

cuantas operaciones de timbrado, mantenimiento y reparaciones se efectuaran en la caldera, así como las revisiones y pruebas periódicas previstas.

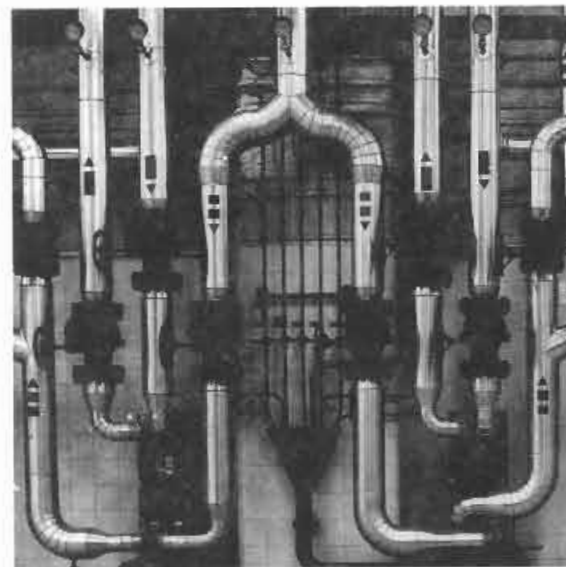
Igualmente el usuario vigilará de que en la sala de calderas figure en lugar visible los siguientes documentos:

- Manual de instrucción de la caldera
- Manual de instrucción del equipo de combustión
- Manual de instrucción del tratamiento de aguas
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Datos obtenidos en el protocolo de puesta en marcha
- Prescripciones del organismo nacional para la contaminación atmosférica
- Dirección del servicio técnico competente más cercano para la asistencia de la caldera y el quemador.
- Dirección del servicio contra incendios más próximo
- El usuario vigilará la correcta señalización óptica de la instalación de calderas (flechas verdes y rojas en tuberías de agua fría y caliente). Cajetines de empalmes de conducciones eléctricas, rojo para fuerza, gris oscuro para alumbrado eléctrico y gris claro para alumbrado de emergencia (Foto 33). Señales de prohibición. (Fotos 32, 33, 34 y 35).
- Igualmente vigilará la instalación de la señalización auditiva (timbres, alarmas, etc... para casos de peligro por sobrepresión).

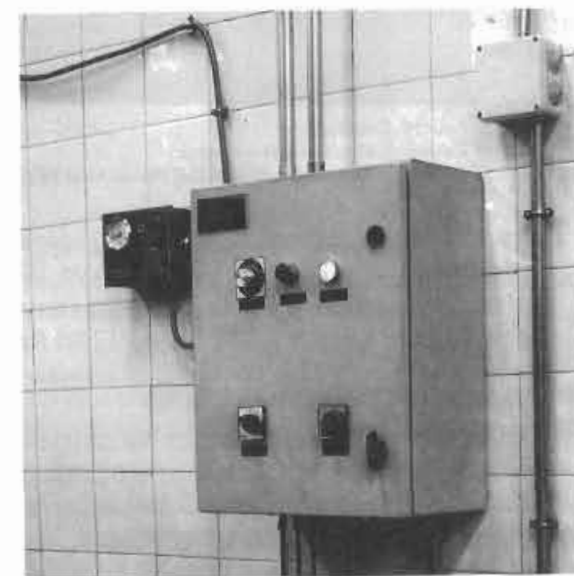
Los dispositivos de seguridad para las calderas de vapor, y para las calderas de agua caliente serán proporcionadas por el fabricante para el primer caso, y por el instalador para las calderas mencionadas en segundo lugar, respectivamente.

El instalador o el usuario deberán proveerse de la correspondiente "autorización de instalación", que será facilitado por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente.

El instalador encargado del montaje e instalación de las calderas de agua caliente, se rige en la actualidad por el Reglamento e Instrucciones Técnicas de las instalaciones de calefacción, clima-



*Foto 32. Señalización  
Colores señalización,  
según el sentido de  
circulación del fluido  
que entra o sale de la  
caldera.  
Rojo: Salida agua  
caliente  
Verde: Entrada agua  
fría*



*Foto 33. Señalización  
Caja de empalmes con  
colores de señalización  
según el tipo de alum-  
brado.  
Rojo: Fuerza  
Marrón Oscuro:  
Alumbrado  
Marrón claro:  
Luz emergencia*



Foto 34. Señalización  
Tubería bidireccional (rojo -verde)  
Prohibición de fumar en salas con quemadores de fuel

tización y agua caliente sanitaria (publicación del Ministerio de Industria y Energía BOE 13 de agosto de 1981).

Además tenemos la instrucción técnica complementaria para calderas de agua caliente ITC-MIE-AP12 del Reglamento de Aparatos a Presión publicado por dicho Ministerio (BOE 4 de Mayo de 1988).

Ordenar y vigilar que se efectuen las revisiones y pruebas periódicas reglamentadas.

El cuadro eléctrico dispondrá de las correspondientes alarmas ópticas (presión elevada, falta de agua, avería en el quemador, etc...).



Foto 35. Cuadro eléctrico. Placa de instrucciones. Timbre de alarma

### Condiciones de los locales

Respecto a los locales que albergarán las calderas se observarán las siguientes normas:

- Deben poseer como mínimo dos puertas y orientadas en direcciones distintas, si el recipiente está catalogado como de 1ª categoría o especial. (Salidas de emergencia). (Fotos 36, 37, 38, 39, 40 y 41).
- Debe existir una iluminación general en la sala de 150 Lux
- Los manómetros, niveles y termómetros deben poseer una intensidad de iluminación mínima de 300 Lux.
- Colocar una plataforma en la parte superior de la caldera, con sus accesos correspondientes, así como la altura libre por encima, como mínimo de 1,80 m. para tener un buen acceso a la parte superior.



- e) Deben tener alrededor un espacio libre mínimo de 1,50 m. o mayor si fuera necesario, para permitir un trabajo de mantenimiento cómodo y holgado.
- f) No debe haber en los espacios próximos a las calderas almacenamiento de materias combustibles, pues podrían producirse incendios por efecto del calor emitido por la caldera.
- g) No se deben realizar en la sala otros trabajos ni que existan otros aparatos ajenos al servicio.
- h) Debe existir un cuadro con las condiciones de actuación ante posibles anomalías e indicaciones sobre la marcha de la caldera.
- i) Se medirá la temperatura de la sala de calderas y se comprobará si la ventilación es suficiente.
- j) Conocer e indagar el tipo de material de que están formados los muros: ladrillo hueco, hormigón en masa, armado, etc. Esto se debe a que la onda de presión de una hipotética explosión podría producir daños en locales anexos.
- k) Indagar sobre la ligereza del techo y la existencia encima o no de otros locales, en los recipientes de categoría especial primera y segunda para poder así canalizar la salida de la onda de presión de una posible explosión del local hacia la parte de arriba y evitar el daño a los edificios contiguos.
- l) En los recipientes de categoría especial y primera, se comprobará si están ubicados fuera de toda casa habitada y de construcciones, edificios, locales de pública concurrencia, calles, plazas y otras vías públicas.



