje el nivel hasta que arranque la bomba de agua.
- Se cierra la válvula de cierre lento.
- Se cierra la válvula de cierre rápido.

Las demás purgas tardan aprox. 5 seg.

6.- CONTROL DE PRESIÓN LÍMITE.

Éste control es muy importante su funcionamiento correcto, en el ajustamos la presión de vapor a al cual va a trabajar la caldera. Tiene dos escalas, la principal es para delimitar la presión de paro del quemador de la caldera, la otra es la diferencial, se indica la presión a la cual enciende de nuevo el quemador.

7.- BITÁCORA.

Éste documento es muy útil ya que en el se lleva el historial de la caldera en cuanto a su operación y mantenimiento, desde que se arranca por primera vez.

En base a ese historial se puede formar un programa de mantenimiento preventivo para la caldera.

PARÁMETROS PARA ANOTAR EN UNA BITÁCORA POR TURNO

1. Fecha.
2. Hora.
3. Presión de vapor.
4. Temperatura de gases productos de la combustión.
5. Temperatura del agua de alimentación.
6. Temperatura de combustible (solo si se utiliza combustóleo):
 - En tanque de almacenamiento general
 - En tanque de día.
 - A la entrada del quemador
7. Presión de atomización con aire o vapor (comb. Líquido)
8. Presión de combustible (líquido):
 - A la salida de la bomba de alimentación
 - A la entrada del quemador
 - De retorno
9. Presión de combustible (gas):
 - En el tanque de almacenamiento (gas L.P.)
 - En alta presión regulada
 - En baja presión
10. Purgas: De fondo, columna de nivel, cristal de nivel, tren de controles y de superficie.
11. Tratamiento interno.
12. Tratamiento externo.
13. Consumo de combustible.
14. Pruebas de paro por: alta presión de vapor, bajo nivel de agua y falla de flama.

15. Mantenimientos rutinarios.
16. Análisis de gases.
17. Observaciones.
18. Nombre y firma del operador.

RECOMENDACIONES PARA EL CUIDADO DE LAS CALDERAS

Las calderas de prestigio indudablemente son construidas de acuerdo con el código ASME o alguna otra norma de fabricación de reconocida competencia. En forma similar, el quemador y controles son de marcas de prestigio. Consiguientemente la caldera que se tiene es digna de confianza en cuanto a la seguridad de su operación.

Sin embargo, la seguridad, confiabilidad y eficiencia de operación, solamente pueden conservarse con un programa básico de mantenimiento.

Se recomienda tener un programa de mantenimiento preventivo de acuerdo al tipo de caldera, combustible utilizado y régimen de trabajo. A continuación se muestra un programa de mantenimiento preventivo descriptivo, más no limitativo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

I.- DIARIO

1. Realizar las purgas de la caldera por lo menos cada ocho horas de operación.

2. Checar la dureza del agua después del suavizador para saber cuando hay que regenerar la resina. Después de un tiempo de operación se tendrá medida la frecuencia de ésta actividad.
3. Dosificación del tratamiento interno.
4. Si utiliza combustóleo limpiar la boquilla del quemador y el filtro de combustible.
5. Llenar la bitácora con los parámetros de operación.
6. Realizar una inspección ocular a la instalación completa para descubrir cualquier anomalía.
7. Mantener limpia la caldera, sus accesorios y la casa de máquinas.

II.- CADA OCHO DÍAS

1. Si utiliza diesel o gasóleo limpiar la boquilla del quemador y filtro.
2. Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas y mirilla trasera.
3. Comprobar la tensión de la banda al compresor y/o ventilador en su caso.
4. Si utiliza atomización con aire limpiar el filtro del compresor.
5. Limpiar el electrodo de ignición del piloto de gas.
6. Apretar las conexiones del cable de ignición.
7. Si utiliza combustóleo, comprobar que los interruptores termostáticos del calentador del combustible operen a la temperatura a que fueron calibrados al hacer la puesta en marcha.
8. Inspeccionar los prensa estopas de la bomba de alimentación de agua.

9. Comprobar que la trampa del calentador de vapor opera correctamente (si se usa Combustóleo). La descarga va al drenaje.
10. Asegúrese que la fotocelda esté limpia, así como el conductor en donde se encuentra colocada.
11. Comprobar el voltaje y amperaje de los motores.

III.- CADA MES

1. Lavar el filtro que esta en la succión de la bomba de agua.
2. Si utiliza gas L.P. o natural limpiar el filtro de combustible.
3. Comprobar que los niveles de agua son los indicados:
 - 63 mm de nivel máximo.
 - 45 mm arranque de la bomba.
 - 38 mm corte por bajo nivel.
4. Comprobar el corte por bajo nivel de agua.- Bajando el interruptor de la bomba de alimentación, el agua al evaporarse irá disminuyendo el nivel, al llegar a 38 mm la caldera debe apagarse. En el caso de no apagarse, hay que parar inmediatamente la caldera e inspeccionar la cápsula de mercurio de tres hilos (en el control de nivel), así como también asegurarse de un correcto funcionamiento del flotador estando la columna exenta de lodos o acumulaciones.
5. Realizar la prueba por falla de flama.
6. Limpiar la malla del ventilador del sistema de aire.
7. Verificar el funcionamiento del piloto de gas.
8. Revisar el apriete del mecanismo de modulación

9. Checar el apriete de las conexiones del tablero de control.
10. Reengrasar los baleros de la bomba de agua.
11. Tirar ligeramente de la palanca de la(s) válvula(s) de seguridad para que escapen y evitar que se peguen en su asiento, ésta actividad se debe realizar estando la caldera a una presión no menor del 75% de la presión de trabajo.

IV.- CADA TRES MESES

1. Revisar la carburación del quemador de la caldera tomando lectura de los gases producto de la combustión.
2. Revisión del mecanismo y cápsulas de mercurio del control de nivel.
3. Las válvulas solenoide deben ser examinadas. Observe la flama cuando el quemador deba apagar. Si la flama no se apaga súbitamente en el momento preciso, puede significar falla o desgaste de la válvula solenoide. Reemplace la válvula para evitar serios problemas.

V.- CADA SEIS MESES

Estando la caldera fria realizar un servicio de limpieza general, el cual consiste en :

1. Retirar tubo del piloto de gas.
2. Retirar el quemador.
3. Destapar la caldera por ambos lados.

4. Retirar los empaques de ambas tapas y de las mamparas.
5. Limpiar los fluxes por el lado del hollín con un escobillón, que se debe de pasar a todo lo largo de los mismos.
6. Limpiar ambos espejos con un cepillo de alambre.
7. Se inspecciona el refractario del hogar, tapa intermedia y tapa trasera que no tenga grietas o que esté desprendido el material. Si es necesario se le aplica un resane.
8. Ya que está limpia por el lado de los gases se procede a hacer el lavado lado agua. Se tira toda el agua que tenga la caldera.
9. Estando completamente vacía, se retiran los registros de mano y el registro de hombre.
10. Se retira el tapón que esta en la entrada de agua a la caldera y los que tiene el control de nivel en sus cruces superior e inferior; además se retira la cabeza del control de nivel para descubrir el flotador.
11. Se retiran los controles de presión y el manómetro principal de vapor, dejando al descubierto la tubería del tren de controles.
12. A la descarga de la bomba de agua se instala una toma para conectar una manguera y se cierra la llave de alimentación de agua a la caldera.
13. Se arranca la bomba de agua, por la manguera saldrá un chorro de agua con cierta presión, se introduce ésta por cada uno de los registros con objeto de lavar los tubos flux por el lado del agua, todos los lodos saldrán por los registros inferiores y una vez que el agua sale clara indicará que ha quedado limpia.

14. Con el mismo procedimiento se limpia: el interior del control de nivel, la toma de alimentación de agua, la tubería del tren de controles y las cruces de la columna de nivel.
15. Cambiar el empaque del flotador de la columna de nivel, a los tornillos se les pone una mezcla de grafito con aceite para que no se peguen.
16. Cambio del tapón fusible (si la caldera lo tiene).
17. Colocar los controles de presión y el manómetro principal en el tren de controles.
18. Instalar los tapones macho de las cruces de la columna de nivel y de la entrada de alimentación de agua a la caldera, también se le pone la mezcla de grafito con aceite.
19. Cambio de la mirilla de nivel con sus empaques.
20. Cambio de empaques a los registros de mano y al registro de hombre, si son de asbesto se cubren con grafito.
21. Llenar la caldera con agua y realizar prueba hidrostática a la presión de operación para verificar que no haya fuga en los registros.
22. Tapar la caldera por ambos lados cambiando sus empaquetaduras, a todos los tornillos se les aplica la mezcla de grafito con aceite.
23. Colocar el quemador y conectar el piloto de gas.
24. Se tiene la caldera lista para su arranque y revisión de la carburación.
25. Prueba de la(s) válvula(s) de seguridad automáticamente.

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN DE CALDERAS.

1.- OBJETIVO Y ALCANCE

Este procedimiento tiene por objeto establecer la forma adecuada y segura de efectuar la inspección de las calderas. De ésta manera se puede evitar sufrir daños al equipo y principalmente al personal involucrado en la inspección.

Es responsabilidad del personal de supervisión así como del personal encargado de efectuar la revisión de los equipos, conocer y llevar a cabo las instrucciones contenidas en este procedimiento.

2.- ESPECIFICACIÓN Y REFERENCIAS.

2.1 REFERENCIAS

2.1.1 Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. Capitulo tercero - Sección I publicado en el diario oficial del 21 de enero de 1997. Abroga el reglamento para la inspección de Generadores de Vapor y Recipientes a Presión vigente desde 1936 y modificado en 1954.

2.1.2 NOM-122-STPS-1996, relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo publicada en el diario oficial del 18 de julio de 1997.

2.1.3 NOM-002-STPS-1993.- Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

2.1.4 NOM-005-STPS-1993.- Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.

2.1.5 NOM-010-STPS-1993.- Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

2.1.6 NOM-011-STPS-1993.- Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

2.1.7 NOM-015-STPS-1993 - Relativa a la exposición laboral de las condiciones térmicas elevadas o abatidas en los centros de trabajo.

2.1.8 NOM-025-STPS-1993.- Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.

2.1.9 NOM-026-STPS-1993.- SEGURIDAD, COLORES Y SU APLICACIÓN. Publicado en el Diario Oficial del 19 de julio de 1993.

2.1.10 NOM-027-STPS-1993.- SEÑALES Y AVISOS DE SEGURIDAD E HIGIENE.

2.1.11 NOM-028-STPS-1993.- SEGURIDAD.- Código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías. Publicado en el diario oficial del 19 de julio de 1993.

2.1.12 NOM-081-ECOL-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1994.

2.1.13 NOM-085-ECOL-1994. Contaminación atmosférica fuentes fijas- para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, Bióxido de Azufre y Óxidos de Nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de Bióxido de Azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. Énfasis en la tabla 5 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 02 de diciembre de 1994.

2.1.14 NOM-080-STPS-1993.- Higiene industrial - Medio Ambiente Laboral - Determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo

- 2.1.15 NOM-114-STPS-1994.- Norma Oficial Mexicana: Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.
- 2.1.16 NOM-027-SEDG-1996, relativa a Controles primarios y controles programadores de seguridad contra falla de flama para quemadores de gas natural, gas L.P., diesel o combustóleo, con detección de flama por medios electrónicos (fotoceldas, fototubos o por detección de la ionización de la flama) publicada en el diario oficial del 16 de julio de 1997.
- 2.1.17 NOM-093-SCFI-1994. Válvulas de relevo de presión (seguridad, seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricados de acero y bronce. Publicada en el diario oficial del viernes 8 de diciembre de 1995.
- 2.1.18 NOM-020-SEDG. Calentadores para agua a base de Gas L.P. o gas natural con una carga térmica no mayor de 80 Kw. Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el diario oficial del lunes 8 de diciembre de 1997.
- 2.1.19 NOM-012-ENER-1996. Eficiencia térmica en calderas de baja capacidad (7.5 a 100 Kw) Especificaciones y métodos de prueba.
- 2.1.20 CÓDIGO A.S.M.E. SECCIONES I, II, IV, V, VII, VIII Div. 1, IX.
- 2.1.21 CÓDIGO PARA LA INSPECCIÓN DE CALDERAS Y RECIPIENTES A PRESIÓN - NATIONAL BOARD

3.- NOTACIONES Y DEFINICIONES

3.1 NOTACIONES

A.S.M.E. American Society of Mechanical Engineers

S.T.y P.S. Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

U.L. Underwriter Laboratories

I.R.I. Industrial Risk Insurers

N.F.P.S. National Fire Protection Association.

F.I.A. Factory Insurers Association.

U.V. Unidad Verificadora

R.F.S.H.- MAT. Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio ambiente de Trabajo.

D.G.S.H.T. Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

R.P.S. Recipientes Sujetos a Presión.

3.2 DEFINICIONES

- CALDERA** Aparato que se utiliza para la generación de vapor de agua o calentamiento de un líquido térmico, mediante la aplicación de calor producido por materiales combustibles, reacciones químicas, energía solar, eléctrica o nuclear.
- COMBUSTIÓN** Es una oxidación rápida que consiste en una veloz combinación química del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse.
- INSPECCIÓN** Es la revisión que realiza un representante de la autoridad debidamente acreditado, o bien la revisión particular que S.T.y P.S. realiza a las calderas y recipientes a presión con fines distintos a una inspección.
- PRESIÓN** Es la fuerza ejercida por el fluido en la unidad de superficie de la pared del recipiente que lo contiene o del seno mismo del fluido, se mide por medio de un manómetro y se expresa en (Kg/cm², Lb/pulg², bars)
- MANÓMETRO** Dispositivo mecánico de operación automática que se utiliza para medir la presión que tiene la caldera.
- COMBUSTIBLE** Industrialmente reciben el nombre de combustible los cuerpos capaces de combinarse con el oxígeno del aire para producir calor, luz y desprendimiento de gases.
- Existen tres tipos de combustibles :
- Sólidos
 - Líquidos
 - Gaseosos

- INSPECCIÓN** Es la revisión que realice un representante de la STPS debidamente validado con vigencia y acreditación como Inspector.
- VÁLVULA DE SEGURIDAD** Es un dispositivo mecánico automático que asegura la operación sin riesgo de sobrepasar la presión máxima de trabajo del recipiente sujeto a presión.
- QUEMADOR** Elemento de la caldera donde se mezcla el combustible y el aire para generar la combustión.

4.- RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO

Al efectuar la inspección se deben efectuar diversas actividades como las del siguiente resumen :

- 4.1 Revisión de la orden de inspección.
- 4.2 Revisión de los documentos pertenecientes al equipo.
- 4.3 Revisión externa de las válvulas, manómetros y todos los accesorios del equipo.
- 4.4 Revisión del funcionamiento del equipo.
- 4.5 Revisión interna de la caldera, o el equipo tanto del lado del agua como del lado fuego.
- 4.6 Revisión de memoria de calculo.
- 4.7 El Inspector debe tener en cuenta las siguientes deficiencias comunes y por lo tanto quedan como precauciones de inspección.

Los fabricantes de calderas mexicanas dicen que construyen de acuerdo al código A.S.M.E con una realidad distinta. La mayoría no utilizan aceros adecuados, soldadores calificados, sin radiografías ni revelado de esfuerzos.

No tienen procesos ni controles que aseguren la calidad de sus productos.

Las válvulas, conexiones y tuberías propias de la caldera no cumplen con PG 58.3 del código A.S.M.E. que remite a ASME B31.1 Colocan tubería y conexiones de uso común como tlapalería.

Las válvulas de purga de fondo, cierre lento, no son de paso libre. Las válvulas de vapor muchas veces son de tipo compuerta en lugar de globo.

Los usuarios tratan el agua deficientemente. Incrustan las calderas.

Muchos usuarios no respetan los espacios libres mínimos necesarios para la operación y mantenimiento.

Los fabricantes instalan quemadores y controles de combustión de lo mas sencillo económico y peligroso.

5.- EQUIPOS E INSTRUMENTOS.

La herramienta y accesorios necesarios para llevar a cabo una inspección son los siguientes :

- A. Medidor de espesores. (Ultrasonido)
- B. Cámara fotográfica.
- C. Calibrador. (" Vernier" o "Pie de Rey ")
- D. Bata u overol.
- E. Casco
- F. Lentes de seguridad.
- G. Zapatos industriales.
- H. Lampara sorda.
- I. Lupa de 10 centímetros de diámetro
- J. Cinta métrica.
- K. Martillo de ½ libra.
- L. Espejo de mano.
- M Guantes de carnaza,
- N. Pieza de plástico para arrastrarse sobre el.

6.- DESARROLLO

6.1 REVISIÓN DE LA ORDEN DE INSPECCIÓN.

Revisar los elementos que constituyen las condiciones establecidas en la elaboración y revisión de ordenes de inspección, para realizar el desarrollo de la inspección y estar preparado para eventuales pruebas complementarias tales como las llamadas Pruebas No Destructivas que puedan y se deban llevar a cabo.

6.2 REVISIÓN DE DOCUMENTOS PERTENECIENTES AL EQUIPO.

Antes y durante la revisión de documentos, el inspector deberá estar consciente de que el equipo a inspeccionar no esta amparado con las excepciones del campo de aplicación indicados en el apartado 2.1 de la NOM-122-STPS-1996.

6.2.1 Para realizar la revisión de documentos el inspector deberá solicitar copia de los siguientes documentos :

6.2.1.1 Copia de autorización de funcionamiento otorgada por la S.T.y P.S. y copia de la ultima acta de inspección con que cuente. Esto es con objeto de analizar la aplicación del apartado 13 transitorio de la NOM-122-STPS.

6.2.1.2 En caso de que no quieran hacer prueba hidrostática, deben proporcionar previa autorización de la S.T.y P.S. para pruebas alternativas en sustitución de las pruebas hidrostática o hidrostática neumática.

6.2.1.3 Copia de la factura del fabricante del equipo.

6.2.1.4 Copia de la factura del reparador del equipo, cuando aplique.

6.2.1.5 Copia del certificado de fabricación, memoria de calculo y dibujos del equipo.

6.2.1.6 Copia del certificado de competencia laboral del operador de la caldera.

6.2.1.7 Copia del manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos conforme al articulo 130 párrafo tercero del Reglamento Federal de Seguridad, higiene y medio ambiente del trabajo; además solicitar constancia de que la empresa cuenta con menos o mas de 100 trabajadores.

6.2.1.8 Cuando aplique, antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de los equipos.

6.2.1.9 Copia de la portada y de la última página de la bitácora de operación.

6.2.1.10 Constancia de los cursos de capacitación y adiestramiento de los operadores del equipo.

6.2.1.11 Copia de los registros de tratamiento de agua.

6.2.1.12 Declaración del propietario si la caldera fue adquirida nueva o usada.

6.2.1.13 Copia catalogo del quemador y controles automáticos de combustión.

6.2.1.14 Copia del último reporte de emisiones contaminantes, gases de combustión y nivel de ruido

6.3 ELEMENTOS NECESARIOS PARA EFECTUAR LA INSPECCIÓN.

Herramientas antes mencionada como bata u overol, casco, anteojos, zapatos de seguridad industrial, lampara sorda, lupa de 10 cm de diámetro, cinta métrica, martillo de ½ lb, espejo de mano, guantes de carnaza o electricista y 2m² de plástico para arrastrarse sobre él.

El patrón debe preparar su caldera para inspección interna de la siguiente manera :

A.- Cortar la energía eléctrica y bloquear el sistema de suministro de combustible.

B.- La caldera debe estar fría, 100 % vacía y perfectamente lavado el interior a presión.

C.- El inspector no deberá introducirse en la caldera hasta estar satisfecho y completamente seguro de que se hayan tomado las medidas de seguridad indicadas.

D.- El inspector debe declinar la realización de su trabajo de inspección si la caldera no ha sido preparada de manera adecuada para la inspección. El trabajo de inspección deberá efectuarse por parejas, por razones de seguridad

6.4 REVISIÓN EXTERNA. (Debe realizarse antes de la revisión interna)

6.4.1 Verificar que los datos de placa de identificación de la caldera, coincidan con los datos asentados en la documentación presentara por el usuario

6.4.2 Tomar nota de los datos de placa de la (s) válvula (s) de seguridad.

6.4.3 Observar la nivelación de la caldera, el grado de limpieza general, aparatos y accesorios auxiliares.

6.4.4 Verificar si existen fugas de agua, vapor o combustible de la caldera.

6.4.5 Medir las distancias libres alrededor de la caldera.

6.4.6 Tomar nota de los niveles de iluminación, ruido y temperatura ambiente.

6.4.7 Revisar acceso y/o registros de la caldera.

6.5 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Realizar pruebas de funcionamiento en la válvula de seguridad cuando la presión de regulación sea inferior a 28 kg/cm². Si esto no es práctico y la caldera cuenta con dos o mas válvulas de seguridad, probar que las válvulas operan libremente mediante la palanca de levantamiento.

Cuando la presión de regulación sea superior a 28 Kg/cm² se requieren evidencias de que las válvulas fueron desarmadas, rehabilitadas o probadas y verificadas o inspeccionadas adecuadamente en un periodo no mayor de dos años.

Cuando alguna válvula de seguridad no opera de manera adecuada, se reportara como no conformidad y se ordenara sacar del servicio la caldera y reparar la válvula o en su defecto reemplazarla.

6.6 MANÓMETROS

La presión normal de operación debe encontrarse en el tercio medio de la escala del manómetro. Se comparara la medición con manómetro patrón.

Si se encuentra que los manómetros están defectuosos deberá dejarse por escrito su recomendación de cambio.

6.7 INDICADOR DE NIVEL DE AGUA Y CONTROLES DE CORTE DE COMBUSTIBLE POR BAJO NIVEL DE AGUA.

6.7.1 Indicador de nivel de agua.

Durante la purga de fondo en su forma normal, el inspector debe observar el indicador de nivel y observar la rapidez del retorno de agua al indicador.

Una respuesta lenta puede significar que existen obstrucciones en las conexiones de la tubería a la caldera y debe ordenar por escrito que se tomen acciones correctivas de inmediato.

Durante la purga de la columna indicadora de nivel las purgas tanto de agua como de vapor deben realizarse por separado para asegurarse que ambas se encuentran libres de impurezas; además debe comprobar que el operario cuenta con una indicación exacta del nivel de agua de la caldera.

6.7.2 Control de corte de combustible por bajo nivel de agua.

El inspector debe analizar la prueba por bajo nivel de agua, después de que se haya abierto la purga, observando que el desenergizado eléctrico del quemador, y la activación de la alarma sonora, sean viendo el nivel en la mirilla de cristal.

En caso de controles inoperantes o indicación de nivel de agua incorrecto, la caldera debe sacarse de servicio hasta volver a una condición segura.