Foto 36. Locales. Dos puertas orientadas en direcciones distintas

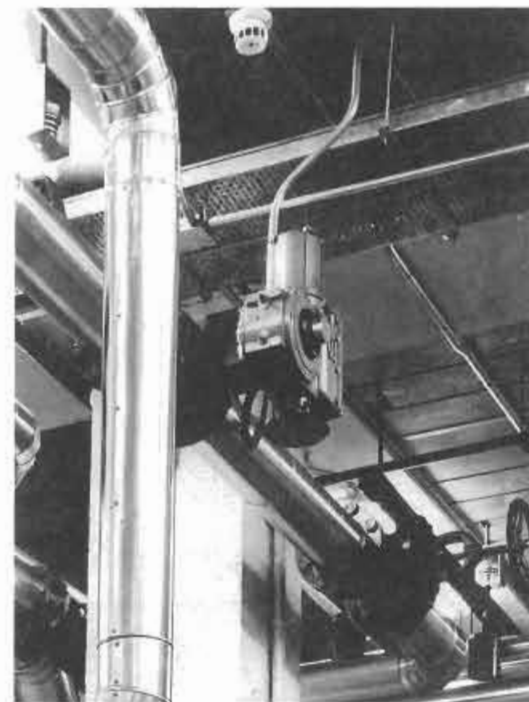


Foto 37. Sala de calderas  
Iluminación de 150 lux  
Detector de incendios tipo termovelocimétrico con cable eléctrico protegido bajo tubo (Normas UNE - 91310)

- m) Si el recipiente es de categoría especial y primera, se medirán las distancias con otros locales y grosores de los muros que tiene la sala.
- n) Si el recipiente es de segunda categoría, podrán estar situados en los mismos edificios utilizados por el industrial, sus familiares y obreros o por otros usuarios, siempre que cumplan las condiciones de separación y grosores de muros que se deben medir. (Siempre existe un plano y en él se comprobarán.
- ñ) Comprobar la altura de los muros en su parte resistente, al objeto de que sobrepasen en un metro a la altura del elemento sometido a presión.



Fotos 38 y 39. Iluminación artificial y natural en sala de fabricación de calderas



Foto 40. Señalización acústica (alarma lateral)

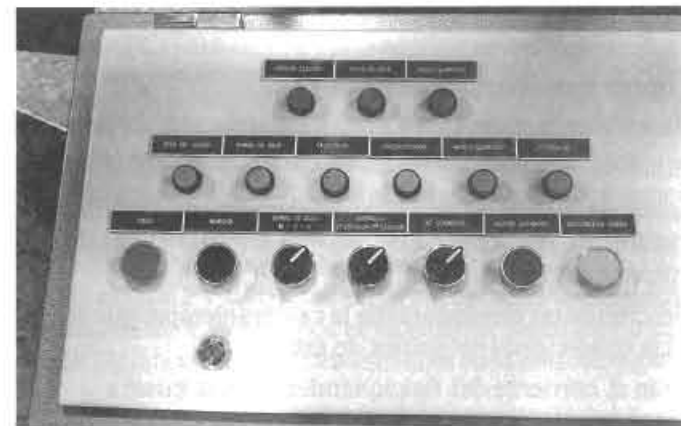


Foto 41. Señalización óptica

(NOTA: Ver Tablas en el capítulo V del Reglamento de Recipientes a Presión).

- o) Respecto a la ventilación, se dispondrá en la sala de calderas de una abertura de entrada por la parte inferior, y otra de salida por la parte superior, con las secciones siguientes:
- Comunicación directa con el exterior
  - Abertura inferior  $S_1 = Q/500$  en  $\text{cm}^2$
  - Abertura superior  $S_2 = S_1/2$  en  $\text{cm}^2$   
donde Q es la potencia calorífica total instalada en Kilocalorías por hora. Valor mínimo de  $S_1 = 0,25 \text{ m}^2$
  - No comunicación directa con el exterior
  - $S'_1 = 2S_1$
  - $S'_2 = S'_1/2$
- p) La sala de calderas dispondrá el servicio de prevención y lucha contra incendios. (Fotos 42, 43 y 44)

### 3. Operadores

#### Instrucciones generales y cuadro para control de calderas

Los operadores son los encargados de vigilar, supervisar, conducir y mantener la caldera

Las operaciones de mantenimiento son:

- a) Sustitución de hasta un 15% del haz tubular en calderas pirotubulares
- b) Sustitución de juntas
- c) Cambio de cualquier aparato de medida, de seguridad, o de automatismo, por otros de las mismas características de presión, temperatura, funciones, etc.
- d) Sustitución de las tubuladuras de la caldera siempre que se mantengan las condiciones originales de esta.

Estarán al corriente del funcionamiento de la misma

Serán conscientes de los peligros que pudiera ocasionar una falsa maniobra, un mal entrenamiento, o una mala conducción.



Foto 42. Riesgo de vibraciones e incendios  
Amarre de tuberías a techos mediante uniones de muelle para amortiguar vibraciones que podrían originar fugas de vapor por rotura de las tuberías  
Sistema de extinción de incendios

Se exigirá al operador sus aptitudes donde se acrediten sus conocimientos y responsabilidad frente al entretenimiento y funcionamiento de la caldera (P.V > 50) (Artículo 26, Capítulo VII ITC-MIE-API).

Para calderas con PV < 50 no se exigirá el carnet, y serán instruidos en la conducción de la misma por el fabricante, instalador o usuario correspondiente, anotándose el citado evento en el libro de registro del usuario.

Dicho carnet lo expedirá la delegación del Ministerio de Industria y Energía correspondiente.





Foto 43. Sala de almacenamiento de halón



Foto 44. Detalle de botella de halón 1301  
(Manómetro y etiquetas)

Se instruirá por el fabricante, instalador y usuario en la conducción a los operadores. Este extremo, con el nombre del operador de la caldera se hará constar en el libro de registro del usuario (P.V < 50).

El conductor no abandonará la caldera hasta que llegue el relevo.

Se informará al usuario en caso de averfa o daño, tras haber tomado las precauciones pertinentes de cara a la prevención de la condición peligrosa.

Impedirá el paso en la sala de calderas a cualquier persona no autorizada por el usuario.

Mantendrá a la caldera en servicio (se entiende en servicio cuando está sometida a un aporte calorífico), bajo un contínuo control y supervisión. La caldera y el equipo de combustión estarán unidos entre sí por un circuito de seguridad, de forma que no pueda haber un puente arbitrario o conexión que anule esta relación.

Mantendrá limpia la sala de calderas. El material no necesario para la operación, supervisión o mantenimiento de la caldera, no permanecerá en la sala.

Los elementos de seguridad (manómetros, termómetros, indicadores de nivel, etc) estarán suficientemente iluminados.

Ejemplo de un "cuadro tipo" para control diario de la caldera por parte del operador. (Ver Anexo 12).

En él y a lo largo de la jornada se van tomando cada dos horas medidas de presión y de fugas para calderas de vapor y de calefacción, así como lecturas de combustibles y de agua.

#### Puesta en servicio

Antes de llenar de agua una caldera, se comprobará que todos los elementos extraños hayan sido retirados del interior de la misma, que los accesorios de purga y vaciado estén fijos y que las bridas ciegas han sido retiradas. Para calderas que han estado fuera de servicio por un largo periodo, deberán inspeccionarse las superficies interiores de la caldera, con el fin de comprobar que no han sufrido deterioro. La temperatura del agua de llenado de la caldera será lo más cercana posible a la temperatura de las partes constituyentes de la caldera y en ningún caso la diferencia será superior a 50°C.

Antes de iniciar el aporte de calor a la caldera, se comprobará que todos los pasos de gases están abiertos, eliminando los elementos extraños que pudiera haber. Se verificará que los elementos de seguridad son accesibles, correctamente montados y listos para su funcionamiento y que la caldera está llena de agua hasta el nivel adecuado según instrucciones del fabricante.

Para facilitar el inicio de la combustión en el caso de que ésta sea manual, no se utilizarán sustancias altamente inflamables sin el debido control.

Antes del inicio de la combustión, especialmente si se utiliza como combustible carbón pulverizado y combustibles líquidos o gaseosos, la cámara de combustión y los pasos de los gases de la combustión deben ser adecuadamente ventilados según instrucciones del fabricante de la caldera.

Para combustibles líquidos y gaseosos se comprobarán los dispositivos de regulación, control y seguridad del equipo de alimentación de combustibles al equipo de combustión, así como, el equipo de control de llama piloto y llama principal. El combustible no se inyectará a la cámara de combustión mientras no exista la llama piloto o se haya establecido el fuego inicial. Los problemas que puedan presentarse se eliminarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante del equipo.

Durante el periodo de calentamiento, todo el equipo y accesorios de la caldera debe ser controlado y en especial los indicadores de nivel, el sistema de alimentación y drenaje, así como el sistema de control de nivel. Para los indicadores remotos de nivel se controlará que su indicación coincide con los indicadores locales. Si existe alguna obstrucción, ésta debe ser retirada de inmediato, así como se controlarán fugas en las uniones roscadas y embridadas, eliminándolas mediante el correspondiente reapretado, con la consiguiente disminución de la presión si fuese necesario. Para estos trabajos sólo deben emplearse las herramientas apropiadas.

Se controlarán las indicaciones de manómetros y termómetros de la caldera y su instalación, solucionando adecuadamente las eventuales anomalías que pudieran presentarse.

La caldera se venteará durante el periodo de calentamiento, hasta que por el correspondiente dispositivo salga vapor.

Las válvulas y dispositivos de seccionamiento deberán ser operados en forma lenta y si es necesario las tuberías de conexión purgadas y/o venteadas en evitación de golpes de arietes debidos normalmente a diferencias de temperaturas.

### **Caldera en servicio**

#### *Nivel de agua*

Durante el periodo en servicio de la caldera, el nivel de agua no descenderá por debajo del nivel mínimo indicado por el fabricante. Si el nivel permanece por debajo del límite inferior sin que actúen los controles de seguridad, el operador de la caldera pondrá inmediatamente fuera de servicio el equipo de combustión informando de esta avería al usuario. En este caso no deberá alimentarse bajo ningún concepto, agua a las calderas de tubos de humo y calderas con tambores en contacto con los gases de la combustión. La realimentación de agua sólo podrá volverse a efectuar cuando la temperatura de las partes metálicas de la caldera haya descendido a temperatura inferior a los 100°C y aún así, la alimentación de agua deberá ser realizada de forma muy lenta. También podría darse el caso de sobrecalentamiento de la caldera por un exceso de calor en el hogar que podría llegar hasta deformar sus paredes. (Se han dado casos de explosión en calderas como consecuencia de que han sido enfriadas mediante un aporte rápido de agua a su interior. Ello conlleva una elevación enorme de presión interna como consecuencia de la producción de un exceso de vapor sobre el máximo previsible y que está imposibilitado a salir al exterior por no disponer la caldera más que de dos válvulas de evacuación.

Si el nivel supera sin razón aparente el límite superior del nivel visible, la combustión deberá ser interrumpida a menos que el nivel de operación pueda ser restablecido por medios apropiados.

Los indicadores de nivel deberán ser mantenidos limpios y en perfecto estado de servicio. Estos deberán ser purgados en forma periódica que, como mínimo, será de dos veces por cada turno.

Lo mismo se aplicará para las cámaras de los flotadores de los controles y limitadores de nivel. Los grifos y las válvulas deben ser abiertos y cerrados de forma lenta y cuidadosa. Los indicadores



remotos de nivel deben ser comparados a intervalos regulares con los indicadores locales. Las posibles obstrucciones de los indicadores de nivel deberán ser eliminadas de inmediato.

Si la caldera dispone de dos indicadores remotos de nivel, es aceptable seccionar los correspondientes indicadores locales para su mantenimiento y limpieza, controlando el nivel de caldera por medio de los indicadores remotos.

#### *Alimentación*

Los sistemas de alimentación de agua estarán en todo momento dispuestos para entrar en servicio, se usarán en forma alternativa, y serán comprobados a intervalos regulares. La alimentación de agua deberá ser realizada de una forma lo más uniforme posible de acuerdo con la demanda de vapor. El funcionamiento del sistema de alimentación de agua debe ser vigilado de forma periódica. Si existen economizadores que no pueden aislarse de la corriente de gases calientes, deberá controlarse que el flujo de líquido a través de los mismos no se interrumpa, en ningún caso, completamente.

#### *Tratamiento de agua*

Deberá controlarse periódicamente el funcionamiento del sistema de tratamiento de agua, tomando muestras del agua de alimentación y del agua del interior de la caldera para su envío al laboratorio correspondiente y controlando los parámetros obtenidos con los normalizados en la norma UNE 9-075. Como mínimo, diariamente se controlarán los valores de dureza, pH, salinidad y exceso de reductores. (Ver Capítulo IV punto 3).

#### *Válvulas de seguridad*

Deberán comprobarse periódicamente las válvulas de seguridad, que en ningún caso deberán modificarse en cuanto afecte a la presión de disparo. La presión máxima de servicio en ningún caso superará la presión permitida que deberá estar señalada mediante una línea roja en el manómetro de la caldera. Si se superase esta señal, el equipo de combustión deberá ser puesto fuera de servicio y la alimentación de agua deberá realizarse en condiciones controladas (Ver Capítulo IV punto 4).