6.8 TUBERÍAS, CONEXIONES Y VÁLVULAS.

Debe revisarse que las válvulas, conexiones y tuberías, así como los accesorios sean los adecuados según "Power Piping ASME B31.1" Edición 1992. Las válvulas principales de vapor deben ser tipo globo; las válvulas de purga deben ser las llamadas cierre rápido combinadas con las de cierre lento tipo "Y" flujo libre o angulares flujo libre.

La tubería de purgas debe ser cédula 80 hasta la primera válvula. Las conexiones "cruz" de las columnas de agua deben ser de 211 Kg/cm² (3000 Lb/pulg²). Entre el manómetro principal y la caldera debe existir una válvula que permita intercambiar un manómetro patrón durante la inspección.

La tubería y accesorios de vapor y agua se verificaran en cuanto a evidencias de fugas obviamente se deben mencionar en el reporte para corregir. No deben existir golpes de ariete durante las purgas.

El inspector analizara la existencia de evidencias de probables asentamientos o deformaciones que puedan causar esfuerzos excesivos en las tuberías o conexiones de la caldera.

Toda las válvulas, conexiones y accesorios deben ser adecuados para las condiciones del servicio que prestan.

TUBERÍAS DE PURGA.

El inspector debe hacer una observación particular de la operación de purga de la caldera en forma normal y verificar que no exista una vibración excesiva al momento de purgar y la tubería tenga libertad de expandirse y contraerse.

6.9 INSPECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO

El inspector observará las prácticas de operación y mantenimiento preventivo rutinario y determinará su confiabilidad.

Debe examinar el perfil técnico de los responsables de la operación; debe revisar sus bitácoras o registros de la operación; y registros de mantenimiento, su plan maestro de mantenimiento; registros de tratamiento de agua. Verificar si están registradas debidamente las reparaciones mayores.

Vigilar que las calderas están protegidas automáticamente contra una sobrepresión con doble control de presión de vapor (Presostatos).

Debe solicitar una simulación de bajo nivel de agua, purgando la caldera del fondo (nunca de la columna de agua) y el quemador debe apagar para proteger automáticamente la caldera.

Debe solicitar una simulación de falla de flama, obstruyendo el detector de flama y observar si se apaga oportunamente el quemador para protección de la caldera.

En caso de aplicar, debe pedir una prueba de disparo de válvulas de seguridad (ver apartado 6.5 válvulas de seguridad del presente procedimiento)

Debe solicitar evaluaciones escritas con relación a las Normas NOM-081-ECOL-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición; la NOM-085-ECOL-1994 sobre contaminación atmosférica y la NOM-011-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen ruidos; debe tener presente las probables desviaciones en cuanto a las normas oficiales mencionadas en el inciso 2 Especificaciones y Referencias del presente procedimiento.

6.10 INSPECCIÓN DE QUEMADOR Y CONTROLES AUTOMÁTICOS DE COMBUSTIÓN.

Existe la Norma Oficial Mexicana NOM-027-SEDG-1996 relativa a Controles primarios y Controles programadores de seguridad de flama para quemadores de gas natural, gas L.P., diesel o combustóleo con detección de flama por medios electrónicos publicada en el Diario Oficial del 16 de julio de 1997 a las cuales se deberá ajustar el usuario.

También pueden apoyarse en los requisitos y lineamientos para equipo de combustión publicados por la (IRI) Industrial Risk Insurers (antes F.I.A.) Factory Insurers Association Form 70-8228 y NFPA panfleto 85 Form 70-8219.

Estas últimas publicaciones se hicieron para prevenir explosiones por el lado del horno.

Estos documentos establecen el tipo y grado de sofisticación de los controles de combustión que deben utilizarse según tipo de combustible utilizado y cantidad de energía liberada en el interior del horno de la caldera.

6.11 INSPECCIÓN INTERNA EN FRÍO.

El usuario o propietario debe preparar su caldera para inspección interna como sigue :

Aislar el sistema de ignición y bloquear el suministro de combustible

La caldera debe estar fría. 100% vacía, lavada a presión en su interior.

Al preparar la caldera para inspección interna, no debe drenarse el agua de la misma hasta que el refractario se haya enfriado lo suficiente, pues de no ser así, irremediablemente la caldera sufrirá averías.

El usuario debe remover los registros de hombre y mano, tapones y conexiones que el inspector le requiera.

Si para evaluar la condición de la caldera, es necesario remover refractarios y aislantes térmicos, el propietario o usuario debe removerlos a petición del inspector.

A solicitud del inspector debe demostrarse el manómetro principal para su revisión.

Se impedirá el eventual flujo de vapor o agua caliente a la caldera por el medio que el inspector apruebe, desconectando las tuberías en el punto más conveniente antes de abrir el registro de hombre

y de ingresar a cualquier parte interior de una caldera. Las conexiones a un cabezal común con otras calderas se deben cerrar, así como las válvulas de corte de los sistemas de agua y vapor. Deben tener colocados rótulos de precaución y candados.

Abrir válvulas y grifos de purgas entre válvulas de corte que se han cerrado. Deben cerrarse válvulas de alimentación. Abrir grifos o válvulas entre dos válvulas cerradas después de purgar y drenar la caldera. Se deben cerrar válvulas de purga colocándoles etiquetas de precaución y candados. Opcionalmente, pueden taparse o quitarse, secciones de tubería para impedir flujos indeseables

Cuando sea práctico, las tuberías de purga se desconectaran ente las partes presurizadas y las válvulas. Deben abrirse todas las válvulas de purga, drenaje y ventilación.

El inspector no se meterá a la caldera hasta que se encuentre satisfecho de las medidas de seguridad que se han tomado. El inspector debe asegurarse que todas las ventilas, válvulas de purga y drenaje se encuentran abiertas. La temperatura interior de la caldera debe ser tal que el inspector no se exponga a temperatura y calor excesivo.

El inspector debe cerciorarse sobre la ausencia de humedad, vapores o presencia de gases inertes dentro de la caldera, sobre todo cuando la caldera ha estado fuera de servicio por mucho tiempo. Debe existir una adecuada ventilación.

El inspector debe declinar hacer su trabajo de inspector si la caldera no se preparado adecuadamente para su inspección y debe hacerse acompañar de una persona de su confianza para que lo auxilie en la incursión al interior.

6.11.1 Inspección por el lado de fuego.

Las zonas de mas alta temperatura son las susceptibles de daños y son las zonas que primeramente se deben revisar y con muchísimo mayor cuidado.

Busque evidencias de abolsamiento o marca de cavidades. Esto podría indicar corrosión resultante de condensaciones de la corriente de gases de combustión con formación de ácidos.

Busque marcas de rayas blanquiscas o depósitos blanquiscos en las uniones de los tubos. Tal vez estén flojos algunos tubos flux.

Busque grietas, ampollas, abolsamientos, fracturas, parches, partes debilitadas.

Deben revisar la tensión uniforme de los tirantes golpeándolos con un martillo, buscando un mismo tono de sonido de tumbre o sonido hueco que represente situación anómala.

Revise cuidadosamente los extremos de los tirantes. Los tirantes pueden estar rotos, agrietados o con fijación defectuosa.

En las calderas tubos de agua, no olvidar revisar con cuidado la zona donde incide mas intensamente el soplador de hollín.

Los refractarios pueden estar erosionados, fracturados, rotos o caídos.

En las calderas suspendidas el inspector debe examinar todos los soportes y mampostería de las calderas suspendidas, especialmente en los puntos en donde la estructura de la caldera se encuentre cercana a muros falsos o al piso, con el propósito de asegurarse que las cenizas u hollín depositados no bloqueen la caldera y produzcan esfuerzos excesivos en su estructura al restringir su movimiento en condiciones de operación. O sea revisar puntos de expansiones y contracciones.

6.11.2 Inspección del lado agua.

El inspector medirá el espesor de las incrustaciones y tomar una muestra de ellas. Debe buscar vestigios sólidos en partes de poca circulación, buscar evidencias de aceite; evidencias de fugas, corrosión, ampollas, abolsamientos, grietas, facturas, parches, partes quemadas o debilitadas con la misma intensidad que busco el lado de fuego.

Se debe analizar cuales son las soldaduras de mayor esfuerzo (longitudinales y transversales) en los domos, dándoles la importancia que merecen y ser mas acucioso en la observación de ellas

Revisar probables reducciones graves de espesores en el fondo de la caldera cerca de las válvulas de purga, registros pasa-mano y también cerca de la salida de vapor.

6.12 INSPECCIÓN DE INTEGRIDAD

El objetivo es constatar que la caldera reúne las condiciones de hermeticidad necesarios.

6.12.1 Prueba Hidrostática

Esta inspección es costosa por interrupción en la generación de vapor e importante por la que representa. Sin embargo es necesario advertir que el concluirlo con éxito, no es garantía absoluta de seguridad.

Por su importancia al momento de llevarla a cabo, es necesaria la presencia de los representantes de mas alto nivel de la empresa, la representación sindical, la representación de la comisión mixta de seguridad e higiene, y el inspector. Siempre debe levantarse un acta particular de este evento.

El inspector debe comprobar personalmente o exigir una medición actualizada de espesores que puede ser por ultrasonido industrial. Esta comprobación debe hacerse antes de proceder a la prueba hidrostática.

La responsabilidad del inspector es descubrir fugas o deformaciones de las partes sujetas a presión de la caldera.

El equipo y útiles necesarios para realizar la prueba hidrostática son los siguientes :

- * Bomba manual de desplazamiento positivo de émbolo equipada con tubería conexiones y válvula "check" para presión adecuada (válvula de retención o unidireccionales).
- * Tapones y bridas de los tamaños necesarios.
- * Válvula de purga de aire.
- * Manómetro de rango adecuado (mínimo de 1.5 la presión máxima de trabajo calculada en el plano autorizado) en unidades métricas o internacionales.
- * Cinta de teflon.
- * Lampara sorda (lampara de pilas).
- * Herramientas necesarias para la posible reparación del equipo (apriete de tubos flux).

Para realizar la Prueba Hidrostática, el generador de vapor se deberá prepara de la siguiente manera:

- a) El equipo obviamente no deberá estar funcionando y el agua de alimentación deberá estar a una temperatura máxima de 40 °C.
- b) El manómetro empleado para esta prueba deberá ser de un rango de 1.5 veces la presión máxima de trabajo calculada en el plano de documentos autorizados.
- c) Los controles automáticos, conexiones eléctricas, sistemas de alimentación de combustible y el quemador deberán estar desconectados.
- d) En calderas tipos tubos de humo, se deben abrir ambas tapas y deshollar la fluxería y para los generadores de vapor actuobular, los fluxes, domos, etc. deben estar limpios y ser visibles con facilidad.
- e) Quitar las válvulas de seguridad y colocar en su lugar una válvula de purga de aire.
- f) Cerrar perfectamente la válvula de suministro de vapor o en su defecto, colocar una brida ciega en lugar de dicha válvula.
- g) Instalar una bomba manual para prueba hidrostática en la conexión del sistema de alimentación de agua del generador de vapor. Preferentemente la bomba para prueba hidrostática que se emplea, deberá ser del tipo manual de desplazamiento positivo de émbolo o pistón.
- h) Llenar la caldera con agua a temperatura no mayor a 40°C (se puede utilizar la propia bomba de la caldera) y purgar todo el aire. Procurar que el equipo este perfectamente cerrado en todos sus registros (salidas, purgas conexiones, etc.) se tendrá especial cuidado que los empaques asienten perfectamente para que "lloren" al momento de la prueba.
- i) Aumentar la presión utilizando la bomba manual de pistón.

6.12.2 Hermeticidad en cámara de gases de combustión.

A las calderas tubos de agua que operan con presión positiva en el interior del horno, se les hace una prueba neumática de hermeticidad en la cámara de gases de combustión a una presión 1.5 veces mayor a la presión estática máxima desarrollada por el ventilador tiro forzado. Obviamente no debe existir abatimiento de la presión neumática en 15 minutos.

6.12.3 La Secretaría del Trabajo y Previsión Social Subsecretaría "A" emite una publicación titulada "documentación requerida para el desahogo de inspecciones de generadores de vapor, recipientes sujetos a presión y calderas" conteniendo además un instructivo para llevar a cabo la prueba hidrostática, y prueba hidrostática neumática. Se debe revisar tal instructivo.

6.13 INSPECCIÓN DE CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.

6.13.1 Los equipos deben ser instalados en lugares en donde los riesgos sean mínimos considerando los procesos, las condiciones de operación e instalación, los fluidos utilizados y las atmósferas circundantes al equipo, resguardados de impactos por maquinaria o equipo móvil, de acuerdo con los estándares y las normas oficiales mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-005-STTPS-1993, NOM-008-STPS-1993 Y NOM-009-STPS-1993. En las subestaciones eléctricas las condiciones de seguridad e higiene se sujetaran a la NOM-001-SEMP-1994.

6.13.2 Las estructuras que soporten a los equipos deben ser construidas para resistir los esfuerzos transmitidos a ellas por cargas o expansiones de los equipos. Cuando se encuentren expuestas a cualquier fuente de calor o corrosión, deben construirse y protegerse para que no sean afectadas

6.13.3 La presión de operación de los equipos no debe exceder a la presión de calibración de las válvulas de seguridad señalada en la autorización de los mismos.

6.13.4 Los equipos deben instalarse libres de impactos y vibraciones, con iluminación y ventilación permanente, adecuadas a los procesos que realicen conforme a las NOM-016-STPS-119, NOM-024-STPS-1993 y NOM-025-STPS-1993.

6.13.5 Los pisos y accesos a los equipos deben mantenerse libres de obstáculos y materiales que entorpezcan el libre acceso, de tal manera que sea posible realizar fácilmente maniobras en su cercanía.

6.13.6 Los accesos a los dispositivos de seguridad y equipos auxiliares deben mantenerse libres en todo momento.

6.13.7 Los generadores de vapor o calderas deben ser instalados en locales o áreas destinadas específicamente para ellos.

6.13.8 Los generadores de vapor o calderas deben instalarse de tal manera que cuenten con un espacio mínimo de 1.5 m entre el techo del local y la parte mas alta del equipo, afín de permitir efectuar reparaciones, inspecciones, ajustes y pruebas.

6.13.9 Los generadores de vapor o calderas deben instalarse entre ellos o entre las divisiones que limitan el local, con un espacio mínimo de un metro a partir del cuerpo de la caldera o del accesorio mas sobresaliente, de tal manera que permita al personal efectuar la operación y las reparaciones sin dificultad.

6.13.10 Los depósitos de combustibles para el abastecimiento de los generadores de vapor o calderas deben cumplir las condiciones de seguridad de acuerdo a las NOM-002-STPS-1993, NOM-005-STPS-1993 y NOM-022-STPS-1993.

6.13.11 El generador de vapor o caldera, independientemente de que opere en forma manual o automática debe estar vigilado permanentemente durante el tiempo que este en operación

6.14 INSPECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LOS EQUIPOS.

6.14.1 Los generadores de vapor o calderas deben contar cuando menos con una válvula de seguridad calculada técnicamente para evitar riesgos durante la operación del equipo, cuyas características estén de acuerdo con las condiciones de operación.

6.14.2 Las válvulas de seguridad de los generadores de vapor o calderas deben instalarse en la parte superior de los mismos y tener la capacidad de descarga acorde al flujo de desfogue teórico.

6.14.3 La presión de la calibración de las válvulas de seguridad utilizadas en ningún caso debe rebasar la presión de trabajo máxima permisible.

6.14.4 Los generadores de vapor o calderas deben tener al menos un manómetro graduado en Kg/cm², kPa o bar, calibrado periódicamente, conectado a la cámara de vapor de tal manera que no este sujeto a vibraciones y ofrezca una visión clara y libre de obstáculos.

6.15 REVISIÓN DE MEMORIA DE CALCULO.

Por seguridad del propio inspector se tiene que hacer la revisión de memoria de calculo comprende los siguientes aspectos :

Superficie de calefacción total desglosada en tubos flux, hogar y espejos con dos subtotaes.

Superficie de calefacción en radiación y superficie de calefacción en convección.

Espesor de cuerpo y presión máxima interna de trabajo según PG 27.2.2 A.S.M.E.

Espesor del hogar PFT 18.1 A.S.M.E.

Espesor de espejos (PFT 9.2.1) A.S.M.E.

Espesor de los tubos flux.

Tirantes-Diámetro, paso y numero de tirantes según PG 23.1, PG 46.1 y PFT-24 A.S.M.E.

Área que debe atirantarse según PFT-24 A.S.M.E.

Área de boquillas para válvulas de seguridad según PG-67.1 PFT A.S.M.E.

No confundir área de la conexión (o boquilla) para válvula de seguridad, con área del orificio de válvula de seguridad, ni con tamaño de válvulas de seguridad.

Nota : Si la caldera efectivamente tiene estampado el sello ASME, se omiten los cálculos de resistencia mecánica.

Si la caldera fue construida bajo un código de construcción distinta de A.S.M.E., la revisión de calculo se deberá realizar de acuerdo al código de construcción referido por el usuario.

REGLAS PARA INSPECCION

GENERALES.

C3.101 A todas las calderas de fuerza se les debe hacer una inspección interior anualmente, como requisito por ley una ó más inspecciones externas - por año por inspectores estatales o municipales según su jurisdicción o por inspectores de la compañía de seguros que tengan la responsabilidad del riesgo. A todos los inspectores se les llamará en lo subsecuente "Inspectores autorizados". Es aconsejable que un inspector de la planta acompañe al inspector autorizado al efectuar estas inspecciones.

C3.102 Inspecciones similares deberán efectuarse por la persona responsable de la planta de calderas ó por su representante autorizado, quien será designado como " Inspector de la planta". Tales inspecciones serán complementarias a las hechas por los inspectores autorizados y no deberá considerarse que reemplazan ó substituyen a las inspecciones realizadas por los inspectores autorizados. Los inspectores de la Planta deberán guiarse por las reglas dadas en los párrafos C3.103 a C3.106 inclusive.

C3.103 El inspector de la planta deberá tener disponible para consulta de los inspectores autorizados si lo requieren todos los datos relativos al generador de vapor, tales como los de diseño, dimensiones, edad de la caldera y datos particulares como son: Defectos observados previamente, modificaciones ó reparaciones hechas.

C3.104 Se conservará un reporte de cada inspección, en forma uniforme para que cualquier cambio de condición pueda ser detectado y comparado, especialmente en lo que se refiere a: Espesores de incrustación, corrosión, erosión, rajaduras y otras condiciones poco comunes ó anormales.

C3.105 En los intervalos de inspección de los inspectores autorizados, el inspector de la planta deberá hacer una cuidadosa observación de la opera-

ción y de las condiciones de la caldera y deberá reportar inmediatamente al ingeniero supervisor de la planta o a la superintendencia de la misma cual --quier defecto serio, condiciones dudosas ó sucesos anormales. La superintendencia de la planta a su vez deberá notificar a la agencia autorizada de inspección y solicitar que la inspección autorizada sea efectuada.

C3.105 Cuando exista un desperfecto en las partes a presión que requiera reparación por procedimientos cubiertos por el Código, tales como soldaduras, un inspector autorizado deberá ver el desperfecto y aprobar la forma en que se hará la reparación. Después de una reparación importante aprobada por el inspector autorizado, se efectuará una prueba hidrostática.

PREPARACION PARA INSPECCION.

C3.201 La inspección externa no requiere una preparación especial con excepción de las facilidades que deberán darse al inspector como es el acceso conveniente a la caldera y sus conexiones.

C3.202 Una inspección externa por el inspector autorizado comprenderá el examen de la caldera, sus accesorios, auxiliares y conexiones, mientras --esté en servicio. Una forma de hacer el examen preliminar es la observación --de la operación y del mantenimiento que se dá normalmente a la caldera.

C3.203 La inspección interna requerirá una preparación mayor, principalmente enfriamiento adecuado, apertura de la unidad, junto con una perfecta limpieza de las partes a presión expuestas a fuego y del material refractario. Es preferible que las superficies de los domos y tubos (lado agua) no se limpien, hasta después de que el inspector autorizado haya tenido la oportunidad de ver en que condiciones se encuentran, a menos que se haya acordado lo contrario.

C3.204 Antes de abrir los registros de hombre ó de mano, y entrar a --parte alguna de la caldera, deberán cerrarse las válvulas de bloqueo de vapor

y de no retorno, de preferencia asegurarse ó etiquetarse, y se deberán abrir los drenajes ó grifos, entre las dos válvulas. Las válvulas de alimentación y de no retorno de la línea de agua de alimentación deberán estar cerradas y aseguradas y las válvulas de drenaje ó grifos entre las dos válvulas abiertas. Después de vaciar la caldera, las válvulas de purga deberán cerrarse y asegurarse. Las líneas de purga, si es posible, deberán desconectarse entre las partes de presión y las válvulas. Todas las líneas de drenaje y venteo deberán abrirse a la atmósfera.

C3.205 El inspector de la planta entrará a los domos de la caldera para hacer una inspección personal de las condiciones en que se encuentra, pero antes debe estar seguro de que se han ventilado debidamente.

C3.206 Las paredes, mamparas, tubos y domos serán deshollinados completamente y se removerán cenizas y hollín para dar oportunidad al inspector de que examine todas las partes completamente.

C3.207 Donde se tengan sopladores de hollín accionados por vapor, éstos pueden ser operados inmediatamente antes de apagar la caldera, para darles una limpieza a las superficies externas que posteriormente se van a examinar. No es recomendable operar los sopladores después de apagar el fuego debido a que puede ocurrir una explosión.

El tiro del hogar debiera aumentar arriba de lo normal para facilitar la limpieza mientras los sopladores están funcionando.

C3.208 Todos los quemadores deberán apagarse y las líneas de suministro de combustible deben cerrarse y asegurarse siempre que sea posible. Cuando se use petróleo, los atomizadores serán desmontados de los quemadores. Cuando se use gas, la línea de alimentación será bloqueada ó se quitará una sección de tubería entre la válvula de bloqueo y el quemador.

C3.209 Cuando la caldera y el refractario se han enfriado lo suficiente para evitar desperfectos en la caldera ó para evitar el endurecimiento por calor de los depósitos internos que puedan estar presentes en las superficies

de calentamiento, se recomienda que la caldera sea vaciada mientras se tenga calor suficiente que haga secar el interior de la caldera, al ventilarla -- abriendo los registros de hombre y de mano.

INSPECCION DE LAS SUPERFICIES INTERNAS Y OTRAS PARTES.

C3.301 La inspección interna de la caldera por el inspector autorizado debe incluir el examen de la estructura física con objeto de determinar si se encuentra en buenas condiciones cuando está en servicio.

La inspección cubrirá las condiciones de las calderas ó generadores de vapor que puedan incluir calderas, paredes de agua sobrecalentadores, recalentadores y economizadores con sus conexiones, lo mismo que las líneas de vapor, agua y purga con sus conexiones y válvulas como lo especifica el Código de calderas. La inspección particularmente incluirá una revisión de los defectos y reparaciones efectuadas de acuerdo con las notas de los reportes de inspección- hechos con anterioridad.