Si en esta circunstancia las válvulas de seguridad no hubiesen actuado, deberán ser examinadas de inmediato, y si la avería no puede ser solucionada, deberá informarse al usuario y poner la caldera fuera de servicio hasta la reparación de las válvulas de seguridad.

#### *Manómetro*

El manómetro de la caldera y su conexión deberán ser verificados periódicamente para comprobar que están libres las obstrucciones. Para ello se comprobará que al cerrar el grifo del manómetro, la aguja alcanza el punto inicial del mismo y que con una abertura lenta del grifo ésta vuelve a su posición previa. Así mismo, deberá comprobarse que cuando actúan las válvulas de seguridad la aguja alcanza la línea roja marcada en la esfera del manómetro. Cualquier discrepancia debe ser comunicada al usuario. El manómetro deberá ser seccionado de la tubería de conexión, antes y después de la purga, hasta que suficiente vapor se haya condensado en el bucle o sifón de la tubería de conexión.

#### *Drenaje*

Al inicio de su turno, el operador comprobará que los sistemas de drenaje están cerrados de forma estanca, comprobando la boca de descarga de la tubería correspondiente y, en el caso de no ser posible, por medio de contacto manual en zona apropiada. La caldera deberá ser periódicamente purgada por la eliminación de lodos acumulados, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y vigilando simultáneamente el nivel de agua en la caldera. Así mismo, y de acuerdo con la salinidad del agua de alimentación y el contenido máximo de sales en el interior de la caldera, según la norma UNE 9-075, deberá controlarse la purga de la caldera que podrá ser de superficie y/o de fondo, así como, continua o discontinua, siguiendo las instrucciones del fabricante de la caldera.

#### *Aporte calorífico. Combustión.*

En cuanto al aporte calorífico, el conductor de la caldera se asegurará de:

Que no exista una combustión retardada en la zona del sobrecalentador



Que el contenido de hollín y cenizas en la emisión de gases a la atmósfera sea el especificado para el equipo instalado.

Que la temperatura y composición de los gases a la salida de la caldera esté dentro de los límites establecidos en el protocolo de puesta en marcha o en las instrucciones del fabricante de la caldera.

Que para calderas de combustibles sólidos se toman las precauciones debidas en la apertura de las puertas del hogar contra los posibles retrocesos de llama. La eliminación de escorias y cenizas del hogar deberá hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Para este tipo de calderas se instalará entre la tolva donde se ubica el combustible sólido y el hogar, un dispositivo de seguridad que actuará parando el aporte de dicho combustible desde la tolva, para casos de sobrepresión en la caldera.

#### *Termómetro*

El termómetro de control de la temperatura del agua en el interior de la caldera, deberá controlarse periódicamente para observar cualquier diferencia sobre los parámetros según el tipo de la caldera. En especial, se comprobará la coincidencia de valores entre temperatura y presión de acuerdo con la tabla de vapor.

#### *Obra refractaria*

Cada vez que se presente la oportunidad, el operador controlará el estado de la obra refractaria del hogar y de otras partes de la caldera informando al usuario de las deficiencias observadas.

#### *Limpieza*

En función de la experiencia práctica de cada caso y de acuerdo con las instrucciones del fabricante, la caldera deberá ser periódicamente puesta fuera de servicio para efectuar una limpieza general de la misma, eliminando el hollín, cenizas, lodos, etc...., que puedan haberse acumulado en sus lados de gases o agua. (Ver Capítulo IV punto 3).

- Comprobar diariamente el funcionamiento del **sistema de detección de llama**, (control de llama) cubriendo con la mano la parte sensible del detector.

Con ello conseguimos verificar que el generador se bloquea al no existir llama, evitando la posibilidad de acumulación de gases combustibles.

- Purgar por cada turno el **limitador de nivel de seguridad** y verificar al disminuir el nivel hasta el de seguridad que detiene el quemador, se accionan las alarmas, y se enciende el piloto de bloqueo.

Con ello conseguimos evitar la acumulación de lodos en el cuerpo del flotador, verificando su correcto funcionamiento evitando los riesgos derivados de una falta de agua.

- Verificar por cada turno el **limitador de nivel límite de seguridad reglamentario**, comprobándose para el quemador y alarmas.

Con ello conseguimos verificar su correcto funcionamiento, evitando los riesgos de una falta de agua.

- Desconectar por cada turno el **interruptor general** verificándose el bloqueo del generador al ponerse de nuevo en marcha al restablecer la corriente.

Con ello conseguimos comprobar el funcionamiento de la seguridad por falta de corriente.

- Hacer saltar, semanalmente, las **válvulas de seguridad**, condenando el presostato o si la marcha de trabajo nos lo permite, subiendo la presión y ayudando manualmente en toda puesta en marcha después de una parada larga.

Con ello conseguimos comprobar su perfecto estado de funcionamiento evitando posibles agarrotamientos.

- Se comprobará, semanalmente, el correcto funcionamiento de los **presostatos de seguridad**, servicio y modulante. Con ello conseguimos verificar las seguridades.

- Se verificará semanalmente, el correcto funcionamiento y señalización del **cuadro eléctrico** y de los pilotos de señalización.

- Se verificará, cada seis meses, la correcta señalización del manómetro de vapor y el termómetro.

(NOTA: Todas estas operaciones y verificaciones, se anotarán en el "Libro de verificaciones" con la firma de las personas responsables).

### Puesta fuera de servicio

Si existen indicios de producirse alguna situación peligrosa en la caldera, ésta será inmediatamente puesta fuera de servicio, debiendo el operador informar a la vez al usuario.

Esto ocurrirá si:

- a) Las paredes de la caldera y su superficie de calefacción empiezan a deformarse o si es evidente una deformación en algún punto.
- b) Aparece un gran pérdida de agua
- c) En el caso de fallo de los mecanismos de alimentación, permaneciendo estos operables, no es posible el suministro de la cantidad de agua necesaria.
- d) Las válvulas de seguridad no actúan a la adecuada presión.
- e) Aparecen grietas y/o roturas en la obra refractaria en las zonas del hogar o en otras zonas protegidas del fuego, así como, aparece vapor o humedad en la zona de la obra refractaria.
- f) Se observan defectos en los tubos, en la unión de los tubos a la placa tubular o aparecen fisuras en las chapas de las partes sometidas a presión.

En cualquier caso de paro de emergencia, la alimentación de combustible debe ser interrumpida y el calor introducido en el hogar reducido de la forma más rápida posible.

Si existen otras calderas que operan en paralelo serán aisladas de la caldera en cuestión.