C3.302 Después de que los domos, tubos y otras partes sujetas a presión han sido examinadas en cuanto a depósitos e incrustaciones, todas estas superficies deben limpiarse perfectamente en su interior ya sea lavándolas ó por métodos mecánicos ó químicos, a fin de presentar la superficie limpia del metal para la inspección del inspector autorizado. Cuando se emplee un método de limpieza a base de sustancias químicas, deberá hacerse un lavado generoso en las partes a presión para quitar todos los residuos de las sustancias químicas. Mientras se efectúa el lavado químico de los interiores de la caldera deben tomarse las precauciones necesarias de seguridad y procurar bastante ventilación al sistema. En estas precauciones debe incluirse evitar salpicaduras en el concreto, ladrillos, etc., especialmente durante el vaciado; y la protección del personal con gafas, careta, guantes de hule y otras ropas de protección, mientras esté expuesto a las sustancias químicas. Después de limpiar las partes sueltas de incrustaciones y depósitos acumulados, serán retirados de la caldera y de las partes sometidas a presión. El refractario deberá secarse cuidadosamente al encender la caldera nuevamente.

C3.303 De ser posible, se deberán usar lámparas de 32 V, ó menos, portátiles, alimentadas por un transformador ó por acumuladores. Solamente se usarán cables de extensión debidamente aprobados, con conexiones a prueba de agua; para las lámparas y todas las conexiones, deberán hacerse fuera de la caldera. Los focos estarán protegidos con cubiertas a prueba de explosión. Los portalámparas, las cubiertas de las lámparas y accesorios deberán estar debidamente conectadas a tierra.

C3.304 Se examinarán todas las conexiones de vapor, alimentación y drenajes para ver que estén limpios y en buenas condiciones de trabajo.

C3.305 Se hará cuidadoso examen del interior de la caldera para descubrir grietas, soportes rotos, corrosión, erosión, incrustaciones y partes adelgazadas en los domos. La parte de vapor del domo será examinada para descubrir señales de grasa, aceite ó depósitos similares.

C3.306 El interior de los tubos se examinará para descubrir incrustaciones ó depósitos. El espacio entre tubos, en el caso de una caldera con tubos de humo, deberá examinarse colocando una lámpara entre los tubos con objeto de asegurarse que no hay restricción, en la circulación del agua. En las calderas de tubos de agua, se examinarán los extremos de los tubos para ver si hay desgaste de metal, si hay signos de fragilización y si hay tubos cortos.

C3.307 Cuando se usen paredes de agua, los registros de mano deberán abrirse en los cabezales inferiores. Estos cabezales deberán ser examinados para ver si hay depósitos y limpiarlos si es necesario, para evitar fallas en las paredes de agua en el arranque.

C3.308 Deberán inspeccionarse las condiciones de los tubos internos de agua de alimentación y de los canales a lo largo de los mismos, si se usan. Los tubos y filtros secadores si existen, deberán ser examinados para ver si sus aberturas y perforaciones están libres de depósitos. Todos los accesorios interiores serán examinados para ver si hay conexiones flojas y empaquetaduras en malas condiciones ó faltantes.

C3.309 En la cara interior de las juntas remachadas, deberán examinar-

se las condiciones del remachado, adelgazamiento, corrosión, grietas y otras fallas. El inspector de la planta debe anotar cualquier erosión, corrosión ó grietas en tirantes ó refuerzos. Se hará un exámen particular en los tirantes y refuerzos soldados.

C3.310 Si se usan tapones fusibles, véase que estén en buenas condiciones y que no se usen por más de un año como lo previene el párrafo A-19 de -- la Sección I del Código. Cuando la caldera esté abierta limpie y pula la superficie del tapón fusible, así como la superficie contigua al tapón. Si el metal del fusible no se ve bueno, cambie el tapón fusible; nunca rellene el tapón si no es con metal nuevo de la calidad especificada en el párrafo A-19-(Secc.1).

INSPECCION DE SUPERFICIES EXTERNAS Y OTRAS PARTES

C3.401 El inspector de la planta examinará la caldera para verificar su alineamiento, anotando si ha habido alguna tendencia de asentamiento, desnivel ó movimiento anormal, evidenciados por el desplazamiento del domo ó algunas de las partes a presión. Comprobará que se tiene provisión adecuada para expansión y contracción de la caldera y su recubrimiento, y que todos los soportes están en buenas condiciones para soportar la carga que actúa sobre ellos. Se recomienda colocar marcas permanentes de referencia en los domos -- y cabezales para comprobar sus posiciones en frío y en caliente. Las juntas de expansión selladas con agua, entre el hogar y el depósito de cenizas, deberán ser examinadas para ver si hay fugas en la mampara y acumulación de lodos.

C3.402 Se hará un examen para comprobar si hay corrosión en el exterior del domo ó de los tubos y que no haya fugas en los techos, chimeneas, válvulas ó tuberías. Las líneas de drenaje y tubos cubiertos por mampostería deberán ser periódicamente descubiertos para ver si se presenta corrosión externa.

C3.403 La inspección de las calderas de tubos de humo deberán incluir la revisión de cualquier efecto por golpeo de flama en las placas secas, par-

ticularmente en el arco posterior de retorno de las calderas tubulares, el cual deberá estar completamente libre de la placa posterior de los tubos y -- provisto con láminas de metal ó cordón de asbesto para cerrar el claro. Los -- tirantes y las cabezas de los remaches deben ser examinados para ver si hay -- fugas ó pérdidas de material. Cuando los tirantes están cubiertos por mampos- -- tería ó con aislamiento, periódicamente se recomienda que sean descubiertos -- para examinarlos y probarlos. Los soportes de acero, tirantes y varillas de -- sujección deberán examinarse para verificar su estado y la posibilidad de que -- estén corridos de su lugar.

C3.404 El inspector de la planta deberá reportar la falta de orden y -- limpieza. Los materiales para reparación ó para mantenimiento no deberán alma -- cenarse de manera que obstruyan el acceso adecuado al generador de vapor, en -- volvente ó quemadores y equipo auxiliar. Cualquier fuga de vapor ó agua debe -- rá ser reportada al supervisor. Si la fuga es en el cuerpo, domo, ó en otra -- parte que nó sean tubos ó uniones de tubería, esto puede ser causa de paro in -- mediato e investigación correspondiente.

C3.405 Debe hacerse un examen cuidadoso en la válvula ó válvulas de -- seguridad, sus conexiones a la caldera, tubos de escape, drenajes y soportes. -- Todas las aberturas deberán estar libres y limpias. Las válvulas serán proba -- das de acuerdo con las instrucciones dadas para la planta en particular.

C3.406 Los accesorios de la caldera, tales como cristales de nivel, -- grifos, indicadores y columna de agua, controles de nivel, alarma de bajo ni -- vel ó de disparo, purgas y válvulas de alimentación y válvulas de no retorno -- deberán ser examinadas y probadas a períodos regulares como lo establezca el -- inspector autorizado ó los Códigos del Estado. Los manómetros de la caldera -- y manómetros patrones deberán ser comprobados contra otro manómetro confia -- ble en el mismo sistema ó comparados con otro patrón correctamente calibrado. -- Los grifos de la columna de agua, purga e indicador, control de nivel, alarma -- bajo nivel ó disparo deberán ser examinados y probados frecuentemente cuando -- las condiciones del agua de la caldera son tales que pueda haber obstrucción -- de conexiones pequeñas.

C3.407 El inspector entrará al hogar para revisar el exterior de los tubos, domos, refractario y deflectores (mamparas).

C3.408 Cuando se usen sopladores de hollín, el inspector los examinará así como los tubos de la caldera donde actúan los sopladores para comprobar que no hay erosión debida a la descarga de los sopladores.

C3.409 El inspector deberá examinar el refractario para ver si hay grietas, asentamientos y ladrillos flojos, que puedan recargarse indebidamente en las diversas partes de la caldera. Cuando se use tabique refractario como aislante de la estructura de acero, deberá examinarse para ver que se encuentre en buenas condiciones y que el espacio para el aire, si debe existir, se mantenga. El recubrimiento refractario del hogar debe ser examinado para ver si tiene desprendimientos superficiales, grietas ó asentamientos. En las calderas de tubos de agua verticales, la pared-altar del hogar deberá inspeccionarse de manera que el domo de lodos esté debidamente protegido. En las calderas de tubos de agua rectos, ya sea que tengan cabezales seccionados ó no, las paredes frontales y posteriores deberán examinarse para estar seguros de que la parte inferior de los cabezales están debidamente protegidos. El tabique ó el refractario de protección del domo, deberá ser examinado cuidadosamente para estar seguro que las placas del domo no estén directamente expuestas a la flama ó gases. El inspector examinará las mamparas y paredes, en especial para ver que no tengan agujeros que ocasionen que se acorte el circuito de gases. Las condiciones defectuosas del refractario y ó aislamiento pueden ser detectadas durante la operación por localización de puntos calientes sobre la cubierta metálica exterior u otro recubrimiento exterior del hogar y la caldera.

C3.410 Las conexiones de purga deben ser cuidadosamente inspeccionadas por corrosión y debilitamientos en la parte donde se unen con la caldera. La cubierta protectora de ladrillo ó refractario debe estar intacta y no debe interferir con la expansión de la caldera ó tubos.

C3.411 Debe dársele particular atención a los extremos de los tubos y placas de tubos en el caso de una caldera de tubos de humo. El inspector ano

rá cualquier corrosión en las placas, signos de fugas en los tubos adelgazamiento excesivo de los tubos por expandidos repetidos y las condiciones de los extremos de los tubos de circulación y los niples del colector de lodos en las calderas de tubos de agua.

C3.412 El inspector anotará cualquier tendencia a la corrosión debida a fugas, en entradas de hombre y de mano ó en las placas de tubos en las calderas de tubos de humo.

C3.413 Se efectuará un examen de las condiciones del cabezal principal de vapor y sus conexiones a la caldera para cerciorarse que está debidamente soportado, que existen los espacios adecuados para permitir la expansión y contracción sin ocasionar esfuerzos en la caldera y que la válvula de no retorno y de bloqueo están en buenas condiciones de trabajo y localizadas en tal forma, que no se formen bolsas en su conexión; que retengan agua, a menos que estén drenadas adecuadamente.

C3.414 El inspector anotará la posición del indicador de nivel de agua y sus grifos, para estar seguro de que las conexiones de la columna de agua drenan hacia la caldera. En las calderas de tubos de humo, comprobará la posición del cristal de nivel de agua, nivelándolo a la altura de la hilera superior de tubos ó de la posición del tapón fusible.

C3.415 Compruebe todas las líneas de conexión y los soportes exteriores para verificar que tengan la tensión debida y su alineamiento sea correcto. Cuando los cimientos de la caldera sean independientes de los cimientos del edificio, las juntas en las conexiones de vapor y alimentación pueden ser desconectadas una vez al año ó puede emplearse algún otro método para comprobar un posible asentamiento.

CUIDADO Y ADMINISTRACION.

C3.501 El inspector de la planta anotará particularmente cualquier evidencia de descuido en el mantenimiento y operación de la caldera y sus auxiliares.

C3.502 El inspector de la planta deberá recomendar inmediatamente el remedio a cualquier condición insegura ó práctica indeseable, que pueda descubrirse y reportará rápida y completamente los resultados obtenidos de su inspección a sus superiores inmediatos.

C3.503 El inspector de la planta deberá recibir una copia de los reportes de las inspecciones hechas por los inspectores autorizados y vigilará que todas las recomendaciones sean puestas en práctica inmediata y cuidadosamente.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**



COORDINACIÓN DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

CURSO

“CUIDADO E INSTALACIÓN DE CALDERAS”

** complemento*

Ing. Gil Zárate Aguilar

19 al 23 de octubre de 1998.

Hgc/JVR/AMB

60p

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

TEMARIO

I.- GENERALIDADES Y CONOCIMIENTOS MÍNIMOS

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Consideraciones teóricas
- 1.3.- Clasificación de calderas
- 1.4.- Calderas tipo tubos de fuego

II.- INSTALACIÓN TÍPICA DE CALDERAS

- 2.1.- Sistema de alimentación de agua
- 2.2.- Sistema de alimentación de combustible
- 2.3.- Sistema de aire
- 2.4.- Sistema de purgas
- 2.5.- Sistema de alimentación de energía eléctrica
- 2.6.- Sistema de control

III.- TIPOS DE COMBUSTIBLES Y COMBUSTIÓN

- 3.1.- Combustibles utilizados comunmente en México
- 3.2.- La combustión
- 3.3.- Normas ecológicas

IV.- PROCEDIMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA Y PRECAUCIONES DURANTE EL PROCESO DE ARRANQUE

- 4.1.- Actividades y pruebas antes del arranque
- 4.2.- Pruebas de seguridad despues del arranque
- 4.3.- Indicadores importantes en la operación de calderas
- 4.4.- Parámetros que se anotan en la bitácora

V.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 5.1.- Diario
- 5.2.- Semanal
- 5.3.- Mensual
- 5.4.- Trimestral
- 5.5.- Semestral

VI.- FALLAS MAS COMUNES

- 6.1.- No enciende la caldera
- 6.2.- Enciende la caldera pero se apaga
- 6.3.- Caldera produce humo blanco
- 6.4.- Caldera produce humo negro

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

I.- GENERALIDADES Y CONOCIMIENTOS MÍNIMOS

1.1.- Introducción

El vapor es ampliamente utilizado para calefacción, para secar pastas, para evaporar disoluciones químicas, para procesos de calentamiento, para mover turbinas, máquinas y bombas, para realizar miles y miles de procesos en todas las ramas de la industria.

El vapor es utilizado en estos casos, simplemente porque existe una necesidad de calor y energía al mismo tiempo y el vapor es la manera más adecuada y económica de transportar grandes cantidades de calor y energía.

El vapor es fácil de producir ya que se obtiene del agua y generalmente se requiere de un recipiente adecuado para producirlo industrialmente, este recipiente es una CALDERA o un GENERADOR DE VAPOR.

El hombre es la materia prima fundamental de la operación y el mantenimiento de cualquier máquina. Su calidad depende de su honradez, su sentido de responsabilidad y sus conocimientos.

En el campo de las calderas nadie debe atenerse a ningún dispositivo por automático y perfeccionado que sea, si no tiene la supervisión directa de personal humano bien capacitado. Hasta ahora, nada suple al hombre en este campo. Nunca trabaje la caldera sin operador, salvo que la controle por computadora.

Las microcomputadoras que por su precio son accesibles para esta clase de trabajos, pueden eliminar la operación y supervisión directa, pero no las indirectas ni el mantenimiento preventivo de las calderas. Además, la operación por computadora exige un mantenimiento muy cuidadoso del equipo automático de control, que por otra parte es más variado y más sofisticado.

Las calderas automáticas modernas facilitan las labores de los fogoneros que así pueden desarrollar mejor un plan más completo y eficaz de vigilancia y de mantenimiento preventivo, pero no se debe prescindir de ellos.

Sólo cuando se haya comprobado que les sobra tiempo después de realizar un plan completo de observación, operación, vigilancia y mantenimiento preventivo de toda la sala de calderas; se les podrá encargar otras funciones compatibles con sus responsabilidades primarias.

Es imprescindible que el personal de operación y mantenimiento tenga claramente definidas sus funciones y responsabilidades, y que ambos sepan lo que deben hacer y por qué lo deben hacer.

Un elemento decisivo del sentido de responsabilidad, es la importancia que la persona atribuye al equipo a su cargo y a sus propias funciones, y esta depende en gran parte de la actitud de la empresa.

Tomar las medidas necesarias para que la sala de calderas tenga buen aspecto, sea fácil de mantenerse aseada y en orden, que haya un sitio donde el personal pueda guardar sus propiedades personales y además, muebles para refacciones, herramientas, útiles de aseo, y todo lo que pueda ser necesario.

Poner especial atención en la localización y amueblado del sitio que ocupará el operador ordinariamente, para que se adapte a todas las actividades que deberá desarrollar y que sea lo más cómodo posible.

Por último, establecer el correspondiente sistema de reportes, donde se llevara el control de las actividades realizadas por el operador y determinar la persona que debe recibirlos, supervizarlos y tomar las medidas adicionales que vayan siendo necesarias.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE CONOCIMIENTOS MÍNIMOS EN CALDERAS

1.- ¿ Que es una caldera ?

Es un recipiente a presión, transmisor de calor, que aprovechando el calor liberado por un combustible, produce vapor y/o agua caliente.

2.- ¿ Que entiende por calor ?

Es energía térmica en transición de un cuerpo a otro ocasionado por diferencia de temperaturas entre ellos.

3.- ¿ Que entiende por temperatura ?

Es el estado térmico de un cuerpo considerado con referencia a su potencial para comunicar calor a otros cuerpos.

4.- ¿ Que entiende por entalpia ?

Es la cantidad de calor (energía) que se le comunica a un cuerpo a presión constante. Dicho en otras palabras, es la cantidad de calor total que tiene la unidad de peso de un fluido, en su estado líquido o en su fase de vapor. Se mide en Kcal/kg o Btu/lbs. La entalpia se consigna en las tablas de propiedades termodinámicas de los vapores.

5.- ¿ Que entiende por calor sensible ?

Es la cantidad de calor (energía) necesario para llevar un líquido a su temperatura de ebullición. Este calor es el que " se siente ", el que percibe un termómetro ordinario.

6.- ¿ Que entiende por calor latente de vaporización ?

Es la cantidad de calor (energía) necesario para que un líquido a temperatura de ebullición se convierta en vapor seco y saturado sin aumentar su temperatura. En una caldera, la temperatura de agua es exactamente la misma que la del vapor, sea éste húmedo o seco.

Por conveniencia, todos los conceptos relativos a los vapores de agua se refieren a las condiciones de presión al nivel del mar. En la figura No. 1, se muestra cómo un Kg de agua (1 lt) al cual se le va agregando calor (calor sensible), alcanza la temperatura de 100° C (punto de ebullición) y adquiere una energía (cantidad de calor) de 100 Kcal/kg. A partir de ese instante, no subirá más la temperatura y todo el calor (calor latente), que cedamos al agua se utilizará únicamente en cambiar de estado (líquido a vapor), hasta que todo el litro de agua (1 kg) se haya evaporado en su totalidad. Entonces el kg de vapor tendrá almacenada una energía de 640 Kcal.

7.- ¿ Que entiende por presión ?

Es la unidad de fuerza ejercida por unidad de área.

8.- ¿ Que entiende por presión barométrica o atmosférica ?

Es la presión que ejerce la atmósfera sobre todos nosotros y se mide con un barómetro; Su valor es menor a medida que la altura sobre el nivel del mar es mayor, y es mayor a medida que nos aproximamos al nivel del mar.

9.- ¿ Que entiende por presión manométrica ?

Es la presión diferencial arriba o abajo de la atmosférica y se determina con un manómetro o vacuómetro.

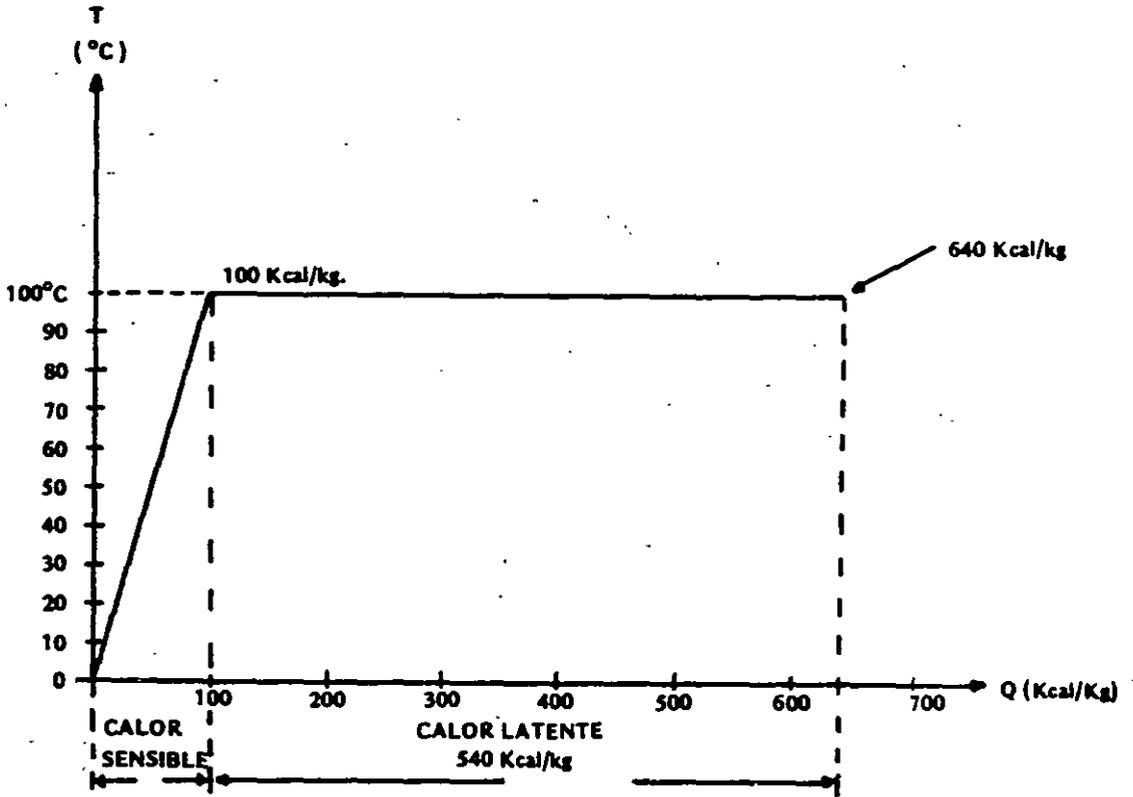


FIG. 1

10.- ¿ Que entiende por presión absoluta ?

Es la suma algebraica de la presión barométrica mas la presión manométrica.

Ejemplo: Al nivel del mar puede estar operando una caldera a 10 Kg/cm² de presión marcada por el manómetro, si sabemos que la presión atmosférica al nivel del mar es de 1.033 Kg/cm², ¿ cual será la presión absoluta?

$$P_a = 10 + 1.033 = 11.033 \text{ Kg/cm}^2$$

Si la misma caldera produce vapor de 10 Kg/cm² en la Ciudad de México (la presión atmosférica es de 0.79 Kg/cm²), ¿ cual será la presión absoluta ?

$$P_a = 10 + 0.79 = 10.79 \text{ Kg/cm}^2$$

De lo anterior se desprende que el comportamiento termodinámico de los vapores en algunas de sus variables depende de la presión absoluta y no de la relativa.

El punto de ebullición del agua se ve afectado por la presión, esto es que a mayor presión es mayor el punto de ebullición y viceversa.

Al nivel del mar el agua hierve (se satura) a 100° C.

A la altura de la Cd. de México el agua hierve (se satura) a 93° C.

Por lo tanto, si el agua de una caldera, se somete a presión, su punto de ebullición aumenta. Esta relación de presión y temperatura la encontramos en la tabla de vapor saturado (anexa).

11.- ¿ En que unidades se debe medir la capacidad térmica de una caldera ?

En el numero de Kcal/h ó Kjoule/h transmitidos y aprovechados por el agua y vapor.

1 Kj = 0.238846 Kcal.

12.- Prácticamente ¿ en que unidades se especifica la capacidad térmica de una caldera y porque ?

En la practica se acostumbra especificar la capacidad térmica de una caldera en " Caballos Caldera " ó en toneladas de vapor/h producidos. Esto es por facilidad de manejo en reducido numero de dígitos indicados al expresar su capacidad y por razones históricas desde su aparición en la revolución industrial.

13.- ¿ Que entiende por "caballo caldera" ?

Es la evaporación de 15.65 Kg/h de agua, partiendo desde líquido a 100° C hasta vapor de 100° C, ó sea la transmisión y absorción de calor equivalente a 8450 Kcal/h.

1 c.c. = 15.65 Kg/h = 8450 Kcal/h = 33500 Btu/h = 34.5 Lb/h

14.- ¿ Cuales son las perdidas de una caldera en orden de importancia ?

- A) Perdidas por gases calientes en la chimenea
- B) Perdidas por mala combustión
- C) Perdidas por radiación y convección al exterior

15.- ¿ Que entiende por superficie de calefacción ?

Es el área metálica transmisora de calor, la cual esta expuesta simultáneamente por ambos lados tanto el fluido que cede calor como al que lo absorbe.

TABLAS DE VAPOR SATURADO

Presión en Kg/cm ² Absoluta	Presión de Manómetro en Kg/cm ²	Temperatura del vapor en ° C	Calor sensible Kcal /Kg	Calor latente Kcal./Kg	Calor total Kcal /Kg	Volumen m ³ /Kg
0,02	- 0,98	17,21	17,24	587,6	604,8	68,27
0,04	- 0,96	28,64	28,65	581,1	609,7	35,46
0,06	- 0,94	35,82	35,81	577,1	612,9	24,19
0,08	- 0,92	41,16	41,14	574,1	615,2	18,45
0,10	- 0,90	45,45	45,41	571,6	617,0	14,95
0,15	- 0,85	53,60	53,54	567,0	620,6	10,21
0,25	- 0,75	64,56	64,49	560,6	625,1	6,322
0,50	- 0,50	80,86	80,81	550,8	631,6	3,301
0,75	- 0,25	91,27	91,26	544,3	635,6	2,258
1,00	0, -	99,1	99,04	539,68	638,72	1,7224
1,1	0,1	101,7	101,79	537,93	639,72	1,5801
1,2	0,2	104,2	104,26	536,37	640,63	1,4543
1,4	0,4	108,7	108,79	533,57	642,26	1,2592
1,6	0,6	112,7	112,87	530,79	643,66	1,1112
1,8	0,8	116,3	116,51	528,42	644,93	0,9954
2,0	1,0	119,6	119,83	526,21	646,04	0,9019
2,5	1,5	126,8	127,14	521,27	648,41	0,7311
3,0	2,0	132,9	133,35	516,96	650,31	0,6161
3,5	2,5	138,2	138,78	513,16	651,94	0,5332
4,0	3,0	142,9	143,62	509,71	653,33	0,4701
5,0	4,0	151,2	152,06	503,57	655,63	0,3814
5,5	4,5	154,8	155,79	500,81	656,60	0,3486
6,0	5,0	158,1	159,26	498,22	657,48	0,3207
6,5	5,5	161,2	162,53	495,76	658,29	0,2975
7,0	6,0	164,2	165,59	493,44	659,03	0,2773
7,5	6,5	166,9	168,49	491,22	659,71	0,2600
8,0	7,0	169,5	171,24	489,10	660,34	0,2445
8,5	7,5	172,1	173,86	487,07	660,93	0,2309
9,0	8,0	174,5	176,36	485,12	661,48	0,2186
9,5	8,5	176,8	178,76	483,24	662,00	0,2077
10,0	9,0	179,1	181,01	481,43	662,49	0,1978
11,0	10,0	183,3	185,41	477,98	663,39	0,1806
12,0	11,0	187,1	189,48	474,71	664,19	0,1663
13,0	12,0	190,8	193,32	471,59	664,91	0,1541
14,0	13,0	194,2	196,94	468,62	665,56	0,1435
15,0	14,0	197,4	200,37	465,79	666,16	0,1345
16,0	15,0	200,5	203,63	463,08	666,71	0,1264
17,0	16,0	203,4	206,74	460,48	667,22	0,1192
18,0	17,0	206,2	209,71	457,99	667,70	0,1129
19,0	18,0	208,9	212,56	455,57	668,13	0,1071
20,0	19,0	211,4	215,30	453,23	668,53	0,1019
21,0	20,0	213,9	217,94	450,96	668,90	0,0972
22,0	21,0	216,3	220,49	448,75	669,24	0,0929
23,0	22,0	218,6	222,96	446,59	669,55	0,0889
24,0	23,0	220,8	225,36	444,48	669,84	0,0853
25,0	24,0	223,0	227,69	442,42	670,11	0,0821
26,0	25,0	225,0	229,96	440,41	670,37	0,0789
27,0	26,0	227,1	232,17	438,44	670,61	0,0761
28,0	27,0	229,1	234,33	436,51	670,84	0,0733
29,0	28,0	231,0	236,44	434,62	671,06	0,0706
30,0	29,0	232,9	238,51	432,76	671,27	0,0683
31,0	30,0	234,7	240,54	430,93	671,47	0,0661
32,0	31,0	236,5	242,53	429,13	671,66	0,0639
33,0	32,0	238,3	244,49	427,36	671,85	0,0620
34,0	33,0	240,0	246,42	425,61	672,03	0,0602
35,0	34,0	241,7	248,33	423,88	672,21	0,0593

— TABLA PARA CONVERSION DE TEMPERATURA

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F				
-273	-459.4	-17.2	1	33.8	16.1	61	141.8	149	300	572	482	900	1652
-268	-450	-16.7	2	35.6	16.7	62	143.6	154	310	590	488	910	1670
-262	-440	-16.1	3	37.4	17.2	63	145.4	160	320	608	493	920	1688
-257	-430	-15.6	4	39.2	17.8	64	147.2	166	330	626	499	930	1706
-251	-420	-15.0	5	41.0	18.3	65	149.0	171	340	644	504	940	1724
-246	-410	-14.4	6	42.8	18.9	66	150.8	177	350	662	510	950	1742
-240	-400	-13.9	7	44.6	19.4	67	152.6	182	360	680	516	960	1760
-234	-390	-13.3	8	46.4	20.0	68	154.4	188	370	698	521	970	1778
-229	-380	-12.8	9	48.2	20.6	69	156.2	193	380	716	527	980	1796
-223	-370	-12.2	10	50.0	21.1	70	158.0	199	390	734	532	990	1814
-218	-360	-11.7	11	51.8	21.7	71	159.8	204	400	752	538	1000	1832
-212	-350	-11.1	12	53.6	22.2	72	161.6	210	410	770	549	1020	1868
-207	-340	-10.6	13	55.4	22.8	73	163.4	216	420	788	560	1040	1904
-201	-330	-10.0	14	57.2	23.3	74	165.2	221	430	806	571	1060	1940
-196	-320	-9.4	15	59.0	23.9	75	167.0	227	440	824	582	1080	1976
-190	-310	-8.9	16	60.8	24.4	76	168.8	232	450	842	593	1100	2012
-184	-300	-8.3	17	62.6	25.0	77	170.6	238	460	860	604	1120	2048
-179	-290	-7.8	18	64.4	25.6	78	172.4	243	470	878	616	1140	2084
-173	-280	-7.2	19	66.2	26.1	79	174.2	249	480	896	627	1160	2120
-169	-273	-6.7	20	68.0	26.7	80	176.0	254	490	914	638	1180	2156
-168	-270	-6.1	21	69.8	27.2	81	177.8	260	500	932	649	1200	2192
-162	-260	-5.6	22	71.6	27.8	82	179.6	266	510	950	660	1220	2228
-157	-250	-5.0	23	73.4	28.3	83	181.4	271	520	968	671	1240	2264
-151	-240	-4.4	24	75.2	28.9	84	183.2	277	530	986	682	1260	2300
-146	-230	-3.9	25	77.0	29.4	85	185.0	282	540	1004	693	1280	2336
-140	-220	-3.3	26	78.8	30.0	86	186.8	288	550	1022	704	1300	2372
-134	-210	-2.8	27	80.6	30.6	87	188.6	293	560	1040	732	1350	2462
-129	-200	-2.2	28	82.4	31.1	88	190.4	299	570	1058	760	1400	2552
-123	-190	-1.7	29	84.2	31.7	89	192.2	304	580	1076	788	1450	2642
-118	-180	-1.1	30	86.0	32.2	90	194.0	310	590	1094	816	1500	2732
-112	-170	-0.6	31	87.8	32.8	91	195.8	316	600	1112	843	1550	2822
-107	-160	0.0	32	89.6	33.3	92	197.6	321	610	1130	871	1600	2912
-101	-150	0.6	33	91.4	33.9	93	199.4	327	620	1148	899	1650	3002
-96	-140	1.1	34	93.2	34.4	94	201.2	332	630	1166	927	1700	3092
-90	-130	1.7	35	95.0	35.0	95	203.0	338	640	1184	954	1750	3182
-84	-120	2.2	36	96.8	35.6	96	204.8	343	650	1202	982	1800	3272
-79	-110	2.8	37	98.6	36.1	97	206.6	349	660	1220	1010	1850	3362
-73	-100	3.3	38	100.4	36.7	98	208.4	354	670	1238	1038	1900	3452
-68	-90	3.9	39	102.2	37.2	99	210.2	360	680	1256	1066	1950	3542
-62	-80	4.4	40	104.0	37.8	100	212.0	366	690	1274	1093	2000	3632
-57	-70	5.0	41	105.8	43	110	230	371	700	1292	1121	2050	3722
-51	-60	5.6	42	107.6	49	120	248	377	710	1310	1149	2100	3812
-46	-50	6.1	43	109.4	54	130	266	382	720	1328	1177	2150	3902
-40	-40	6.7	44	111.2	60	140	284	388	730	1346	1204	2200	3992
-34	-30	7.2	45	113.0	66	150	302	393	740	1364	1232	2250	4082
-29	-20	7.8	46	114.8	71	160	320	399	750	1382	1260	2300	4172
-23	-10	8.3	47	116.6	77	170	338	404	760	1400	1288	2350	4262
-17.8	0	8.9	48	118.4	82	180	356	410	770	1418	1316	2400	4352
		9.4	49	120.2	88	190	374	416	780	1436	1343	2450	4442
		10.0	50	122.0	93	200	392	421	790	1454	1371	2500	4532
		10.6	51	123.8	99	210	410	427	800	1472	1399	2550	4622
		11.1	52	125.6	100	212	413.6	432	810	1490	1427	2600	4712
		11.7	53	127.4	104	220	428	438	820	1508	1454	2650	4802
		12.2	54	129.2	110	230	446	443	830	1526	1482	2700	4892
		12.8	55	131.0	116	240	464	449	840	1544	1510	2750	4982
		13.3	56	132.8	121	250	482	454	850	1562	1538	2800	5072
		13.9	57	134.6	127	260	500	460	860	1580	1566	2850	5162
		14.4	58	136.4	132	270	518	466	870	1598	1593	2900	5252
		15.0	59	138.2	138	280	536	471	880	1616	1621	2950	5342
		15.6	60	140.0	143	290	554	477	890	1634	1649	3000	5432

Entrando en la columna central con la temperatura conocida (°F o °C) léase la que se desea obtener, en la correspondiente columna lateral Ejemplo 26° C (columna central) son equivalentes a 78.8° F o bien 26° F (columna central) son equivalentes a - 3.3° C.

TABLA PARA CONVERSION DE PRESIONES

Lbs.		Kg.		Lbs.		Kg.		Lbs.		Kg.		Lbs.		Kg.	
Pulg. ²		Cm ²		Pulg. ²		Cm ²		Pulg. ²		Cm ²		Pulg. ²		Cm ²	
14.2	1	0.07	811	57	4.01	2350	165	11.6	6330	445	31.3	10310	725	51.0	
28.4	2	0.14	825	58	4.08	2420	170	12.0	6400	450	31.6	10380	730	51.3	
42.7	3	0.21	839	59	4.15	2490	175	12.3	6470	455	32.0	10450	735	51.7	
56.9	4	0.28	853	60	4.22	2560	180	12.7	6540	460	32.3	10530	740	52.0	
71.1	5	0.35	868	61	4.29	2630	185	13.0	6610	465	32.7	10600	745	52.4	
85.3	6	0.42	882	62	4.36	2700	190	13.4	6680	470	33.0	10670	750	52.7	
99.6	7	0.49	896	63	4.43	2770	195	13.7	6760	475	33.4	10740	755	53.1	
114	8	0.56	910	64	4.50	2840	200	14.1	6830	480	33.7	10810	760	53.4	
128	9	0.63	924	65	4.57	2920	205	14.4	6900	485	34.1	10880	765	53.8	
142	10	0.70	939	66	4.64	2990	210	14.8	6970	490	34.5	10950	770	54.1	
156	11	0.77	953	67	4.71	3060	215	15.1	7040	495	34.8	11020	775	54.5	
171	12	0.84	967	68	4.78	3130	220	15.5	7110	500	35.2	11090	780	54.8	
185	13	0.91	981	69	4.85	3200	225	15.8	7180	505	35.5	11170	785	55.2	
199	14	0.98	996	70	4.92	3270	230	16.2	7250	510	35.9	11240	790	55.5	
213	15	1.05	1010	71	4.99	3340	235	16.5	7320	515	36.2	11310	795	55.9	
228	16	1.12	1020	72	5.06	3410	240	16.9	7400	520	36.6	11380	800	56.2	
242	17	1.20	1040	73	5.13	3480	245	17.2	7470	525	36.9	11450	805	56.6	
256	18	1.27	1050	74	5.20	3560	250	17.6	7540	530	37.3	11520	810	57.0	
270	19	1.34	1070	75	5.27	3630	255	17.9	7610	535	37.6	11590	815	57.3	
284	20	1.41	1080	76	5.34	3700	260	18.3	7680	540	38.0	11660	820	57.7	
299	21	1.48	1100	77	5.41	3770	265	18.6	7750	545	38.3	11730	825	58.0	
313	22	1.55	1110	78	5.48	3840	270	19.0	7820	550	38.7	11810	830	58.4	
327	23	1.62	1120	79	5.55	3910	275	19.3	7890	555	39.0	11880	835	58.7	
341	24	1.69	1140	80	5.62	3980	280	19.7	7960	560	39.4	11950	840	59.1	
356	25	1.76	1150	81	5.70	4050	285	20.0	8040	565	39.7	12020	845	59.4	
370	26	1.83	1170	82	5.77	4120	290	20.4	8110	570	40.1	12090	850	59.8	
384	27	1.90	1180	83	5.84	4200	295	20.7	8180	575	40.4	12160	855	60.1	
398	28	1.97	1190	84	5.91	4270	300	21.1	8250	580	40.8	12230	860	60.5	
412	29	2.04	1210	85	5.98	4340	305	21.4	8320	585	41.1	12300	865	60.8	
427	30	2.11	1220	86	6.05	4410	310	21.8	8390	590	41.5	12370	870	61.2	
441	31	2.18	1240	87	6.12	4480	315	22.1	8460	595	41.8	12450	875	61.5	
455	32	2.25	1250	88	6.19	4540	320	22.5	8530	600	42.2	12520	880	61.9	
469	33	2.32	1270	89	6.26	4620	325	22.9	8600	605	42.5	12590	885	62.2	
484	34	2.39	1280	90	6.33	4690	330	23.2	8680	610	42.9	12660	890	62.6	
498	35	2.46	1290	91	6.40	4760	335	23.6	8750	615	43.2	12730	895	62.9	
512	36	2.53	1310	92	6.47	4840	340	23.9	8820	620	43.6	12800	900	63.3	
526	37	2.60	1320	93	6.54	4910	345	24.3	8890	625	43.9	12870	905	63.6	
540	38	2.67	1340	94	6.61	4980	350	24.6	8960	630	44.3	12940	910	64.0	
555	39	2.74	1350	95	6.68	5050	355	25.0	9030	635	44.6	13010	915	64.3	
569	40	2.81	1370	96	6.75	5120	360	25.3	9100	640	45.0	13090	920	64.7	
583	41	2.88	1380	97	6.82	5190	365	25.7	9170	645	45.3	13160	925	65.0	
597	42	2.95	1390	98	6.89	5260	370	26.0	9240	650	45.7	13230	930	65.4	
612	43	3.02	1410	99	6.96	5330	375	26.4	9320	655	46.1	13300	935	65.7	
626	44	3.09	1420	100	7.03	5400	380	26.7	9390	660	46.4	13370	940	66.1	
640	45	3.16	1490	105	7.38	5480	385	27.1	9460	665	46.8	13440	945	66.4	
654	46	3.23	1560	110	7.73	5550	390	27.4	9530	670	47.1	13510	950	66.8	
668	47	3.30	1640	115	8.09	5620	395	27.8	9600	675	47.5	13580	955	67.1	
683	48	3.37	1710	120	8.44	5690	400	28.1	9670	680	47.8	13650	960	67.5	
697	49	3.45	1780	125	8.79	5760	405	28.5	9740	685	48.2	13730	965	67.8	
711	50	3.52	1850	130	9.14	5830	410	28.8	9810	690	48.5	13800	970	68.2	
725	51	3.59	1920	135	9.49	5900	415	29.2	9880	695	48.9	13870	975	68.6	
740	52	3.66	1990	140	9.84	5970	420	29.5	9960	700	49.2	13940	980	68.9	
754	53	3.73	2060	145	10.2	6040	425	29.9	10030	705	49.6	14010	985	69.3	
768	54	3.80	2130	150	10.5	6120	430	30.2	10100	710	49.9	14080	990	69.6	
782	55	3.87	2200	155	10.9	6190	435	30.6	10170	715	50.3	14150	995	70.0	
796	56	3.94	2280	160	11.2	6260	440	30.9	10240	720	50.6	14220	1000	70.3	

Entrando en la columna central con la presión conocida (Kg/cm² o Lbs/pulg²) léase la que se desea obtener en la correspondiente columna lateral: Ejemplo; 100 Kg/cm², (columna central) son equivalentes a 1420 Lbs/pulg². O bien 100 Lbs/pulg² (columna central) son equivalentes a 7.03 Kg/cm².

EQUIVALENCIAS DE PRESIONES

Bars	Kg Cm ²	Lbs Pulg ²	Atmósferas	Columnas de mercurio a la temperatura de 0°C y g = 980.665 cm por seg. ² .		Columnas de agua a la temperatura de 15°C. y g = 980.665 cm. por seg. ² .		
				Metros	Pulgadas	Metros	Pulgadas	Pies
1	1.0197	14.50	0.9869	0.7501	29.53	10.21	401.8	33.49
0.9807	1	14.22	0.9678	0.7356	28.96	10.01	394.1	32.84
0.06895	0.07031	1	0.06805	0.05171	2.036	0.7037	27.70	3.309
1.0133	1.0332	14.70	1	0.76	29.92	10.34	407.1	33.93
1.3332	1.3595	19.34	1.316	1	39.37	13.61	535.7	44.64
0.03386	0.03453	0.4912	0.03342	0.02540	1	0.3456	13.61	1.134
0.09798	0.09991	1.421	0.09670	0.07349	2.893	1	39.37	3.281
0.002489	0.002538	0.03609	0.002456	0.001867	0.07349	0.02540	1	0.08333
0.02986	0.03045	0.4331	0.02947	0.02240	0.8819	0.3048	12	1

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

I.3.- CLASIFICACIÓN DE CALDERAS

Existe una gran variedad de clasificaciones que hasta podrían considerarse caprichosas sin embargo, muchos especialistas aceptan las siguientes clasificaciones:

A) Respecto a su construcción:

- Tubos de agua: rectos o curvos

Por la posición de los domos: En " A " " D ", o domos múltiples.

Calderas tubos de agua, son aquellas que por dentro de los tubos circula el agua que se va a evaporar y por el exterior los gases de combustión. Se emplean en instalaciones grandes de alta potencia como plantas generadoras de energía eléctrica.

- Tubos de fuego: vertical u horizontal

Fondo seco ó fondo húmedo

Uno, dos, tres ó cuatro pasos

Calderas tubos de fuego, son aquellas en la que el agua que se va a evaporar se encuentra en el lado exterior de los tubos y los gases de combustión circulan por el interior de los mismos. Su diseño es compacto; su producción de vapor no es mayor de 12,500 Kg/h, su presión de operación no pasa de 19 Kg/cm², se usan en instalaciones pequeñas y medianas.

B) Respecto al servicio que prestan.

- Estacionarias

- Móviles

- Marinas

C) Respecto a su presión de trabajo:

- Calderas de baja presión

Son aquellas generadoras de vapor cuya presión de operación no excede de 1.0 Kg/cm² y calderas generadoras de agua caliente cuya presión no excede a los 11 Kg/cm² ni a temperaturas superiores a los 125° C.

- Calderas de potencia (alta presión)

Son aquellas cuyas condiciones normales de operación exceden los límites enunciados para calderas de baja presión.

- Calderas miniatura

Son aquellas cuyo diámetro interior de coraza tiene 40 cm de diámetro máximo, su volumen interior no excede los 28 cm³, su superficie transmisora de calor es menor a 1.85 m² y su presión de operación no es mayor a 7.0 Kg/cm²

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

D) Por el movimiento interno del agua:

- Circulación natural
- Circulación forzada

E) Por la presión de los gases del horno:

- Hogar presurizado
- Tiro balanceado

F) Por el volumen relativo del agua:

- Alto volumen
- Bajo volumen

G) Por la posición del horno:

- Interno
- Externo

1.4.- CALDERAS TIPO TUBOS DE FUEGO

1.4.1.- COMPONENTES INTERNOS

- Cuerpo de presión
- Espejos
- Tubo hogar
- Tubos flux
- Tirantes
- Registros
- Refractarios y aislantes
- Tapas

1.4.2.- COMPONENTES EXTERNOS

- Quemador
- Ventilador
- Controles
- Válvulas de seguridad
- Válvulas de control manual
- Indicadores
- Forro
- Sistema eléctrico

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

II.- INSTALACIÓN TÍPICA DE CALDERAS

2.1.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

El sistema de alimentación de agua a la caldera se compone de:

- Toma de agua de la calle
- Cisterna o tanque elevado
- Equipo suavizador de agua, precedido de una válvula de control manual y un manómetro. Para poder regenerar la resina, este manómetro debe marcar de 2 a 3 Kg/cm².
- Tanque receptor de condensados y/o deaerador
- Bomba de alimentación de agua
- Toma de entrada de agua a la caldera. Entre esta toma y la bomba se instala una válvula globo y válvula de retención de presión adecuada.