En el caso de calderas con parrillas, la caldera deberá estar bajo la directa vigilancia del personal experto hasta el final de la operación de eliminación del combustible en el hogar. Las mariposas de los conductos de gases sólo deberán ser cerradas una vez se haya eliminado el combustible de la parrilla.

Si la puesta fuera de servicio de la caldera obedece a las causas indicadas en los apartados .a), b), e) y f), deberá realizarse el vaciado e inspección de la caldera.

### Vaciado e inspección de la caldera por parte del operario (comprobación del estado interno de las partes a presión)

Antes de vaciar una caldera, ésta debe ser enfriada lo más lentamente posible. El vaciado sólo debe ser iniciado después de retirar el

combustible que pueda existir en el hogar, la presión se haya reducido suficientemente y las partes refractarias y cenizas acumuladas en la caldera en sus diferentes zonas se hayan enfriado suficientemente. En ningún caso se introducirá agua en una caldera vacía y caliente, como hemos indicado ya anteriormente.

Las partes a presión de la caldera sólo serán abiertas si existe certeza real de que no están bajo presión ni existe vacío.

Antes de iniciar la inspección, todas las conexiones de líquido y vapor de la caldera deberán ser seccionadas de forma totalmente seguras, por medio de válvulas de seccionamiento cerradas y encadenadas, bridas o separación de una sección de tubería. Es recomendable la instalación de un cartel con la leyenda: "ATENCIÓN: PERSONAS EN LA CALDERA", el cual no pueda ser retirado de forma fácil. La retirada de este cartel sólo podrá ser hecha por personas autorizadas y bajo la responsabilidad del usuario (REAL DECRETO 1403/86 del 9.5.86 sobre señalización). Todas las zonas de paso de los gases de combustión deben ser ventiladas adecuadamente.

- Para realizar la inspección sólo deben utilizarse lámparas eléctricas, perfectamente alimentadas por baterías. Si se utilizarán lámparas alimentadas desde la red eléctrica, es recomendable que el voltaje no supere los 48 V.

La comprobación del estado interno de las partes se realizará con la caldera vacía.

En estas revisiones se trata de:

Verificar la resistencia estructural de la caldera comprobando espesores materiales, ausencia de defectos y estado de las uniones soldadas.

Comprobar el tratamiento del agua en cuanto a corrosiones e incrustaciones.

Revisar el estado interno de las partes a presión de los dispositivos de seguridad.

Deben verificarse los aspectos siguientes:

Espesores de las partes a presión y secciones de barras tirantes y virotillos.



Estado de las soldaduras, especialmente en hogares, calderines, uniones de placas a envolvente y del hogar con las placas tubulares.

Ausencia de grietas en mallas de calderines y placas tubulares, uniones de tubos tirantes y virotillos a placas, placa tubular frontal a hogares.

Ovalización de hogares y estado interior de su superficie.

Ausencia de grietas en los extremos de los tubos en la parte que se proyectan al exterior de la placa tubular.

Estado de las superficies interiores de las partes a presión en cuanto a corrosiones o formación de incrustaciones.

(La pared interior del horno de las calderas de tubos de humos debe vigilarse especialmente en este aspecto).

Y además, comprobar el interior de los dispositivos de seguridad, desmontando:

Las válvulas de seguridad revisando el estado del mismo.

Las cabezas del nivostato (indicador de nivel), comprobando el libre desplazamiento del flotador y la limpieza interna de la cámara.

Es importante que estas revisiones periódicas anuales las realice el fabricante de la caldera, ya que como mejor conocedor de la misma puede definir fácilmente su estado y la necesidad de actuaciones correctoras.

La ITC relativa a calderas establece tres tipos de revisiones periódicas: anuales, cada cinco años y al cabo de diez años. Con posterioridad a estos diez años, la revisión periódica quinquenal pasa a realizarse cada tres años (Ver Capítulo VI punto 6 y punto 8).

Las inspecciones de las revisiones citadas, salvo las anuales, se llevan a cabo por parte de la administración o por delegación por medio de las Entidades Colaboradoras.

En los casos en que como consecuencia de las revisiones se decidiera realizar reparaciones en las partes sometidas a presión, es de la máxima importancia encargar de ellas al fabricante de la caldera. Algunos de los accidentes graves ocurridos últimamente en España como consecuencia de explosión de calderas han tenido como origen

la realización de una reparación importante, con reparaciones de soldadura totalmente inadecuadas y llevadas a cabo por personal no cualificado.

Finalmente deberá examinarse la caldera en funcionamiento de todos los sistemas de control automático y de alarma, y deberá efectuarse una prueba de las válvulas de seguridad, con vapor. Cuadro resumen con las operaciones básicas a realizar para el mantenimiento de calderas y sus equipos. (Ver Anexo 13). (Son tres Anexos).

En dicho anexo se especifica, para cada uno de los elementos que componen el equipo, y para cada uno de los equipos, la acción a llevar a cabo para cada elemento, así como la frecuencia con que se llevará a cabo la misma.

## **VI. LAS PRESCRIPCIONES E INSPECCIONES (MIE-API-ART.6)**

En este apartado, se recogen diferentes tipos de acciones a llevar a cabo por los diferentes estamentos tanto de la administración, como de las empresas o personas implicadas, durante todo el proceso de la vida de la caldera.

### **1. Registro de tipos**

El fabricante o importador que fabrique o importe una caldera, obtendrá previamente el "registro tipo" según el artículo sexto del reglamento de aparatos a presión.

### **2. Autorización de instalación**

Cualquier instalación, precisará la presentación ante la Delegación Provincial del MIE correspondiente de un Proyecto firmado por el Colegio Oficial correspondiente donde se incluirán: categoría y características del aparato, datos del fabricante y del aparato, nombre del vendedor e instalador, clase de industria a la que se destine, planos, presupuesto de la instalación y por último instrucciones para su uso, conservación y seguridad de los aparatos y de sus instalaciones en lo que afecta a personas y cosas.



### 3. Autorización de puesta en servicio

Se ajustará a lo dispuesto en el artículo veintidós del reglamento de aparatos a presión.

### 4. Primera prueba

Se realizará con arreglo a lo dispuesto en el artículo trece del reglamento de aparatos a presión.

La presión vendrá dada por la expresión  $P_p = 1,5 P_d$  siendo  $P_d$  la presión de diseño.

La citada prueba podrá llevarse a cabo por el fabricante, o entidad colaboradora según se produzca.

$PV < 25$  fabricante

$PV > 25$  entidad colaboradora

Siendo  $P$  la presión máxima de servicio en  $\text{Kg/cm}^2$  y  $V$  el volumen en  $\text{m}^3$  del aparato.