Existen dos clases de tratamiento al que se somete el agua que se alimenta a la caldera:

Tratamiento externo.- Equipo suavizador

Tratamiento interno.- Dosificación de productos químicos.

Dependiendo del análisis físico-químico que se le haga al agua de alimentación, bien pueden usarse los dos tratamientos o solo uno.

Como el agua pura no existe en la naturaleza esta contiene gases, sales y en aguas industriales productos químicos del tratamiento de agua que al cambiar de fase líquida a fase vapor se separan. El vapor y los gases salen de la caldera, pero las otras impurezas se quedan y conforme se va generando más vapor, las impurezas se quedan, llegando a calificarse de lodos. Por lo que es necesario purgar la caldera para poder eliminar los lodos e impurezas, en otras palabras, para reducir la concentración de sólidos en suspensión del agua dentro de la caldera.

Las purgas con que cuenta la caldera son:

- Purgas de fondo
- Purga de superficie
- Purga de columna de nivel
- Purga de la mirilla de cristal del nivel
- Purga del tren de controles
- Purga de los grifos de prueba

A continuación se describen los problemas que genera el agua de alimentación a la caldera, si no es debidamente tratada, además se describe como funciona el equipo suavizador y como se regenera la resina.

PROBLEMAS DEL AGUA EN LAS CALDERAS

Independientemente del uso universal, el agua es empleada ampliamente por la industria, de varias maneras:

- 1.- Para generar vapor y usar la energía contenida en éste, para aplicaciones de fuerza o de calentamiento.
- 2.- Para limpieza o proceso de productos.
- 3.- Para transformación de materias.
- 4.- Para formar parte de productos.

Como quiera que sea y en todos los campos industriales de su aplicación, el agua siempre requiere un tratamiento previo ya que de no ser así, se presentarán problemas de diversa índole, tales como: sedimentaciones, incrustaciones, fragilizaciones, corrosiones, así como productos elaborados deteriorados.

De lo anterior se desprende que si el industrial desea obtener de sus equipos el máximo rendimiento, deberá acondicionar su agua aún a costa de grandes erogaciones. Ahora bien, para poder tratar el agua es necesario conocer a fondo las impurezas que lleva consigo, para de esta forma poder atacar el problema efectiva y racionalmente.

El agua, como todos sabemos, sigue un ciclo de vaporización, condensación y precipitación en forma de lluvia, para de esta forma filtrarse en las capas permeables de la tierra y formar mantos acuíferos, ó de otro modo, precipitándose por las capas impermeables hasta llegar a los ríos ó zonas de almacenamiento; en su viaje desde las nubes hasta su captación en las industrias, el agua esta expuesta a contaminaciones. De esta forma el agua que se emplea en las industrias trae consigo gases y sales en solución, así como materias orgánicas e inorgánicas en suspensión.

Las sales son principalmente carbonatos, sulfatos, así como cloruros de calcio, de sodio y magnesio; ocasionalmente se encuentran rastros de hierro, aluminio o sales silicosas; los gases disueltos son normalmente el oxígeno y el bióxido de carbono.

Los materiales en suspensión son normalmente alumina y sílice en forma de lodos.

En virtud de que la calidad del agua varía de una zona a otra y en algunos casos hasta de una estación del año a otra, es de comprenderse que su tratamiento variará de acuerdo con el análisis que se realiza en ésta, el cual deberá ser tan frecuente como la experiencia lo indique, por tanto, sólo se sugiere que en caso de las calderas no sólo se analiza el agua de alimentación, sino también el agua dentro de ésta, así como también el condensado que retorna de los procesos.

De una agua inapropiada o cruda pueden resultar uno o más de los siguientes efectos:

- 1.- Incrustación.
- 2.- Corrosión.
- 3.- Fragilización caústica.

INCRUSTACION.- Se presenta por el lado del agua, alojándose preferiblemente en las partes calientes de la unidad.

El efecto de la incrustación en calderas tubos de humo, se resiente en los tubos flux, toda vez que la incrustación trabaja como aislante térmico entre el agua y el acero de los fluses, consecuentemente el material del tubo flux se recalienta anormalmente presentándose la dilatación del material con las consiguientes fugas de agua.

La incrustación se forma al decrecer la solubilidad de algunas sales principalmente de calcio y magnesio éstas se eliminan con un equipo suavizador.

CORROSION.- Los llamados gases no condensables son gases que no condensan

a temperatura normal encontrada en el agua cruda, son agentes corrosivos que invariablemente son arrastrados por el agua. El más objetable y peligroso de los gases es el oxígeno disuelto en el agua y en segundo lugar el bióxido de carbono. Las consecuencias de oxígeno disuelto en una caldera es que ataca el fierro formando hidróxido férrico, esta corrosión se presenta como ámpulas en el material y dependiendo del tiempo que el oxígeno ataca al material, puede llegar a perforarlo.

PH EN EL AGUA.- Otro factor importante relativo a la corrosión es el valor del PH en el agua. El PH es la mayor ó menor cantidad de acidez ó alcalinidad del agua. La escala del PH varía de 0 a 14 y debe tomarse muy en cuenta por ser de suma importancia que un PH entre 9.3 y 10.5 (alcalino) es el rango entre el cual debe mantenerse el agua en las calderas a fin de que se forme una película protectora en las superficies metálicas retardando la corrosión.

FRAGILIZACION CAUSTICA.- La fragilización cáustica es una de las situaciones más peligrosas en una caldera, dado que no es detectable ni se presenta en ninguna forma aparente y es atribuida a la presencia de ciertas concentraciones de hidróxido de sodio.

Hay dos causas que originan la Fragilización Cáustica:

A) Metal sometido a un esfuerzo más allá de su límite elástico.

B) La concentración de la solución cáustica que exceda de un 10%.

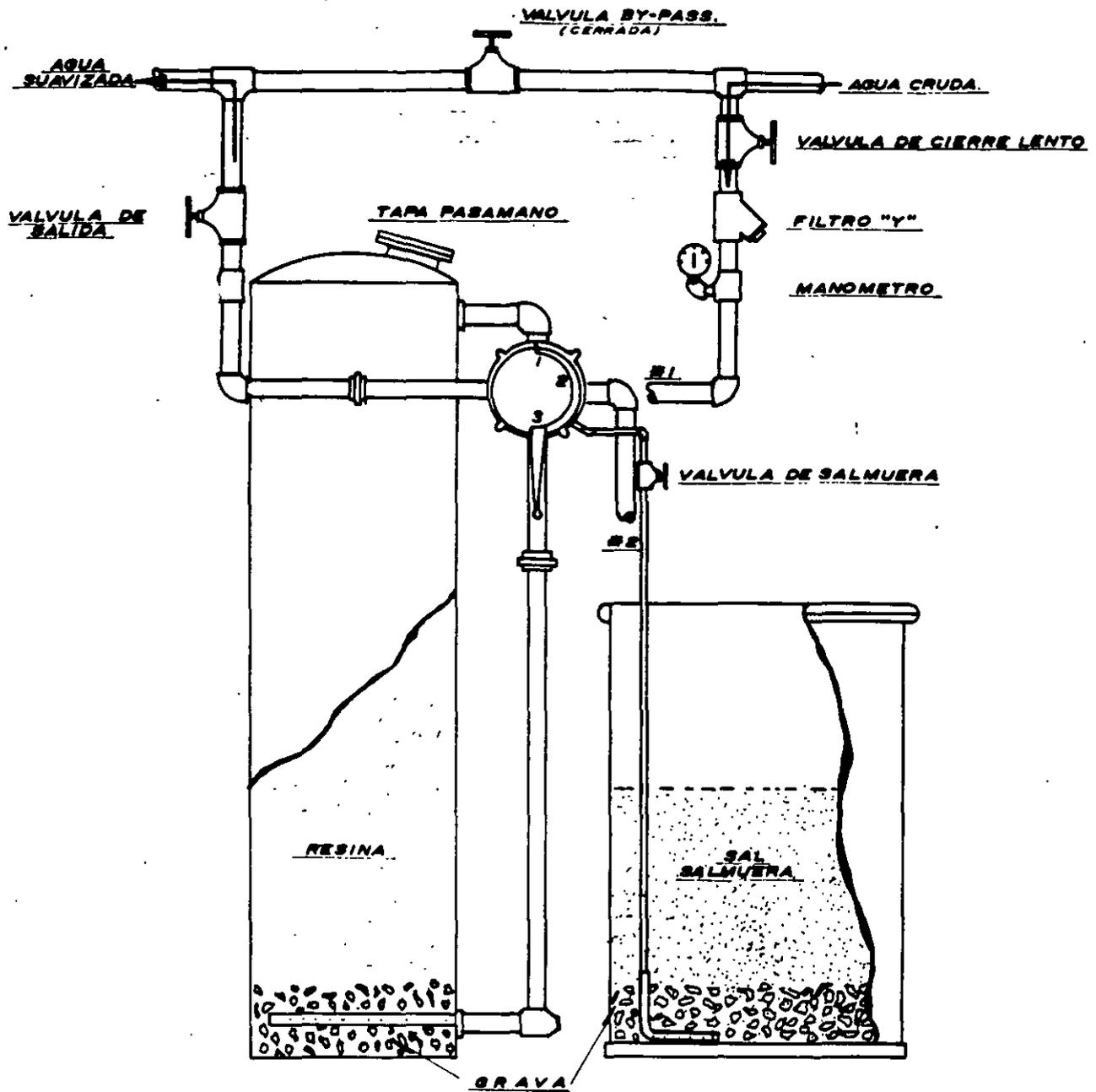
La fragilización cáustica es una de las situaciones más peligrosas en una caldera, dado que no es detectable ni se presenta en ninguna forma aparente.

El hidróxido de sodio ataca la estructura cristalina del acero a tal grado que sin previo aviso por efecto de la presión interna dentro de la caldera se presentan serias explosiones.

Intervienen dos factores: mecánico y químico.

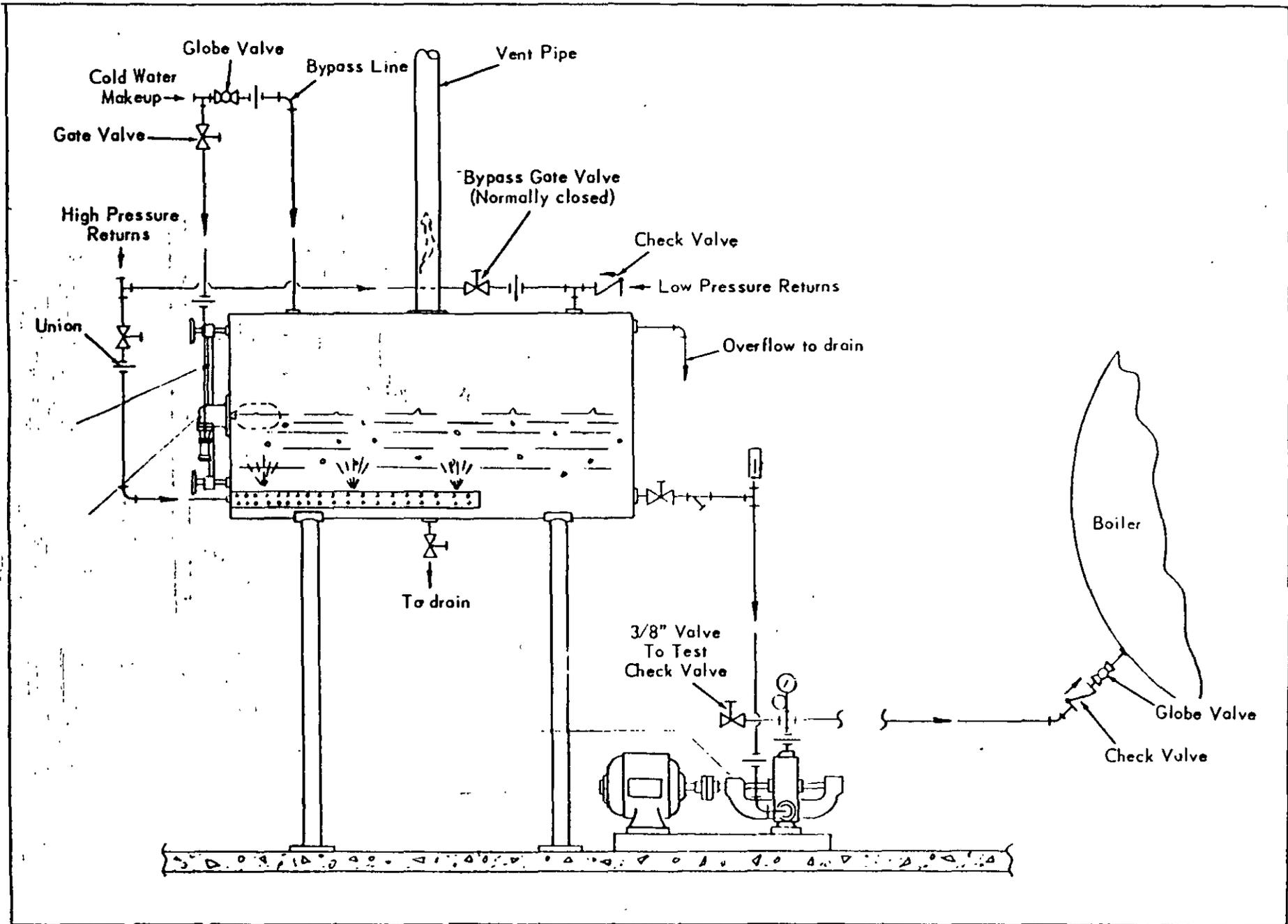
Los mecánicos tales como las fugas y las tensiones externas se pueden evitar en las calderas por medio de una correcta fabricación de las mismas.

Al factor químico puede sobreponerse evitando alcalinidades altas en las salinas de la caldera o por el uso de inhibidores. Se pueden utilizar inhibidores orgánicos como inorgánicos.



*1: La entrada de agua dura a la vólvula de puertos múltiples es por la parte trasera de la misma.

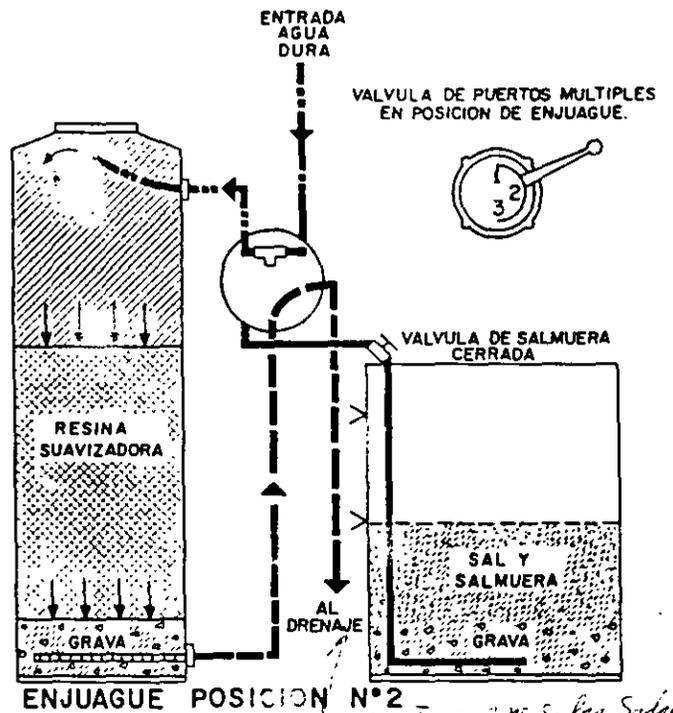
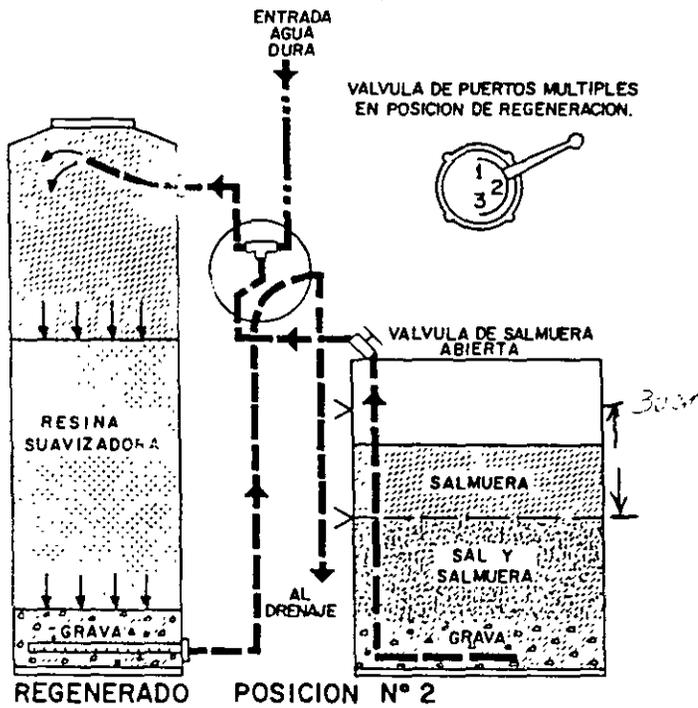
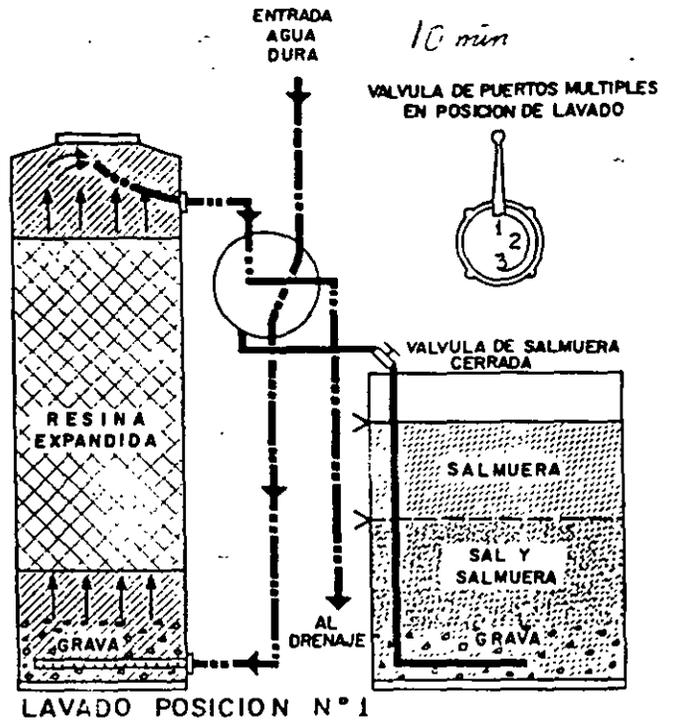
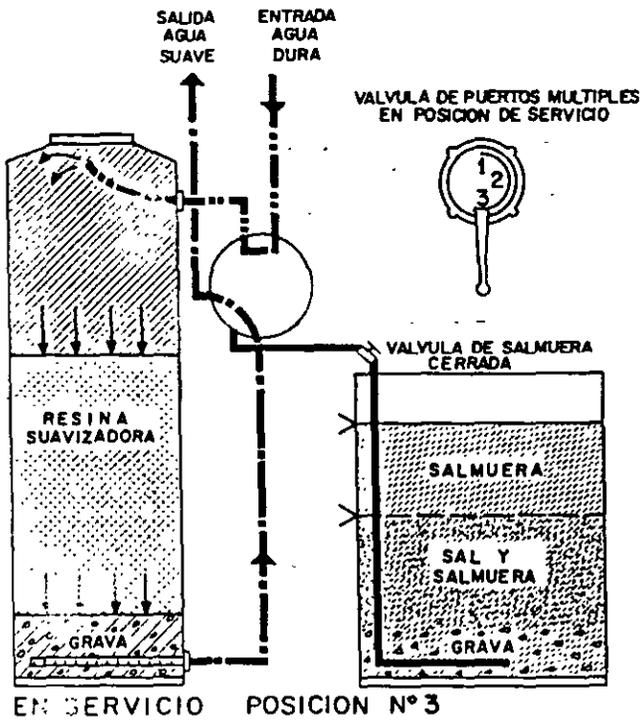
*2: Purga o drenaje.



**CONDICIÓN DEL AGUA DENTRO DE LA CALDERA CUYA
PRESIÓN DE OPERACIÓN SEA MENOR DE 21 Kg/cm²**

	VALOR ACEPTABLE	VALOR LÍMITE
Sólidos totales disueltos	800 p.p.m.	2,000 p.p.m.
Alcalinidad total	150 p.p.m.	700 p.p.m.
Dureza	0 p.p.m.	0 p.p.m.
Sólidos en suspensión	30 p.p.m.	125 p.p.m.
Sílice	80 p.p.m.	325 p.p.m.
Aceite, materia orgánica, etc.	2 p.p.m.	7 p.p.m.
Oxígeno	10-20 p.p.m	70 p.p.m.
Bióxido de Carbono	10-20 p.p.m.	70 p.p.m.
PH	9.3	10.5

OPERACION DE EQUIPO SUAVIZADOR: POSICIONES DE LA VALVULA DE PUERTOS MULTIPLES DE PUERTOS MULTIPLES



**Instrucciones para el manejo del Suavizador
de Agua PREUSS Modelo IET - 150**

La regeneración del suavizador se hace necesaria una vez que éste ya no produce agua suave, que se verifica haciendo la prueba con el reactivo.

PARA REGENERAR:

1.—Muévase la palanca de la válvula a posición No. 1 Retrolávese el suavizador al drenaje por 10 minutos ó hasta que el agua salga completamente clara.

2.—Muévase la palanca de la válvula a posición No. 2 y enseguida ábrase la válvula colocada en la línea de salmuera, y succionesese 30 cms. de salmuera, tomando como base el nivel superior de la salmuera en el tanque. Una vez que haya succionado esta cantidad, ciérrase la válvula en la línea de salmuera y déjese enjuagar con la palanca en la misma posición No. 2 hasta que el agua pierda el sabor a sal y la prueba con el reactivo indique que ya está suave.

3.—Muévase la palanca de la válvula a posición No. 3 y el suavizador estará en servicio nuevamente.

4.—Ábrase la válvula colocada en la línea de salmuera y llénese el tanque con agua hasta la parte superior. Después de cada regeneración repóngase la cantidad correspondiente de cloruro de sodio (Sal Común). El suavizador está de esta manera en servicio y producirá agua suave hasta que su resina se vea saturada con iones de calcio y magnesio, en cuyo caso se repiten las anteriores instrucciones.

LITROS ENTRE REGENERACION:

SAL USADA POR REGENERACION: 9 Kgs.

FLUJO MAXIMO: 36 LPM.

DUREZA:

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SAL: 80 Kgs.

CAPACIDAD DE RESINA EN GRANO: 45 000 (1.5 ft³)

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

2.2.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Para diesel o gasoleo, basicamente se compone de:

Tanque de almacenamiento general, válvulas de control manual, filtro, bomba(s) de combustible, válvula de alivio con descarga en línea de retorno y manómetros.

2.3.- SISTEMA DE AIRE

El aire necesario para la combustión lo da el ventilador de tiro forzado.

El tiro en una caldera es la diferencia de presiones y temperaturas que hay a la entrada del aire y a la salida de los gases por la chimenea, y se clasifican en:

- Tiro natural (por efecto exclusivo de una chimenea alta)
- Tiro forzado (por efecto de un ventilador que inyecta aire a la entrada del quemador)
- Tiro Inducido (por efecto de un extractor de gases de combustión en la chimenea)

En algunas calderas el ventilador esta acoplado directamente a la flecha del motor y en otras la transmisión es a través de poleas y bandas.

2.4.- SISTEMA DE PURGAS

Anteriormente ya se indico las purgas con que cuenta una caldera, a continuación se describe como se realiza la purga de fondo ya que es la mas importante:

De acuerdo a la sección I del código ASME, la tubería y conexiones que se utilicen desde la salida de la caldera hasta la primer válvula deben de ser de cédula 80.

La instalación de las purgas de fondo debe contar con al menos dos válvulas una de cierre lento y la otra de cierre rápido, dichas válvulas deberán de estar instaladas de la siguiente manera:

En sentido de la toma de la caldera va primero la de cierre lento y después la de cierre rápido.

La secuencia de purga es:

Primero se abre la válvula de cierre rápido

Después se purga abriendo la válvula de cierre lento

Se termina la purga cerrando la válvula de cierre lento

Por ultimo se cierra la válvula de cierre rápido

2.5.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La instalación típica se compone de:

- Alimentación principal 220/440 V, 3 fases , 60 Hz; llega a un interruptor de cuchillas o termomagnético trifásico de 60 Amp.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

De este interruptor se deriva a:

- Un interruptor de cuchillas trifasico que alimentará al arrancador del motor ventilador.
- Un interruptor de cuchillas trifasico que alimentará al arrancador de la bomba de agua, a este arrancador llega la conexión que viene del control de nivel y del tablero de control de la caldera.
- Un interruptor de cuchillas bifasico, de este pasa a un transformador tipo seco de 220/440 V a 110 V de ½ KVA y entra al circuito de control del tablero de la caldera.

Del tablero de control de la caldera sale toda la alimentación eléctrica a los controles y accesorios de la misma.

2.6.- SISTEMA DE CONTROL

Este sistema se compone de:

- Control de flama, amplificador y fotocelda
- Control de presión modulante, motor modutrol que trabaja a 24 V.
- Control de presión límite
- Control por baja presión de aire para la combustión
- Control por baja presión de gas L.P. al quemador
- Control por alta presión de gas L.P. al quemador

III.- TIPOS DE COMBUSTIBLES Y COMBUSTIÓN

3.1.- COMBUSTIBLES UTILIZADOS COMUNMENTE EN MÉXICO

3.1.1.- Diesel, correspondiente al aceite No. 2 de la norma comercial CS12-48 del departamento de Comercio de los E.E.U.U.

3.1.2.- Combustóleo, son residuos de la refinación. en sus modalidades de ligero y pesado, son equivalentes al No. 6 de la misma norma antes mencionada. Su viscosidad saybol es de aproximadamente 500 segundos Furol a 48°C.

3.1.3.- Gasóleo, es una mezcla de diesel y combustóleo con gran parecido al diesel en cuanto a viscosidad.

3.1.4.- Gas L.P., Se almacena y transporta en estado líquido, es una mezcla de butano y propano principalmente y se aromatiza con mercaptano. Su densidad es mayor que la del aire.

3.1.5.- Gas Natural, distribuido por ductos, su densidad es menor a la del aire.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

3.2.- LA COMBUSTIÓN

Cualquier fenómeno de combustión, por ese simple hecho, contamina, sin embargo tratándose de los quemadores de las calderas, la contaminación tiene un rango muy amplio fácilmente manejable; va desde la absurda e irresponsable operación con la alta presencia del venenoso monóxido de carbono en gases de combustión manifiesta en un color negro muy oscuro, hasta una contaminación minimizada y responsable, expulsando solamente gases de combustión incoloros sin monóxido de carbono, con un nivel optimo de bióxido de carbono.

La eficiencia de combustión, se refiere a perdidas de calor por combustión incompleta o por exceso de aire y se puede decir que es la relación existente entre el calor de aire liberado por el quemador cuando ocurre una situación dada y el calor que liberaría el mismo quemador bajo condiciones optimas de operación.

En la actualidad existen varios tipos de quemadores, entre los que se encuentran los llamados de bajo Nox (Baja emisión de óxidos de nitrogeno), este contaminante es nocivo pues es el que daña la capa de ozono de la atmósfera.

Los gases producto de la combustión se analizan en la chimenea para saber si se esta proporcionando correctamente la relación aire-combustible, en otras palabras es para saber si esta bien carburada la caldera.

El fabricante del quemador indica cual es el % de bióxido de carbono (CO₂), mas idóneo para el funcionamiento eficiente del mismo. En la practica se aceptan los siguientes valores:

RANGO	Gas L.P. o N.	Diesel o Gasóleo	Combustóleo
Excelente	10	12.8	13.8
Bueno	9	11.5	13
Regular	8.5	10	12
Pobre	8 o menos	9 o menos	11.5 o menos

NO DEBE DE EXISTIR EL " CO " (MONÓXIDO DE CARBONO)

Los resultados de una carburación, deben tener los valores de los siguientes parámetros:

Bióxido de carbono, oxígeno, exceso de aire, monóxido de carbono, temperatura de los gases y eficiencia del quemador:

3.3.- NORMAS ECOLÓGICAS

Tenemos la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, publicada en el diario oficial de la federación del 28 de enero de 1988; El reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, publicado en el diario oficial de la federación del 25 de noviembre de 1988. Actualmente esta vigente la Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994 en su tabla No. 5 publicada en el diario oficial de la federación el 2 de diciembre de 1994.

Anexamos las tablas 5 y 6 así como el anexo 3 de dicha norma.

NOM-085-ECOL-1994 (D.O. 2 - DIC - 1994)

TABLA 5

1o. ENERO DE 1998 EN ADELANTE.

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTIÓN MJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO	DENSIDAD DE HUMO	PARTÍCULAS (PST) mg/m ³ (kg/10 ⁶ kcal) (1) (2)			BIÓXIDO DE AZUFRE ppm V (Kg/10 ⁶ kcal) (1) (2)			ÓXIDOS DE NITRÓGENO ppm V (Kg/10 ⁶ kcal) (1)			EXCESO DE AIRE DE COMBUSTIÓN % volumen (5)
		Número de mancha u opacidad	ZMCM	ZC (3)	RP	ZMCM	ZC(3)	RP	ZMCM	ZC(4)	RP	
Hasta 5,250 <i>147 C.C.</i>	Combustoleo o gasoleo	3	NA	NA	NA	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	NA	NA	NA	50
	Otros líquidos	2	NA	NA	NA	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	NA	NA	NA	
	Gaseosos	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
<i>149 C.C.</i> De 5,250 a 43,000 <i>1204 C.C.</i>	Líquidos	NA	75 (0.106)	350 (0.497)	450 (0.639)	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	190 (0.507)	190 (0.507)	375 (1.0)	40
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190 (0.486)	190 (0.486)	375 (0.959)	
De 43,000 a 110,000 <i>30800 C.C.</i>	Líquidos	NA	60 (0.085)	300 (0.426)	400 (0.568)	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	110 (0.294)	110 (0.294)	375 (1.0)	30
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110 (0.281)	110 (0.281)	375 (0.959)	
Mayor de 110,000	Sólidos	NA	60 (0.090)	250 (0.375)	350 (0.525)	550 (2.16)	1,100 (4.31)	2,200 (8.16)	110 (0.309)	110 (0.309)	375 (1.052)	25
	Líquidos	NA	60 (0.085)	250 (0.355)	350 (0.497)	550 (2.04)	1,100 (4.08)	2,200 (8.16)	110 (0.294)	110 (0.294)	375 (1.0)	
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110 (0.281)	110 (0.281)	375 (0.959)	

TABLA 6
MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE GASES DE COMBUSTIÓN

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTIÓN MJ/h	PARÁMETRO	FRECUENCIA MÍNIMA DE MEDICIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN	TIPO DE COMBUSTIBLE
Hasta 5,250 (147 C.C.)	Densidad de humo	1 vez cada 3 meses	puntual (3 muestras); mancha de hollín	líquido y gas
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	1 vez cada 3 meses	puntual (3 muestras); ver anexo 3	líquido y gas
	SO ₂	1 vez cada 3 meses	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
De 5,250 (147 C.C.) a 43,000 (1204 C.C.)	Partículas suspendidas totales	una vez por año	isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas (2)	líquido
	NO _x	una vez por año	continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente	líquido y gas
	SO ₂	una vez por año	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	diario	puntual (3 muestras); ver anexo 3 o equivalente	líquido y gas
De 43,000 a 110,000 (1204 a 3080 C.C.)	Partículas suspendidas totales	una vez por año	isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	líquido
	NO _x	una vez cada 6 meses	continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente	líquido y gas
	SO ₂	una vez por año	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	una vez por turno	puntual (3 muestras); ver anexo 3 o equivalente	líquido y gas
Mayor de 110,000 (3080 C.C.)	Partículas suspendidas totales	1 vez cada 6 meses	isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	sólido, líquido
	NO _x	permanente (3)	continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente	sólido, líquido y gas
	O ₂	permanente	continua; campo magnético o equivalente, con registrador como mínimo o equivalente	líquido y gas
	SO ₂	una vez por año	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	sólido, líquido

NOTAS:

(1) Ver 6.1.1.4

(2) Ver 6.1.1.5

(3) El monitoreo continuo de No_x será permanente en las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey; con una duración de cuando menos 7 días una vez cada tres meses en las zonas críticas; y con una duración de cuando menos 7 días una vez cada seis meses en el resto del país.

(4) Ver 4.13

ANEXO 3

CONTAMINANTES Y SUS MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA FUENTES FIJAS Y MÉTODOS EQUIVALENTES

CONTAMINANTE	MÉTODO DE EVALUACIÓN	MÉTODO EQUIVALENTE	
Densidad de humo	<ul style="list-style-type: none"> • huella o mancha de hollín • opacidad 	-----	
Partículas suspendidas totales	<ul style="list-style-type: none"> • isocinético 	-----	
Óxidos de nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> • quimiluminiscencia 	<ul style="list-style-type: none"> • infrarrojo no dispersivo 	
Óxidos de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • infrarrojo no dispersivo • celdas electroquímicas* • orsat (O₂, CO₂ y CO) 	-----	
Oxígeno	<ul style="list-style-type: none"> • celdas electroquímicas • paramagnéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • orsat (O₂, CO₂ y CO) • óxidos de zirconio (celdas electroquímicas) 	
SO ₂	medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	Capacidad del equipo de combustión MJ/h	Hasta 5,250:
			Mayores de 5,250:
			<ul style="list-style-type: none"> • vía húmeda (torino) • infrarrojo no dispersivo • celdas electroquímicas
			<ul style="list-style-type: none"> • vía húmeda • infrarrojo no dispersivo

Se calcula el valor dado que no se obtiene por medición directa.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

Casimiro San daniel
BACHARACH

MODELO CA300NSX

ANALIZADOR DE
COMBUSTION

Mara: Claver B

NRO. IDENTIFICACION:

Serie AX3414CB

SER NO: A21000

HORA: 12:10

FECHA: 10/01/98

COMBUSTIBLE:
ACEITE COMBUSTIBLE #2

TMP PRIMARIA<C> 33

TEMPERATURE DE LA
CHIMENEA<C> 175

% OXIGENO: 7.2

% EXCESO DE AIR: 48

% DIOXIDO DE
CARBONO: 10.2

PPM MONOXIDO DE
CARBONO: 4

PPM NOX: 62

PPM DIOXIDO

DE AZUFRE: 0

% RENDIMIENTO: 86.7

PERDIDA POR LA
CHIMINEA: 13.3

ENSAYO EFECTUADO POR



OBSERVACIONES:
*No sirve manometro
de combustible*

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

Certifica que ha efectuado trabajo técnico de carburación en la caldera:

Marca: CLEAVER BROOKS
Serie: MX-3414-CB
Combustible utilizado: DIESEL

Modelo: M-100-40
Capacidad: 40 c.c.
Año de fabricación: 1978

Instalada en la empresa: CASINO SAN ANGEL, S.A. DE C.V.
Ubicada en la calle: PERIFERICO SUR NO.4040 No.: 4040
Colonia: JARDINES DEL PEDREGAL Municipio o Delegación: _____
C.P.: 01900 Entidad: MÉXICO D.F. Tel(s): 5-68-94-89 5-68-95-01

Obteniendo como resultado el siguiente análisis volumétrico de gases de combustión:

Lecturas		Valores de acuerdo a la Norma: NOM-085-ECOL-1994	
CO ₂ Bióxido de Carbono:	<u>10.2</u> %	Valor mínimo aceptable:	<u>10</u> *
O ₂ Oxígeno Libre:	<u>7.2</u> %	Valor máximo aceptable:	<u>-</u> %
Exceso de Aire:	<u>48</u> %	Valor máximo aceptable:	<u>50</u> %
CO Monóxido de Carbono:	<u>4</u> PPM	Valor máximo aceptable:	<u>-</u> PPM
Temperatura de los gases:	<u>175</u> °C	Valor máximo aceptable:	<u>225</u> *
Eficiencia del Quemador:	<u>86.7</u> %	Valor mínimo aceptable:	<u>85</u> *

Se utiliza un analizador de gases de celdas electroquímicas marca Bacharach modelo 300 autorizado por SEMARNA

OBSERVACIONES: * ESTOS VALORES LOS DA EL FABRICANTE DEL QUEMADOR

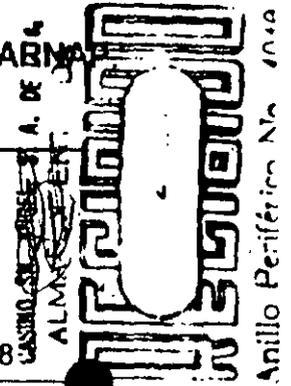
PERITO EN CALDERAS No. CRP-005 DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECÁNICOS Y ELECTRICISTAS.

ING. GIL ZARATE AGUILAR

CALSE
GIL ZARATE AGUILAR
[Firma]

Nombre y firma del perito responsable

Estado de México 2 de OCTUBRE de 199 8



CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

IV.- PROCEDIMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE CALDERAS Y PRECAUCIONES DURANTE EL PROCESO DE ARRANQUE

- 1) Realizar una inspección ocular a todo el exterior de la caldera, para verificar que no haya sufrido algún daño en su cuerpo o en alguno de sus controles y accesorios, durante el transporte y montaje.
- 2) Revisar que haya energía eléctrica en el tablero de control de la caldera y en el arrancador de la bomba de agua (voltaje adecuado).
- 3) Revisar que el acoplamiento entre el motor y la bomba de agua se encuentre debidamente alineado.
- 4) Revisar el sentido de la rotación del ventilador, bomba de agua y en su caso de la bomba de combustible que sea el adecuado.
- 5) Revisar que el tanque de condensados tenga agua y que este al nivel adecuado.
- 6) Revisar que todas las válvulas de alimentación de agua estén abiertas, retirar el manómetro en la descarga de la bomba para verificar que circula el agua y eliminar el aire que había en la tubería tanto de succión como de descarga. Cuando salga agua sin burbujas colocar de nuevo el manómetro.
- 7) Revisar que la presión de agua a la entrada del equipo suavizador sea la adecuada (2 a 3 Kg/cm²).
- 8) Abrir la válvula de venteo de la caldera.
- 9) Revisar que las válvulas de purga de fondo, purga de columna de nivel, purga del cristal de nivel, purga del tren de controles, salida principal de vapor y purga de superficie (si cuenta con ella), estén cerradas.
- 10) Retirar la tapa del control principal de nivel, revisar que no este obstruido el flotador y que las cápsulas de mercurio estén en buen estado y en su lugar.
- 11) Verificar que los grifos de prueba del control principal de nivel estén cerrados.
- 12) Verificar que las válvulas del cristal de nivel estén abiertas.
- 13) Revisar que el control de presión límite y el control de presión modulante estén ajustados a la presión que va trabajar la caldera, así como su diferencial.
- 14) Revisar en la placa de la(s) válvula(s) de seguridad la presión a la cual esta calibrada. Ésta debe ser mayor a la presión de trabajo pero no mas que la presión de diseño.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

- 15) Revisar el electrodo de ignición que no se haya dañado durante el transporte y montaje de la caldera.
- 16) Verificar que el voltaje que está recibiendo el motor modutrol sea el adecuado (24 V).
- 17) Arrancar la bomba de alimentación de agua colocando el selector de tres posiciones, en automático, verificando el amperaje del motor.
- 18) Verificar que la bomba esta inyectando agua dentro de la caldera, sintiendo el paso en la tubería de descarga de la misma. También se puede verificar tocando la descarga de la válvula de venteo o escuchar el ruido que produce el aire al salir de la caldera.
- 19) Revisar la tubería y conexiones del agua de alimentación para corregir posibles fugas.
- 20) Observar en la mirilla de cristal, el nivel del agua dentro de la caldera y marcar el nivel cuando se pare la bomba automáticamente. Este nivel normalmente es de 63 mm medido a partir de su base.
- 21) Purgar la caldera por el fondo, marcar en la mirilla de cristal, el nivel donde arranca la bomba automáticamente. Aproximadamente es de 44 mm medido a partir de su base.
- 22) Colocar el selector de la bomba de agua en la posición de apagado y seguir purgando la caldera por el fondo, marcar en la mirilla de cristal, el nivel de corte del quemador (actúa una alarma auditiva). Aproximadamente es de 38mm medido a partir de su base.
- 23) Verificar que el control de baja presión de aire para la combustión este ajustado a la presión requerida y que funcione correctamente.
- 24) De acuerdo al tipo de combustible, revisar que no estén bloqueados los controles eléctricos de seguridad con que cuenta la caldera.

A.- Utilizando gas natural o L.P.

- Control por baja presión de gas.
- Control por alta presión de gas.
- Control por baja presión de aire del ventilador.

B.- Utilizando combustóleo.

- Microswitch de arranque.
- Control por baja presión de aire para atomización.
- Control por baja presión de combustible.
- Control por baja temperatura de combustible.
- Control por alta temperatura de combustible.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

C.- Utilizando diesel o gasóleo.

- Microswitch de arranque.
- Control por baja presión de aire para atomización.
- Control por baja presión de combustible.

25) Abrir todas las válvulas manuales de alimentación de combustible desde el tanque de almacenamiento hasta el quemador de la caldera.

26) Si se utiliza retorno de combustible, también abrir todas las válvulas.

27) Abrir la válvula manual que alimenta el gas al piloto, verificar la presión la cual debe ser de 5 a 10 pulgadas columna de agua.

28) Cuando se utiliza combustóleo, en algunas calderas el arranque en frío se hace con diesel y se atomiza con aire; Ya que se tiene vapor a 3 Kg/cm^2 , se abren todas las válvulas manuales que controlan el paso de vapor al tanque de almacenamiento general y tanque de día, al llegar a las temperaturas recomendadas (30° C en el tanque de almacenamiento general y 60° C en el tanque de día), se arranca la bomba de trasiego para circular el combustóleo entre el tanque general y el de día.

Se apaga la caldera y se abren las válvulas del combustóleo que hay entre el tanque de día y el quemador, se cierran las válvulas del diesel.

Se arranca la bomba de alimentación de combustible para circular el combustóleo entre el tanque de día y el quemador, se abre la válvula que controla el paso del vapor al precalentador y se enciende el precalentador eléctrico para elevar la temperatura del combustóleo a 93° C y pueda funcionar el quemador. Algunas calderas atomizan con vapor en este momento se hace el cambio.

29) En las calderas que utilizan combustibles líquidos y que tienen línea de retorno, se puede poner a funcionar la bomba de combustible para revisar y ajustar las presiones requeridas por el quemador de la caldera.

Presión de combustible líquido recomendada en operación de alta alimentación, utilizando atomización con aire o vapor:

Presión de abastecimiento: 5.0 Kg/cm^2

Presión de entrada al quemador: 2.5 a 3.5 Kg/cm^2

Presión de retorno: Aprox. 1.0 Kg/cm^2 de diferencia con respecto a la presión de entrada.

Presión de atomización con aire:

Sin flujo de combustible la presión mínima es de 0.5 Kg/cm^2

Con combustible en fuego bajo sube a 0.80 Kg/cm^2

Con combustible en fuego alto no debe sobrepasar los 2.0 Kg/cm^2

Presión de atomización con vapor: Dentro del rango de 0.8 a 1.4 Kg/cm^2

La presión de combustible líquido utilizando atomización mecánica es de 7 Kg/cm^2 .