### 5. Inspecciones y pruebas en el lugar de emplazamiento

Para estos casos, el instalador verificará que la instalación está acorde con el proyecto presentado, y aquella se realiza antes de su puesta en servicio. Cuando la presión máxima efectiva de servicio fuera inferior en un 10% a la de diseño que figura en su registro, las Delegaciones Provinciales del MIE correspondientes exigirán al fabricante un certificado suscrito por un técnico donde conste la adecuación del aparato a la presión en la instalación, especialmente en lo que se refiere a la velocidad de salida del vapor y a las capacidades de descarga de las válvulas de seguridad.

### 6. Inspecciones a los 5 años

En la prueba de presión, el valor de la misma será al menos 1,4 veces el valor de la presión de diseño. Las partes que se examinarán serán: hogares y sus uniones a las placas tubulares, cámara de

combustión y sus accesorios, chapas y cajas de fuego, virotillos y tirantes, tubos y placas tubulares, conductos y cajas de humo, envolventes, tambores, colectores y tubos, válvulas de seguridad, presostatos, niveles, etc...).

Se llevarán a cabo por la delegación provincial del MIE correspondiente y se fijará su fecha en la placa de timbre.

### 7. Inspecciones posteriores

Cada 10 años se repetirán los trabajos de inspección especificados en los de 5 años y posteriormente se repetirán cada 3 años. Tanto las pruebas de este apartado como las descritas en el anterior apartado se efectuarán en presencia del usuario extendiéndose acta por triplicado (usuario, instalador o empresa, y delegación del MIE).

### 8. Inspecciones anuales

Se llevarán a cabo por el usuario anotando los resultados en el libro de registro del usuario. Se realizarán las inspecciones con el aparato abierto y sus partes metálicas limpias. Se medirán espesores en paredes y se comprobarán todos y cada uno de los sistemas y elementos de seguridad en la caldera.

## VII. CONCLUSIONES

El riesgo de explosión en calderas, pensamos que queda bastante controlado con las recomendaciones que a lo largo de la presente obra se han ido ofreciendo.

Un correcto mantenimiento será de vital importancia para conservar la caldera en unas condiciones de seguridad aceptables.

Sin embargo aparece en España en la actualidad un problema que expondremos seguidamente. Como consecuencia de la reconversión industrial de cara a la entrada en la CEE como miembros de pleno derecho, algunos sectores industriales, y entre ellos el sector naval, se ha desprendido de un gran número de calderas de sus barcos no competitivos. Los pequeños empresarios con necesidades en este campo las han adquirido en condiciones, en muchos casos, no muy aconsejables desde el punto de vista de la **seguridad**, si bien con precios muy ventajosos.

El grupo de fabricantes de calderas, lo denunció en su día en el sentido de que la autorización de instalación de estas "calderas de segunda mano" deberían realizarse con el mismo criterio que el llevado a cabo para las que se realiza para las nuevas.

Deseamos que el presente documento abra nuevos caminos para la concienciación de los diferentes estamentos, empresas o personas implicadas en el sector de calderas.

La seguridad y la rentabilidad no están refidas para con el riesgo



de explosión en calderas. Hacer un trabajo seguro es avanzar en el progreso. Mantener la salud de nuestros trabajadores permite el conseguir cuotas de bienestar para nuestros hombres y beneficios económicos para la empresa.

## VIII. LEGISLACION

Directiva 87/404/CE del 25.6.87 (DOCE L220 del 8.8.87 sobre recipientes a presión simples y Directiva (en fase de elaboración sobre equipos a presión).

Ministerio de Industria y Energía.

Reglamento de aparatos a presión. R.D. 1244 del 4.4.79. BOE 29.5.79

Inspección Técnicas complementarias. Aparatos a presión. ITC-MIE-API; Calderas, Economizadores, Precalentadores, Sobrecalentadores y Recalentadores (O.17.3.82. BOE 8.4.81) y (O.28.3.85. BOE 13.4.85)

ITC-MIE-API2: Calderas de agua caliente (D.31.5.85 BOE 20.6.85).

Normas UNE - Una norma Española.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Calderas, I. (Centre International d'Informations de Sécurité et de Santé au Travail)
- Normas UNE (Norma Española)
- Reglamento de Aparatos a presión e instrucciones técnicas complementarias (Ministerio de Industria y Energía) MIE-API.
- Código español de calderas
- Primer Symposium de Seguridad "MAPFRE"
- Jornadas Técnicas sobre seguridad de recipientes a presión (CNVM de Vizcaya)
- Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. (OIT).
- Mapfre Seguridad (Revista de la Fundación Mapfre)
- Tratamiento de aguas (Irgafer-Proyecto y realizaciones industriales)
- Vulcano-Sadeca S.A. (Fabricante de calderas)
- Enrique Lorenzo y Cia S.A. - Factorías Vulcano (Fabricante de Calderas).
- Sulzer Sistemas e Instalaciones S.A. (Instalador de Calderas de Agua Caliente)
- Gran enciclopedia Larousse

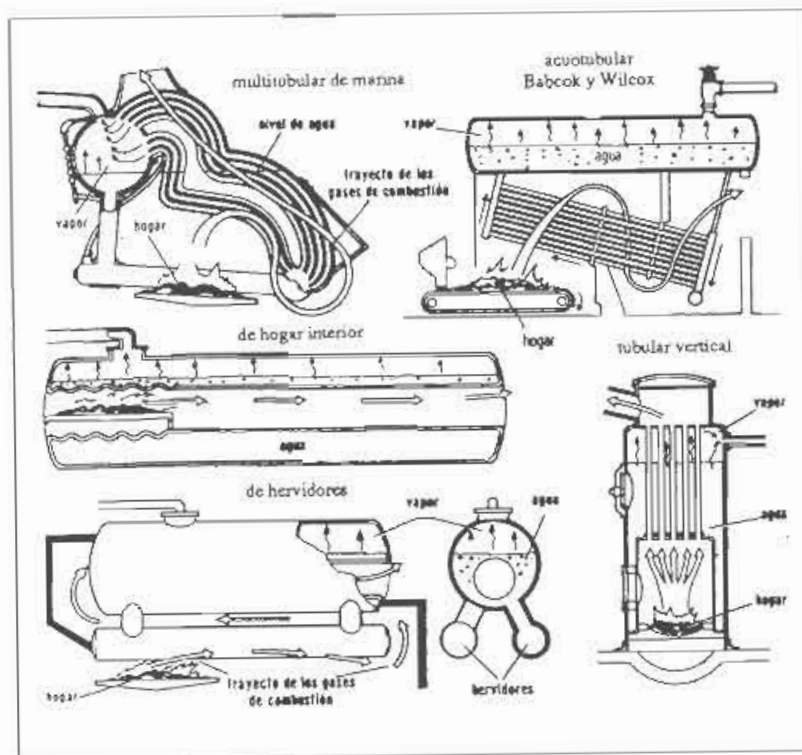


## ANEXOS

### ANEXO 1 CONSECUENCIAS DEL TRABAJO

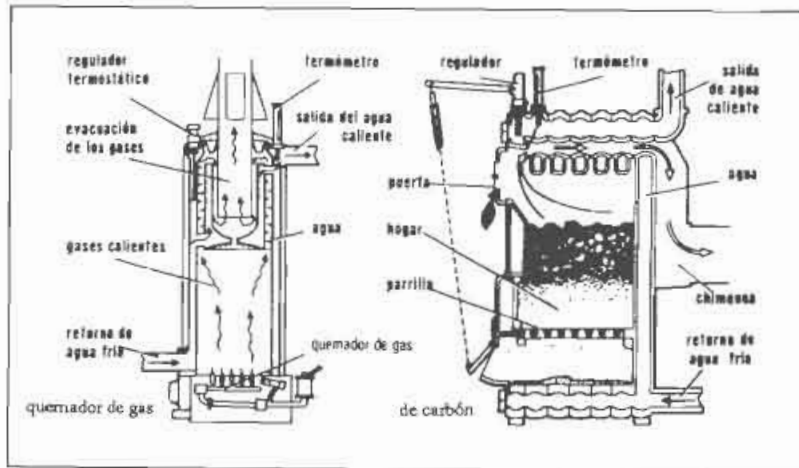


### ANEXO 2 CALDERA PARA PRODUCIR VAPOR DE AGUA





**ANEXO 2 (continuación)**  
**CALDERA PARA PRODUCIR AGUA CALIENTE**

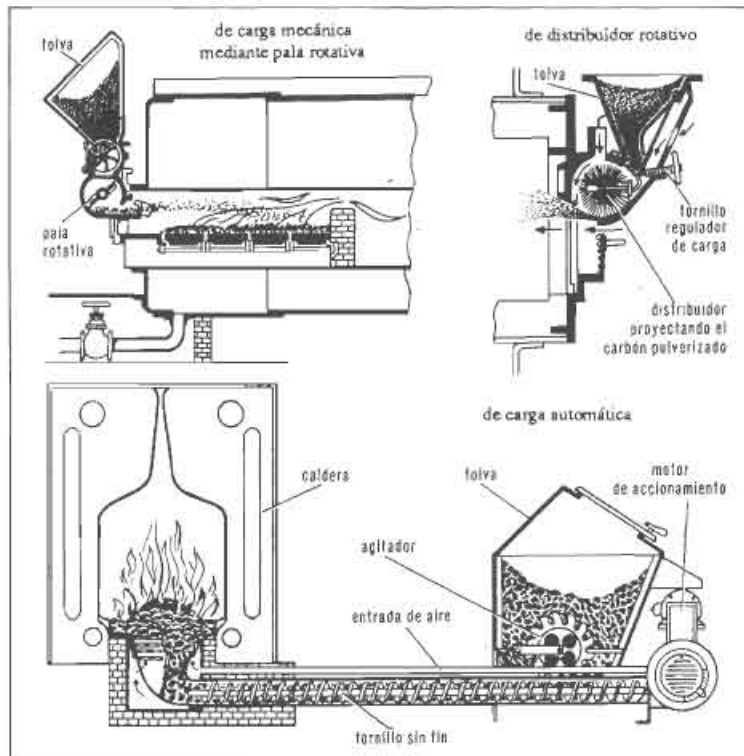


**ANEXO 3**  
**TIPOS DE CALDERAS**

ATENDIENDO A LO QUE PRODUCEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>•DE VAPOR</li> <li>•DE AGUA SOBRECALENTADA</li> <li>•DE AGUA CALIENTE</li> <li>•DE FLUIDO TERMICO</li> </ul>
ATENDIENDO A SU CONSTRUCCION	<ul style="list-style-type: none"> <li>•PIROTUBULARES</li> <li>•ACUOTUBULARES</li> </ul>
ATENDIENDO AL COMBUSTIBLE DEL HOGAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SOLIDO</li> <li>•LIQUIDO</li> <li>•GASEOSO</li> <li>•COMBUSTIBLE MULTIPLE</li> </ul>
ATENDIENDO A LA FORMA DE CALENTARLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•DE ELECTRODOS</li> <li>•DE COMBUSTIBLE</li> </ul>
ATENDIENDO A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CATEGORIA A</li> <li>•CATEGORIA B</li> <li>•CATEGORIA C</li> </ul>

ANEXO 4

HOGARES DE COMBUSTIBLE SOLIDO



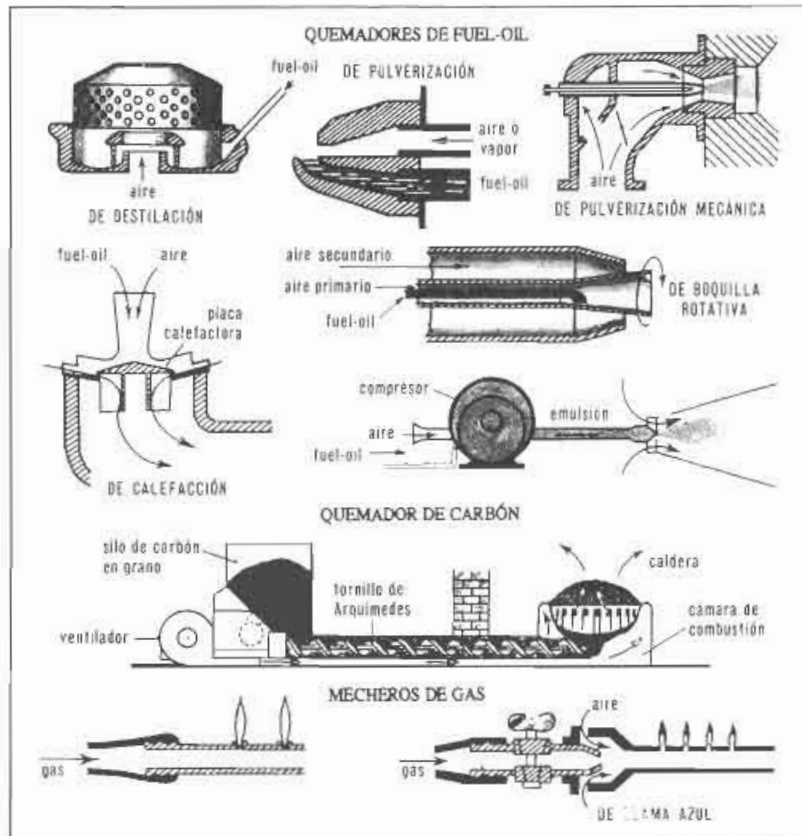
ANEXO Nº 5

TIPOS DE HOGARES

SEGUN SU SITUACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>•INTERIORES</li> <li>•EXTERIORES</li> </ul>
SEGUN SU TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CALIENTES</li> <li>•FRIOS</li> </ul>
SEGUN EL TIPO DE COMBUSTIBLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SOLIDOS</li> <li>•LIQUIDOS</li> <li>•GASEOSOS</li> <li>•MIXTOS</li> </ul>
SEGUN SU PRESION	<ul style="list-style-type: none"> <li>•EN DEPRESION</li> <li>•EN SOBREPRESION</li> </ul>