30) La presión de combustible en calderas que utilizan gas L.P. o natural, es baja y depende del tamaño del quemador y del lugar donde este instalado. Se mide en pulgadas columna de agua, en onzas/ pulg² o en gr./cm²

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

- 31) Todos los valores de presión y temperatura mencionados en los puntos anteriores se dan como referencia para poder arrancar la caldera. Los valores reales nos lo dará el análisis de gases que se hace a la caldera en operación para dejarla dentro de norma.
- 32) Hasta este punto se tiene la caldera lista para iniciar el proceso de arranque.
- 33) Encender la caldera iniciando el ciclo del control de flama modulante, el cual tiene la siguiente secuencia:
- Se energiza el motor del ventilador y el motor modutrol iniciando un tiempo de prepurga que tiene una duración de 70 segundos, en este lapso la compuerta del aire pasa de fuego bajo a fuego alto y viceversa.
 - A los 70 segundos se energiza el transformador de ignición y la válvula solenoide del piloto de gas, estableciéndose el encendido del piloto.
 - La fotocelda registra la señal de la flama del piloto. Periodo no mayor a 10 segundos.
 - Se energiza la válvula principal de combustible, encendiendo la caldera.
 - Después de un periodo de 15 segundos para verificar la presencia de la flama principal, se apaga el piloto.
 - A los 105 segundos se tiene el fin del ciclo de encendido, el programador se para. El quemador modula hasta que la carga de demanda es satisfecha, regresando a fuego bajo.
 - Para el quemador. Hay un periodo de pospurga cortándose la corriente al motor del ventilador a los 120 segundos.
 - El sistema queda listo para iniciar otro ciclo.
- 34) Ya que se tiene la caldera encendida se mantiene en fuego bajo y se le da un calentamiento inicial lento de la siguiente manera:
Trabaje la caldera por 10 minutos y apágela por 5 minutos, repita lo anterior tres veces más. Después déjela trabajando en fuego bajo hasta que llegue a una presión de vapor de 3.0 Kg/cm², Durante este periodo se recomienda apretar nuevamente los registros pas-mano, el registro pasa-hombre y las tapas de la caldera. Posteriormente se puede pasar a automático, verificando que se apague la caldera a la presión a la cual está ajustado el control de presión límite.
- 35) Se recuerda que cuando empiece a salir vapor por la válvula de venteo, ésta se cierra.
- 36) Antes de que una caldera nueva sea puesta en servicio, debe limpiarse cuidadosamente a fin de eliminar la grasa y otras materias orgánicas, óxidos, escamas de laminación, fundentes de soldadura y cualquier otro material inherente a la fabricación y al montaje.
El objetivo a lograr durante la limpieza de una caldera nueva es producir una superficie metálica limpia en todas las partes de la misma que están en contacto con el agua y el vapor durante la operación.
Se recomienda que ésta limpieza química la realice la compañía que esta a cargo del tratamiento del agua.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

- 37) Después que se realizó el lavado químico, se arranca la caldera hasta que pare por presión. Abra lentamente la válvula principal de salida de vapor y verifique que la caldera encienda a la presión que está ajustado el diferencial del control de presión límite.
- 38) Verifique que actúan las protecciones de seguridad de la caldera, las cuales son:
- Paro por alta presión de vapor.- Esta prueba se realizó en el punto No. 34
 - Paro por bajo nivel de agua.- Estando la caldera en operación, apagar la bomba de agua y purgar la caldera por el fondo. Viendo la mirilla de cristal revisar que el quemador se apague en el nivel que tenemos marcado por corte de bajo nivel.
 - Paro por falla de flama.- Teniendo en operación la caldera, retirar la fotocelda del quemador y tapanla, dependiendo del control de flama y del tipo de detección, la caldera debe apagarse en un tiempo corto (seg.).
- 39) Por ultimo, verificar o en su caso ajustar que la caldera este bien carburada desde fuego bajo hasta fuego alto, tomando lecturas de los gases con equipo autorizado por SEMARNAP. La norma oficial mexicana que rige es la NOM-085-ECOL-1994 en su tabla No. 5
- 40) Caldera lista para su operación normal.

4.3.- INDICADORES IMPORTANTES EN LA OPERACIÓN DE CALDERAS

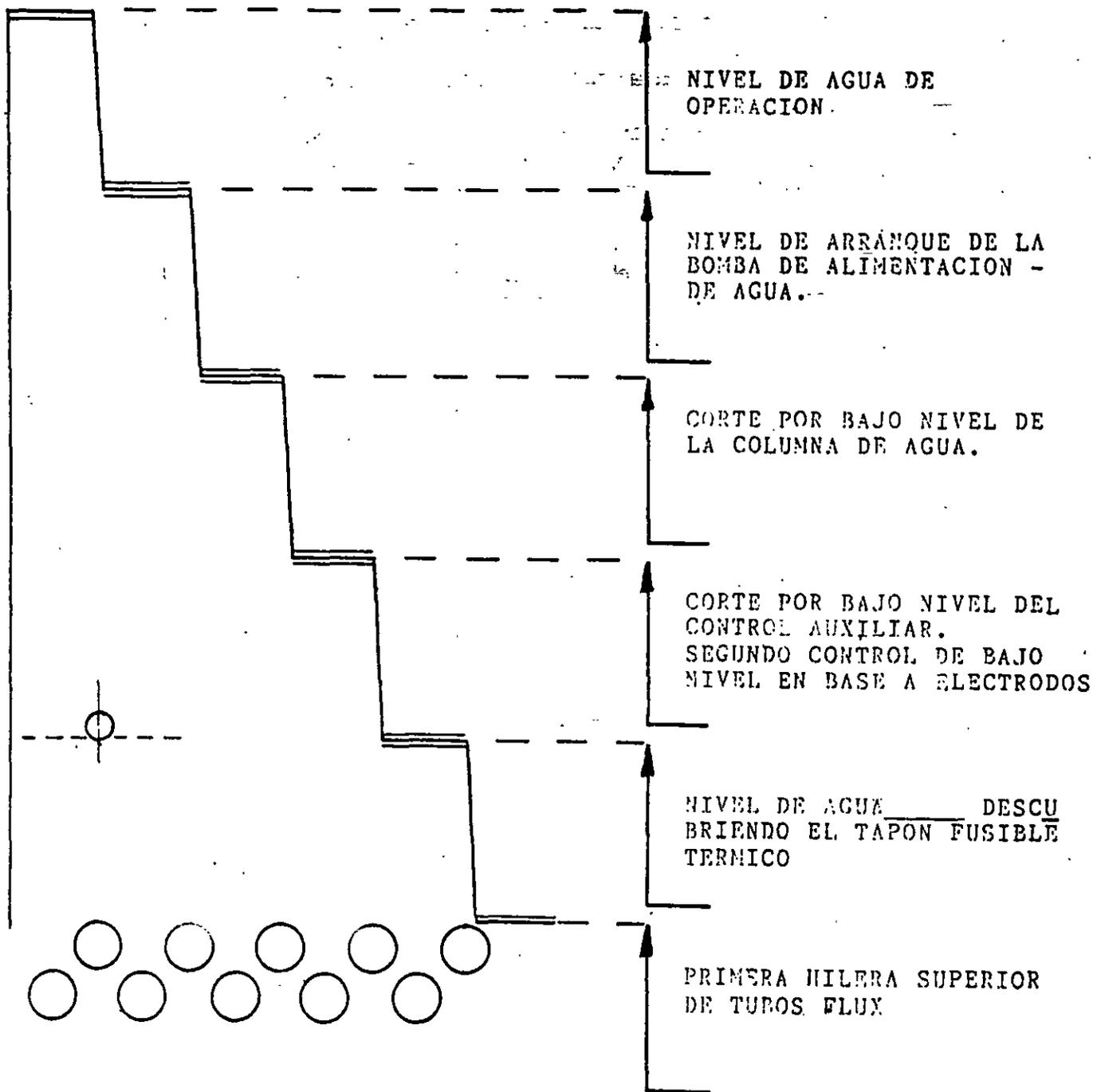
4.3.1.- CONTROL DE NIVEL.

Se puede decir que éste es uno de los controles más importantes de las calderas, el tipo de control más usual es el de cápsulas de mercurio líquido.

En la parte superior trae una cabeza donde van alojadas dos cápsulas de mercurio, una es de dos hilos la cual controla la bomba que alimenta el agua a la caldera; La otra cápsula es de tres hilos, es la que manda cortar el quemador y activa una alarma sonora al mismo tiempo cuando ocurre un bajo nivel dentro de la caldera.

Como la falla de éste control es la causa más frecuente de siniestros hoy en día, algunos fabricantes de calderas, además del control principal de nivel le instalan un segundo control del tipo de varillas; Y hasta un tercer control: el tapón fusible (en si éste es un indicador).

La práctica ha demostrado que estos intentos de doble protección no son la solución. Si no se purga correctamente la columna de nivel y al lavarse interiormente la unidad, no se hace con esmero ni se inspeccionan cuidadosamente las condiciones reales de funcionamiento de sus partes, por mas controles que se instalen va a ocurrir la falla. A continuación veremos un esquema de los posibles niveles que se manejan dentro de una caldera.



CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

4.3.2.- MANÓMETRO PRINCIPAL DE VAPOR:

La caldera debe tener un manómetro graduado en Kg/cm², Kpa o bar, éste manómetro se calibrará periódicamente, está instalado en la zona de vapor y forma parte de lo que se llama tren de controles. Cuidar que la presión de trabajo se ubique dentro del tercio medio de la carátula y que ésta sea del tamaño adecuado al tamaño de la caldera, para poder leer desde el frente de la caldera la presión del vapor sin ningún problema.

Para especificar un manómetro se requiere:

- Rango de la presión
- Diámetro de carátula
- Posición de la conexión
- Diámetro de la conexión
- Tipo de fluido que va a manejar

4.3.3.- CONTROL DE FLAMA

En la actualidad, el tipo de control y de detección de flama se rige por la norma oficial mexicana NOM-027-SEDG-1996.

Los fabricantes de calderas deben de cumplir con esta norma. Toda la norma se resume a dos tablas:

Tabla 1.- Clases de controles de seguridad de flama según el ciclo de trabajo.

Tabla 2.- Sistemas de detección de flama.

Esta norma tiene algunas fallas, como son:

Acepta calderas que trabajen solo con una flama hasta capacidades de 70 c.c.

Acepta calderas que utilicen varilla detectora como medio de detección hasta capacidades de 473 c.c.

A continuación se presenta una tabla de controles de flama de la marca Honeywell (más común en calderas), donde se indica dentro de que clase entran de acuerdo a la norma y de acuerdo a la practica, hasta que capacidad de caldera se recomiendan.

4.3.4.- TERMÓMETRO DE CHIMENEA

Éste es un indicador de importancia en la operación de las calderas, una alta temperatura puede ser por dos causas:

- Que este hollinada la caldera.
- Que exista fuga de gases por alguna de las mamparas.

La causa más frecuente, es la primera; Cuando tenga 80° C por arriba de la temperatura del vapor, indica que la caldera tiene hollín y/o incrustación, se debe proceder a lavado y deshollinado.

Si la presión de trabajo de la caldera es de 7.0 Kg/cm², de tablas de vapor, la temperatura que corresponde al vapor para ésta presión es de 169.5° C, entonces tenemos:

$$169.5 + 80 = 249.5^{\circ} \text{C}$$

En una caldera de tubos de fuego, la temperatura normal de los gases en la base de la chimenea es de 200 a 225° C.

TABLA I.- CLASES DE CONTROLES DE SEGURIDAD DE FLAMA SEGUN EL CICLO DE TRABAJO

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V
CLASE	REIGN- CION	RECI- CLO	TVA MAX.	TPEF MAX.	TDPF MAX.	TDFE MAX.	TBS MAX.	TP MIN.	TPA MIN.	TPB MIN.	TCE MIN.	TRU MAX.	TPPE MIN.	TAPE MAX.	TPP MIN.	CONT. DE PASO DE COMBUST.	IGNI- CION	PILOTO	CAPACIDAD MAX. M3/h (Kcal/h)	Limitaciones
1	NO	NO	3	30	30	30	30	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	NO HAY	315 (75 000)	SOLO DIESEL
2A	SI	NO	3	15	3	1	15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.C.o.P.I.	315 (75 000)	SOLO GAS
2B	SI	NO	3	15	3	3	15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	420 (100 000)	SOLO DIESEL
3	NO	NO	3	15	3	3	15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	630 (150 000)	NO HAY
4A	NO	NO	3	15	3	3	15	15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	1 045 (250 000)	NO HAY
4B	NO	SI	3	15	3	3	15	15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	1 045 (250 000)	NO HAY
5A	NO	NO	3	5	5	3	15	15	NO	NO	NO	5	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	1 675 (400 000)	NO HAY
5B	NO	SI	3	5	5	3	15	15	NO	NO	NO	5	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	1 675 (400 000)	NO HAY
6A	NO	NO	3	10	3	3	15	30	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	1 255 (300 000)	NO HAY
6B	NO	SI	3	10	3	3	15	30	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.I.o.F.B.	1 255 (300 000)	NO HAY
7	NO	NO	3	5	5	3	15	1	NO	NO	NO	5	5	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.P.o.F.B.	2 510 (600 000)	NOTA No. 13
8A	NO	NO	3	5	5	3	15	30	NO	NO	NO	5	5	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.P.o.F.B.	2 510 (600 000)	NOTA No. 13
8B	NO	SI	3	5	5	3	15	30	NO	NO	NO	5	5	NO	NO	NO REQUIERE	IT.	P.P.o.F.B.	2 510 (600 000)	NOTA No. 13
9A	NO	NO	3	10	3	3	15	30	NO	NO	5	5	5	NO	NO	2 PASOS	IT.	P.P.o.F.B.	2 510 (600 000)	NOTA No. 13
9B	NO	SI	3	10	3	3	15	30	NO	NO	5	5	5	NO	NO	2 PASOS	IT.	P.P.o.F.B.	2 510 (600 000)	NOTA No. 13
10A	NO	NO	3	5	5	3	15	30	NO	NO	5	5	5	NO	NO	2 PASOS	IT.	P.P.o.F.B.	4 185 (1 000 000)	NOTA No. 13
10B	NO	SI	3	5	5	3	15	30	NO	NO	5	5	5	NO	NO	2 PASOS	IT.	P.P.o.F.B.	4 185 (1 000 000)	NOTA No. 13
11A	NO	NO	3	10	3	3	15	30	NO	NO	5	NO	10	10	NO	2 PASOS	IT.	P.T.	3 350 (800 000)	NOTA No. 13
11B	NO	SI	3	10	3	3	15	30	NO	NO	5	NO	10	10	NO	2 PASOS	IT.	P.T.	3 350 (800 000)	NOTA No. 13
12A	NO	NO	3	5	5	3	15	30	NO	NO	5	5	10	10	NO	2 PASOS	IT.	P.P.y.P.T.	4 185 (1 000 000)	NOTA No. 13
12B	NO	SI	3	5	5	3	15	30	NO	NO	5	5	10	10	NO	2 PASOS	IT.	P.P.y.P.T.	4 185 (1 000 000)	NOTA No. 13
13A	NO	NO	3	10	3	3	15	45	30	15	X	NO	10	NO	15	MODULANTE	IT.	P.I.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
13B	NO	SI	3	10	3	3	15	45	30	15	X	NO	10	NO	15	MODULANTE	IT.	P.I.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
14A	NO	NO	3	10	3	3	15	45	30	15	X	NO	10	10	15	MODULANTE	IT.	P.T.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
14B	NO	SI	3	10	3	3	15	45	30	15	X	NO	10	10	15	MODULANTE	IT.	P.T.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
15A	NO	NO	3	5	5	3	15	45	30	15	5	5	10	NO	15	MODULANTE	IT.	P.P.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
15B	NO	SI	3	5	5	3	15	45	30	15	5	5	10	NO	15	MODULANTE	IT.	P.P.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
16A	NO	NO	3	5	5	3	15	45	30	15	5	5	10	10	15	MODULANTE	IT.	P.P.y.P.T.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
16B	NO	SI	3	5	5	3	15	45	30	15	5	5	10	10	15	MODULANTE	IT.	P.P.y.P.T.	SIN LIMITE	NOTA No. 13
17	NO	X	3	X	5	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NOTA No. 13	NOTA No. 13

Miercoles 16 de Julio de 1997

DIARIO OFICIAL

NOM-027-SEDG-1996

NOMENCLATURA DE TABLA No. 1

I.I.=	Ignición intermitente hasta 8.9 c.c. se mantiene energizado todo el tiempo no lleva piloto y solo se utiliza para combustible diesel.
I.T.=	Ignición interrumpida.
P.C.=	Piloto continuo.
P.I.=	Piloto intermitente.
PT=	Piloto interrumpido.
PP=	Piloto probado.
TVA=	Tiempo de verificación en arranque.
TPEF=	Tiempo para establecimiento de flama.
TDPF=	Tiempo para detección de presencia de flama.
TDFE=	Tiempo para detección de falla de flama.
TBS=	Tiempo para bloqueo de seguridad.
TP=	Tiempo de purga.
TPA=	Tiempo de purga en alta.
TPB=	Tiempo de purga en baja.
TCE=	Tiempo para calefacción de electrodos.
TRI=	Tiempo restringido de ignición con bloqueo de señal de flama al circuito sensor.
TPPE=	Tiempo para prueba de piloto encendido.
TAPE=	Tiempo para apagado de piloto encendedor de quemador principal.
TPP=	Tiempo de pospurga.
TACHD=	Tiempo de autoverificación dinámica.

NOM-027-SEDG-1996
SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FLAMA

SISTEMA	TIPO	MARCA Y MODELO	CAPACIDAD MÁXIMA Mj/hr (Kcal/hr) (c.c.)	COMBUSTIBLE
AL	FOTORESISTENCIA DE SULFURO DE CADMIO	HONEYWELL C554A CONTROL DE FLAMAS IC515	1675 (400,000) (47.34)	DIESEL
BL	TUBO ELECTRÓNICO AL VACÍO (FOTODIODO) (RECTIFICACIÓN)	HONEYWELL C7013A CONTROL DE FLAMAS 922	8375 (2'000,000) (236.70)	DIESEL
BG	VARILLA DETECTORA DE IONIZACIÓN DE FLAMA (RECTIFICACIÓN)	HONEYWELL C7008A CONTROL DE FLAMAS C7008A	16750 (4'000,000) (473.37)	GAS
CDN	FOTORESISTENCIA DE SULFURO DE PLOMO SIN AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7015A CON AMPLIFICADOR R7248A	16750 (4'000,000) (473.37)	DIESEL/GAS/COMBUSTOLEO
DDN	FOTOTUBO SENSIBLE A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA SIN AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7027A CON AMPLIFICADOR R7249A CONTROL DE FLAMAS IC2200	16750 (4'000,000) (473.37)	DIESEL/GAS/COMBUSTOLEO
CDD	FOTORESISTENCIA DE SULFURO DE PLOMO CON AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7015A CON AMPLIFICADOR R7248B	SIN LIMITE	DIESEL/GAS/COMBUSTOLEO
DDD	FOTOTUBO SENSIBLE A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA CON AUTOVERIFICACIÓN DINÁMICA	HONEYWELL C7076A CON AMPLIFICADOR R7476A	SIN LIMITE	DIESEL/GAS/COMBUSTOLEO

Nota: a partir de instalaciones cuya capacidad de liberación de calor sobrepase los 157 Mj/hr (37,500 kcal/hr) (4.44 c.c.) , independientemente del tipo de combustible que utilicen; se deberá de utilizar control de seguridad contra falla de flama con detección de flama por medios electrónicos (no térmico)

CONTROLES DE FLAMA MARCA HONEYWELL MÁS COMUNES PARA CALDERAS

Modelo	Servicio	Respuesta a falla de flama	Base	Fotocelda	Amplificador	Pre-purga Seg.	Post-purga Seg.	Combustible	Recomendado para caldera c.c.
RA890F1346 (Clase 2 B) <i>12 p.e.</i>	Una o dos flamas	3.0 segundos	Q270A1024	C7013A1003 Rectificación	Integrado			Diesel	Hasta 40
				Varilla Detectora				Gas	Hasta 20
RA890G1260 (Clase 2 A) <i>9 p.e.</i>	Una o dos flamas	3.0 segundos	Q270A1024	C7027A1023 (Ultravioleta)	Integrado			Gas	Hasta 40
R4795A1016 (Clase 8 B) <i>(71 p.e.)</i>	Una o dos flamas	0.8 segundos	Q270A1024	C7013A1003 Rectificación	R7289A1012 (Color verde)	7,10,30,60 o 90		Diesel	Hasta 60
				C7027A1023 (Ultravioleta)	R7290A1019 (Color violeta)			Gas	
R4140L1147 (Clase 14 A)	Modulante (Levas)	2 a 4 segundos	Q520A1089	C7015A1076 (Infrarroja)	R7248A1004 (Color rojo)	60	15	Líquido	80 cc en adelante
R4140G1171 (Clase 14 A)	Modulante (Levas)	2 a 4 segundos	Q521A1089	C7027A1023 (Ultravioleta)	R7249A1003 (Color violeta)	70	25	Gas	
* CB-20 (R4140G1023) (Clase 14 A)	Modulante (Levas)	2 a 4 segundos	Q520A1170	C7015A1118 (Infrarroja)	R7248A1046 (Color rojo)	72	16	Todos	
BC7000L1000 (Clase 14 A) (1)	Modulante (Electrónico)	2 a 4 segundos	Q520A1089	De acuerdo a el modulo programado puede utilizar detección infrarroja o ultravioleta.				Todos	
* CB-70 (BC7000L1018) (Clase 14 A) (1)	Modulante (Electrónico)	2 a 4 segundos	Q520A1170	De acuerdo a el modulo programado puede utilizar detección infrarroja o ultravioleta.				Todos	

* Modelo exclusivo calderas marca Cleaver Brooks.

(1) Autoverificación Dinámica.

GZA

EQUIVALENCIA DE CONTROLES DE FLAMA DE ACUERDO A DISTINTOS FABRICANTES

HONEYWELL	FIREYE	CONTROL DE FLAMAS (NACIONAL)
RA890 F	TIPO 29RF5 MODELO 6015	TAC15RL
RA890 G		TAC15RL
R4795 A		TAC5415BNR
R4140 L	TIPO 26RJ8 MODELO 6018	
R4140 G		
* CB-20	* CB - 1	
BC 7000	FLAME-MONITOR	

* Modelos exclusivos para calderas marca Cleaver Brooks.

Por lo anterior, es muy importante que la caldera este siempre bien carburada en toda su gama de modulación.

En base a la capacidad de la caldera y al tipo de combustible que utilice su quemador, es la frecuencia con la cual se analizan los gases producto de la combustión.

4.3.5.- TRATAMIENTO DEL AGUA Y PURGAS.

El descuido del mantenimiento por el lado del agua trae como resultado la formación de incrustaciones, picaduras, corrosión, espuma, arrastre de humedad y crestas de nivel de agua.

Es importante un tratamiento de agua con procedimiento adecuado de purgas para conservar las superficies de calefacción de la caldera libres de incrustación y prolongar la vida útil de la misma.

Se recomienda consultar a empresas expertas en tratamiento de agua.

Ellos analizarán el agua y propondrán el tratamiento adecuado basado en el análisis y cantidad de agua cruda que se usará, también dirán la frecuencia de las purgas para reducir la concentración de sales y lodos dentro de la caldera.

El tratamiento se divide en:

Externo.- A través del equipo suavizador, la dureza a la salida debe ser = 0 ppm.

El operador dentro de sus actividades toma muestra del agua a la salida del equipo suavizador y checa su dureza, si le marca algún valor, es el momento para regenerar la resina.

Interno.- Dosificación de productos químicos, puede ser en el tanque de condensados o directamente a la caldera. La cantidad y frecuencia la determina el experto en tratamiento de agua.

PURGAS DE LA CALDERA.- Normalmente se recomienda purgar la caldera mínimo cada turno (la frecuencia real la determina el experto en tratamiento de agua).

Purga de fondo.- Se hace de la siguiente manera:

- Teniendo la caldera con presión (normalmente la presión de trabajo), se sube el nivel del agua a la mitad de la mirilla de cristal con la bomba en posición manual.
- Se coloca la bomba de agua en posición de automático.
- Abrir primero la válvula de cierre rápido.
- después se abre la válvula de cierre lento.
- Se espera a que baje el nivel hasta que arranque la bomba de agua.
- Se cierra la válvula de cierre lento.
- Se cierra la válvula de cierre rápido.

Las demás purgas tardan aprox. 5 seg.

4.3.6.- BITÁCORA.

Este documento es muy útil ya que en el se lleva el historial de la caldera en cuanto a su operación y mantenimiento, desde que se arranca por primera vez.

En base a ese historial se puede formar un programa de mantenimiento preventivo para la caldera.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

4.4.- PARÁMETROS PARA ANOTAR EN UNA BITÁCORA POR TURNO

1. Fecha.
2. Hora.
3. Presión de vapor.
4. Temperatura de gases productos de la combustión.
5. Temperatura del agua de alimentación.
6. Temperatura de combustible (solo si se utiliza combustóleo):
 - En tanque de almacenamiento general
 - En tanque de día.
 - A la entrada del quemador
7. Presión de atomización con aire o vapor (comb. Líquido)
8. Presión de combustible (líquido):
 - A la salida de la bomba de alimentación
 - A la entrada del quemador
 - De retorno
9. Presión de combustible (gas):
 - En el tanque de almacenamiento (gas L.P.)
 - En alta presión regulada
 - En baja presión
10. Purgas: De fondo, columna de nivel, cristal de nivel, tren de controles y de superficie.
11. Tratamiento interno.
12. Tratamiento externo.
13. Consumo de combustible.
14. Pruebas de paro por: alta presión de vapor, bajo nivel de agua y falla de flama.
15. Mantenimientos rutinarios.
16. Análisis de gases.
17. Observaciones.
18. Nombre y firma del operador.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

V.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las calderas de prestigio indudablemente son construidas de acuerdo con el código ASME o alguna otra norma de fabricación de reconocida competencia. En forma similar, el quemador y controles son de marcas de prestigio. Consiguientemente la caldera que se tiene es digna de confianza en cuanto a la seguridad de su operación.

Sin embargo, la seguridad, confiabilidad y eficiencia de operación, solamente pueden conservarse con un programa básico de mantenimiento.

Se recomienda tener un programa de mantenimiento preventivo de acuerdo al tipo de caldera, combustible utilizado y régimen de trabajo.

A continuación se muestra un programa de mantenimiento preventivo descriptivo, más no limitativo.

5.1.- DIARIO

1. Realizar las purgas de la caldera por lo menos cada ocho horas de operación.
2. Checar la dureza del agua después del suavizador para saber cuando hay que regenerar la resina. Después de un tiempo de operación se tendrá medida la frecuencia de ésta actividad.
3. Dosificación del tratamiento interno.
4. Llenar la bitácora con los parámetros de operación.
5. Realizar una inspección ocular a la instalación completa para descubrir cualquier anomalía.
6. Mantener limpia la caldera, sus accesorios y la casa de máquinas.

5.2.- SEMANAL

1. Limpiar la boquilla del quemador y filtro.
2. Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas y mirilla trasera.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

3. Comprobar la tensión de la banda al compresor y/o ventilador en su caso.
4. Si utiliza atomización con aire limpiar el filtro del compresor.
5. Limpiar el electrodo de ignición del piloto de gas.
6. Apretar las conexiones del cable de ignición.
7. Inspeccionar los prensa estopas de la bomba de alimentación de agua.
8. Asegúrese que la fotocelda esté limpia, así como el conductor en donde se encuentra colocada.
9. Comprobar el voltaje y amperaje de los motores.

5.3.- MENSUAL

1. Lavar el filtro que esta en la succión de la bomba de agua.
2. Comprobar que los niveles de agua son los indicados:
 - 63 mm de nivel máximo.
 - 45 mm arranque de la bomba.
 - 38 mm corte por bajo nivel.
3. Comprobar el corte por bajo nivel de agua.- Bajando el interruptor de la bomba de alimentación, el agua al evaporarse irá disminuyendo el nivel, al llegar a 38 mm la caldera debe apagarse. En el caso de no apagarse, hay que parar inmediatamente la caldera e inspeccionar la cápsula de mercurio de tres hilos (en el control de nivel), así como también asegurarse de un correcto funcionamiento del flotador estando la columna exenta de lodos o acumulaciones.
4. Realizar la prueba por falla de flama.
5. Limpiar la malla del ventilador del sistema de aire y checar la apertura de la compuerta.
6. Verificar el funcionamiento del piloto de gas.
7. Revisar el apriete del mecanismo de modulación
8. Checar el apriete de las conexiones del tablero de control.
9. Limpiar y apretar conexiones del cable del transformador de ignición.
10. Reengrasar los baleros de la bomba de agua.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

5.4.- TRIMESTRAL

1. Tirar de la palanca de la(s) válvula(s) de seguridad para que escapen y evitar que se peguen en su asiento, para calderas con presión no mayor a 400 PSI (27.6 Bars), esta actividad se debe realizar estando la caldera a una presión no menor del 75% de la presión de trabajo.
2. Revisar la carburación del quemador de la caldera tomando lectura de los gases producto de la combustión.
3. Revisión del mecanismo y cápsulas de mercurio del control de nivel.
4. Las válvulas solenoide deben ser examinadas. Observe la flama cuando el quemador deba apagar. Si la flama no se apaga súbitamente en el momento preciso, puede significar falla o desgaste de la válvula solenoide. Reemplace la válvula para evitar serios problemas.

5.5.- SEMESTRAL

Estando la caldera fría realizar un servicio de limpieza general, el cual consiste en :

- Retirar tubo del piloto de gas.
- Retirar el quemador.
- Destapar la caldera por ambos lados.
- Retirar los empaques de ambas tapas y de las mamparas.
- Limpiar los fluxes por el lado del hollín con un escobillón, que se debe de pasar a todo lo largo de los mismos.
- Limpiar ambos espejos con un cepillo de alambre.
- Se inspecciona el refractario del hogar, tapa intermedia y tapa trasera que no tenga grietas o que esté desprendido el material. Si es necesario se le aplica un resane.
- Ya que está limpia por el lado de los gases se procede a hacer el lavado lado agua. Se tira toda el agua que tenga la caldera.
- Estando completamente vacía, se retirar los registros de mano y el registro de hombre.

CALDERAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS

- Se retira el tapón de que esta en la entrada de agua a la caldera y los que tiene el control de nivel en sus cruces superior e inferior; además se retira la cabeza del control de nivel para descubrir el flotador.
- Se retiran los controles de presión y el manómetro principal de vapor, dejando al descubierto la tubería del tren de controles.
- A la descarga de la bomba de agua se instala una toma para conectar una manguera y se cierra la llave de cierre de alimentación de agua a la caldera.
- Se arranca la bomba de agua, por la manguera saldrá un chorro de agua con cierta presión, se introduce ésta por cada uno de los registros con objeto de lavar los tubos flux por el lado del agua, todos los lodos saldrán por los registros inferiores y una vez que el agua sale clara indicará que ha quedado limpia.
- Con el mismo procedimiento se limpia: el interior del control de nivel, la toma de alimentación de agua, la tubería del tren de controles y las cruces de la columna de nivel.
- Cambiar el empaque del flotador de la columna de nivel, a los tornillos se les pone una mezcla de grafito con aceite para que no se peguen.
- Cambio del tapón fusible (si la caldera lo tiene).
- Colocar los controles de presión y el manómetro principal en el tren de controles.
- Instalar los tapones macho de las cruces de la columna de nivel y de la entrada de alimentación de agua a la caldera, también se le pone la mezcla de grafito con aceite.
- Cambio de la mirilla de nivel con sus empaques.
- Cambio de empaques a los registros de mano y al registro de hombre, si son de asbesto se cubren con grafito.
- Llenar la caldera con agua y realizar prueba hidrostática a la presión de operación para verificar que no haya fuga en los registros.
- Tapar la caldera por ambos lados cambiando sus empaquetaduras, a todos los tornillos se les aplica la mezcla de grafito con aceite.
- Colocar el quemador y conectar el piloto de gas.
- Se tiene la caldera lista prar su arranque y revisión de la carburación.
- Prueba de la(s) válvula(s) de seguridad automáticamente.

IX.- FALLAS MAS COMUNES

EL QUEMADOR NO INICIA SU CICLO DE ENCENDIDO

Verifique que haya energía eléctrica en el tablero de control de la caldera.

Verifique que los controles limite se encuentren cerrados. Ejemplo: Control de presión de vapor, control de nivel de agua, relevadores bimetálicos de los arrancadores, control de combustión sin restablecer o averiado, control contra baja presión de aire en el quemador, control de baja presión de gas L.P., control de alta presión de gas L.P., terminales eléctricas principales flojas.

EL QUEMADOR INICIA SU CICLO PERO NO HAY CHISPA

Electrodo con porcelana fisurada o dañada.

Electrodo aterrizado, descalibrado o con carbón en su punta.

Transformador de ignición dañado o con cable de ignición flojo en sus terminales.

EL QUEMADOR INICIA CICLO HAY CHISPA PERO NO PRENDE

Exceso de aire por compuerta muy abierta.

Falta gas L.P. en el piloto

Presión en el piloto de gas insuficiente

Impurezas en la línea de gas L.P. del piloto

Válvula solenoide del piloto de gas L.P. dañada u obstruida

Regulador del piloto de gas L.P. dañado o desajustado

Control de presión modulante no manda cerrar la compuerta del aire en el arranque

Compuerta del aire atorada o mecanismo del damper desajustado

PRENDE EL PILOTO, PERO SE SEPARA LA FLAMA DE LA BOQUILLA

Demasiada presión de gas L.P. en la línea del piloto.

Regulador de presión de gas L.P. del piloto dañado

PILOTO ENCENDIDO, PERO NO PRENDE LA FLAMA PRINCIPAL

Flama del piloto de poca intensidad

Válvula principal de combustible no opera

Filtro de combustible tapado

Falla en el control programador

Detector de flama sucio, defectuoso, obstruido o que no apunte a la flama principal

Falso contacto en el amplificador o que este dañado

Válvula mariposa o moduladora de gas L.P. atorada u obstruida

Control de baja presión de aire dañado

Controles de alta o baja presión de gas L.P. dañados

EL QUEMADOR SOLO TRABAJA EN FLAMA BAJA

Interruptor selector de flama baja dañado

Control de presión modulante dañado

Motor modutrol dañado

Mecanismo de modulación trabado

QUEMADOR SE APAGA SIN RAZÓN APARENTE

Falta combustible o baja presión de gas L.P.

Detector de flama averiado

Cápsula de mercurio en el control de presión límite defectuosa

Mecanismo de modulación trabado

Leva de modulación con tornillos desajustados o sea desajuste en la carburación

Alta presión de gas L.P.

Falta de aire para la combustión, actúo el control del aire, posiblemente rotas las bandas que mueven el ventilador.

MOTOR MODULANTE NO OPERA

Selector de modulación dañado

Mecanismo de modulación atorado o dañado

Transformador de 24 V dañado

Control de presión modulante sucio o dañado

MOTOR MODULANTE NO ABRE O CIERRA DURANTE LA PRE-PURGA

Revisar sujeción de contactos

Potenciómetro invertido o dañado

Cables invertidos entre motor y control modulante

EXPLOSIONES EN EL HOGAR DE LA CALDERA

Impurezas o falta de presión para el piloto de gas L.P.

Presión de combustible inestable

Impurezas en la válvula principal de combustible

Compuerta de aire trabada o motor modulante dañado

Averías en la leva dosificadora de combustible, alterando la relación aire-combustible

Manipulación del control de flama

PRESENCIA DE HUMO BLANCO EN LA CHIMENEA

Falta de combustible o exceso de aire

PRESENCIA DE HUMO NEGRO EN LA CHIMENEA

Exceso de combustible o falta de aire

FALTA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN

Impurezas en el tanque de condensados

Filtro de agua tapado

Trampas de vapor averiadas, por lo que regresa vapor vivo al tanque de condensados y eleva demasiado la temperatura del agua, la bomba trabaja pero no inyecta el agua.

Si la bomba trabaja por tiempos largos en estas condiciones se dañará. La temperatura normal de operación es de 60° C.

Altura reducida entre el tanque de condensados y la bomba del agua.

Posible obstrucción a la entrada del agua en la caldera

Bomba de agua dañada

ALTA TEMPERATURA DE GASES DE COMBUSTIÓN

Hollinamiento de los tubos flux por mala combustión

Mamparas dañadas

NO SE RECUPERA EL NIVEL DE AGUA EN LA CALDERA

Filtro de agua sucio

Falta de agua en el tanque de condensados

Control de nivel averiado

Bomba de agua averiada

Falta de energía eléctrica

Demanda súbita de vapor sin alimentar agua

Tubería de alimentación de agua incrustada u obstruida.

CALDERA INCRUSTADA

Falla en el tratamiento del agua

Purgas inadecuadas

Falta de purgas

A continuación se presenta: como se realiza una prueba hidrostática ante la S.T. y P.S.

así como un resumen de la nueva norma para calderas NOM-122-STPS-1996.

PRUEBA HIDROSTÁTICA A CALDERA TIPO TUBOS DE FUEGO

I.- Desarrollo de los preparativos en la caldera

- 1.1.- Destapar la caldera por ambos lados, limpiar los tubos flux lado fuego y ambos espejos.
- 1.2.- Colocar tapones en las siguientes salidas de la caldera:
 - 1.2.1.- Purgas del fondo, de superficie o continua.
 - 1.2.2.- Salida principal de vapor, en calderas grandes no se retira la válvula principal y se coloca un comal o brida ciega.
 - 1.2.3.- Válvula(s) de seguridad.
 - 1.2.4.- Toma de la columna de nivel en la zona de agua.
- 1.3.- Desinstalar el control de nivel y el tren de controles.
- 1.4.- En la toma de la columna de nivel en la zona de vapor, se instala una válvula para venteo y un manómetro calibrado con rango adecuado.
- 1.5.- En la toma de alimentación de agua o en la cruz de la zona de agua del control de nivel, se conecta una bomba manual de desplazamiento positivo que tenga una válvula de control manual y válvula de retención.
- 1.6.- Verifique que las válvulas de succión y descarga de la bomba de agua estén abiertas.

**CALDERA LISTA PARA REALIZARLE LA PRUEBA
HIDROSTÁTICA.**

*ASME Sección I
Para instalaciones Sección A-63
En fábrica — P 6-99*

DESARROLLO DE LA PRUEBA HIDROSTÁTICA

2.1.- Teniendo la válvula de venteo abierta, se inyecta agua a la caldera utilizando su propia bomba en posición manual, cuando empiece a salir agua por la válvula de venteo, esta se cierra.

2.2.- Utilizando la bomba de la propia caldera se inyecta agua (con una temperatura entre 21 a 49 °C), hasta la presión de diseño.

2.3.- A partir de este punto, se aumenta la presión utilizando la bomba manual de desplazamiento positivo; el aumento es paulatino y en lapsos revisando que no haya deformaciones, hasta llegar a 1.5 veces la presión de trabajo máxima permisible. Durante esta etapa, no se requiere inspección visual rigurosa por fugas. (PG - 99.1)

2.4.- Después se reduce paulatinamente la presión hasta llegar a la presión de trabajo máxima permisible. Se mantiene la caldera en esta presión mientras es cuidadosamente examinada.

2.5.- Después de que es liberada la prueba, se reduce la presión y se vacía la caldera para poder conectar sus accesorios, válvulas y controles, además de tajarla por ambos lados dejándola lista para su operación normal.

SE DA POR TERMINADA LA PRUEBA HIDROSTÁTICA.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO A CALDERAS

Esta prueba es posterior a la prueba hidrostática y el equipo debe de estar en operación normal; la realización de esta prueba tiene dos objetivos: verificar el funcionamiento correcto de los dispositivos de seguridad de la caldera, y constatar que el encargado de la caldera conozca la operación de la misma.

- 1.- Cerciorarse de la calibración de la válvula de seguridad.

El operador debe colocar un puente en las conexiones del control de presión límite, encender la caldera y dejar que suba la presión hasta la que esta marcada en la válvula de seguridad, a esta presión debe de abrir dicha válvula.

	<i>Presión Estipulada</i>	<i>Variación Permitida</i>
→	1.0 a 5 Kg/cm ²	0.14 Kg/cm ²
2.- Prueba de falla de flama	5.1 a 21 Kg/cm ²	3%
	mayor de 21 Kg/cm ²	0.70 Kg/cm ²

Estando la caldera en operación, se retira la fotocelda del quemador y se tapa, dependiendo del control de flama y del tipo de detección la caldera se debe de apagar en un tiempo relativamente corto.

- 3.- Corte por bajo nivel y purga de fondo.

Estando la caldera en operación, se inyecta agua con la bomba en posición manual hasta la mitad del cristal de nivel.

Se purga la caldera por el fondo utilizando la válvula de cierre lento y se deja escapar el agua hasta que pare la caldera por bajo nivel viendose este en la mirilla de cristal.

4.- Se purgan los grifos de prueba y la mirilla del nivel.

5.- Observar el paro y arranque de la bomba de agua en la mirilla de cristal del control de nivel.

6.- Pedir que se encienda la caldera para observar el proceso del encendido de la misma.

Resumen de la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo.

1. Objetivo

Esta norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de seguridad e higiene con que deben contar los recipientes sujetos a presión y los generadores de vapor o calderas que se instalen en los centros de trabajo, así como las características de las inspecciones que se realicen con el fin de vigilar el cumplimiento de esta Norma.

2. Campo de aplicación.

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en los centros de trabajo donde se utilicen los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas a que la misma se refiere.

5. Obligaciones

5.1. Obligaciones del Patrón.

5.1.1. Tener autorizados por la Secretaría los equipos y conservar su vigencia de autorización de funcionamiento durante la vida útil de los equipos, así como el documento señalado en el numeral 6.1, del anexo II.

5.1.4. Contar con el personal capacitado para la operación y mantenimiento de los equipos.

5.1.5. Elaborar y establecer por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos, conforme al artículo 130 párrafo tercero del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

El manual debe contener: Medidas de seguridad durante el arranque, operación, paro, y para el mantenimiento de los equipos, dispositivos, accesorios y equipos auxiliares, así como los procedimientos para el control y manejo en situaciones de emergencia y retorno a condiciones normales.

5.1.6. Difundir el manual entre los trabajadores encargados de la operación, mantenimiento y seguridad.

5.1.7. Marcar o pintar en un lugar visible del equipo, el número de control que la Secretaría le asignó y entregó por escrito al momento de su autorización. Queda prohibido alterar, cambiar o desaparecer dicho número.

5.1.8. Aislar, proteger e identificar los equipos y tuberías que se encuentren a temperaturas extremas en las áreas de tránsito de los trabajadores y en las áreas de operación de los equipos, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-028-STPS-1993 y NOM-114-STPS-1993.

5.1.9. Dar aviso a la Dirección o a la Delegación correspondiente cuando se pretenda modificar la instalación o las condiciones de operación de los equipos, de acuerdo al artículo 33 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

5.1.10. Conservar el registro por cada equipo o grupos de ellos interconectados, conforme al artículo 37 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, ver anexo IV.

5.1.11. Solicitar la continuidad de la vigencia de la autorización de funcionamiento de los equipos en los términos del punto 6.2 de esta Norma.

5.1.12. Solicitar al fabricante del equipo el certificado de fabricación, la memoria de cálculo y dibujo indicados en el numeral 6.1 del anexo II.

5.1.13. En caso de que el patrón no cuente con la documentación anterior, para los efectos de la autorización deberá presentar constancia de la memoria de cálculo y dibujo del equipo, elaborados por un ingeniero calificado, con base a los datos técnicos del equipo.

5.2. Obligaciones de los trabajadores.

5.2.1. Participar en los cursos de capacitación y adiestramiento para el manejo de los equipos.

5.2.2. Realizar las anotaciones correspondientes que señala el punto 5.1.9. consignando y reportando las condiciones de operación de los equipos, así como cualquier alteración que pueda causar algún accidente o desperfecto.

5.2.3. Operar los equipos de conformidad con lo establecido en los manuales de procedimiento de seguridad proporcionados por el patrón.

6.1.3. La autorización de funcionamiento a que se refiere el punto 6.1 tendrá una vigencia de 10 años para equipos nuevos y de 5 años para equipos usados.

7. Condiciones de seguridad e higiene.

7.3 La presión de operación de los equipos no deben exceder a la presión de calibración de las válvulas de seguridad señalada en la autorización de los mismos.

7.4. Los equipos deben instalarse libres de impactos y vibraciones, con iluminación y ventilación permanente, adecuadas a los procesos que realicen conforme a las NOM-016-STPS-1993, NOM-024-STPS-1993 y NOM-025-STPS-1993.

7.5. Los pisos y accesos a los equipos deben mantenerse libres de obstáculos y materiales que entorpezcan el libre acceso, de tal manera que sea posible realizar fácilmente maniobras en su cercanía.

7.6. Los accesos a los dispositivos de seguridad y equipos auxiliares deben mantenerse libres en todo momento.

7.7. Los generadores de vapor o calderas deben ser instalados en locales o áreas destinadas específicamente para ellos.

7.8. Los generadores de vapor o calderas deben instalarse de tal manera que cuenten con un espacio mínimo de 1.5 m entre el techo del local y la parte más alta del equipo, a fin de permitir efectuar reparaciones, inspecciones, ajustes y pruebas.

7.9. Los generadores de vapor o calderas deben instalarse entre ellos o entre las divisiones que limitan el local, con un espacio mínimo de un metro a partir del cuerpo de la caldera o del accesorio más sobresaliente, de tal manera que permita al personal efectuar la operación y las reparaciones sin dificultad.

7.10. Los depósitos de combustible para el abastecimiento de los generadores de vapor o calderas deben cumplir las condiciones de seguridad de acuerdo a las NOM-002-STPS-1993, NOM-005-STPS-1993 y NOM-022-STPS-1993.

7.11. El generador de vapor o caldera, independientemente de que opere en forma manual o automática, debe estar vigilado permanentemente durante el tiempo que esté en operación.

8. De los dispositivos de seguridad en los equipos.

8.1. Los generadores de vapor o calderas deben contar cuando menos con una válvula de seguridad calculada técnicamente para evitar riesgos durante la operación del equipo, cuyas características estén de acuerdo con las condiciones de operación.

8.2. Las válvulas de seguridad de los generadores de vapor o calderas deben instalarse en la parte superior de los mismos y tener la capacidad de descarga acorde al flujo de desfogue teórico.

8.3. La presión de la calibración de las válvulas de seguridad utilizadas en ningún caso debe rebasar la presión de trabajo máxima permisible.

8.4. Los generadores de vapor o calderas deben tener al menos un manómetro graduado en Kg/cm²: kPa O bar, calibrado periódicamente, conectado a la cámara de vapor de tal manera que no esté sujeto a vibraciones y ofrezca una visión clara y libre de obstáculos.

8.5. La presión de operación debe estar ubicada en el tercio medio de la escala de la carátula del manómetro.