## ANEXO 6 TIPOS DE QUEMADORES



## ANEXO 7 ESQUEMA SOBRE DIFERENCIA ENTRE EXPLOSIÓN QUÍMICA Y FÍSICA



*Explosión química*

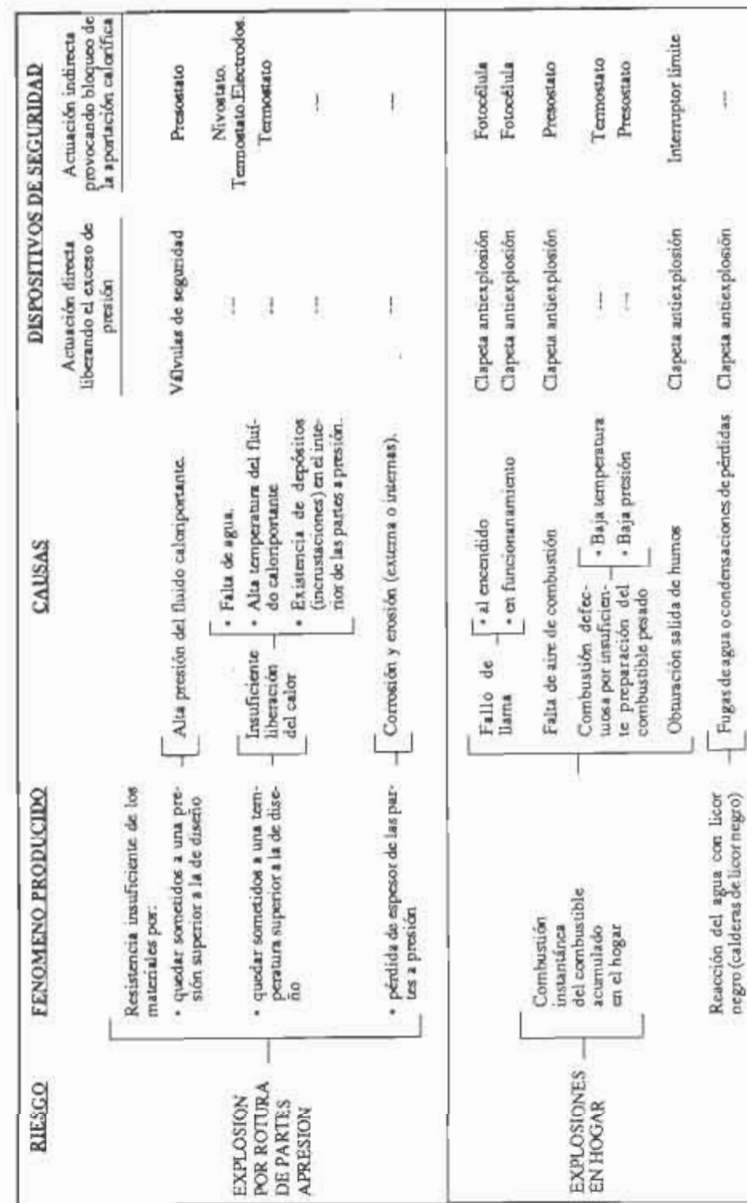


*Explosión física*

ANEXO 8  
CARACTERÍSTICAS LÍMITES DEL AGUA EN LAS CALDERAS

	PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO			
	HASTA 15 ATS.	DE 15 A 25 ATS.	DE 25 A 45 ATS.	DE 45 A 80 ATS.
Cloruros en Cl <sub>2</sub> máximo gramos/litro	1	1	0,4	0,2
Sulfato en SO <sub>3</sub> máximo gramos/litro	2	1	0,9	0,5
Salinidad total máxima en caldera gramos/litro	3	2	1,5	0,7
Alcalinidad total máxima NaOH máximo gramos/litro	0,65	0,50	0,30	0,10
Silice Si O <sub>2</sub> máximo gramos/litro		0,05	0,02	0,005
Contenido de oxígeno máximo en cm <sup>3</sup> /litro de agua de alimentación	0,03	0,05	0,01	0,005
pH mínimo de agua de alimentación	8,4	8	8	8
pH mínimo de agua de la caldera	11,5	11,2	11	10,8
Grado hidrotimétrico TH	0	0	0	0
Alcalinidad total máxima CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> máximo gramos/litro	0,80	0,65	0,45	0,20
Grado alcalimétrico completo TAC	80/100	40/60	20/40	10/15

ANEXO 9. CAUSAS PARA DOS TIPOS DE EXPLOSIONES





DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS DE SEGURIDAD REQUERIDOS POR EL REGLAMENTO DE APARATOS A PRESION ITC-MIE API CALDERAS  
ANEXO Nº 10. CALDERAS AUTOMÁTICAS CON VIGILANCIA INDIRECTA

CONTINGENCIA	S.DETECCION	Nº	ACCION	Nº Electro- válvulas**	ALARMA	CALDERAS EN QUE DEBE PREVERSE
FALTA DE AGUA Bajo nivel*	Nivelator Termostato Electrodo Termostato	2	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de vapor derivado de fluido
Alta temperatura de vapor*	Termostato	2	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de vapor sin nivel definido
ALTA PRESION FLUIDO CALORIPORTANTE*	Presostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica Apertura válvula de by-pass	1	Acústica	Calderas de vapor y de circulación forzada de fluido térmico. Calderas de recuperación de calor de gases.
ALTA TEMPERATURA FLUIDO CALORIPORTANTE	Termostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica Apertura válvula de by-pass	2	Acústica	Calderas agua caliente, agua sobrecalentada y fluido térmico. Sobrecalentadores y recalentadores. Calderas de recuperación de calor de gases.
BAJO CAUDAL DEL FLUIDO CALORIPORTANTE	Caudalímetro ó presostato diferencial	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	—	Calderas de circulación forzada de fluido térmico y agua sobrecalentada. Sobrecalentadores y recalentadores.
FALLO DE LLAMA	Fotodiodo	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas combustibles líquidos ó sólidos pulverizados y gas.
FALLO DEL AIRE COMBUSTION	Presostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas automáticas de gas
BAJA TEMPERATURA COMBUSTIBLE	Termostato	1	Impedir puesta en funcionamiento	2	—	Calderas combustibles líquidos (prensión)
BAJA PRESION COMBUSTIBLE	Presostato	1	Impedir puesta en funcionamiento	2	—	Calderas combustibles líquidos (prensión) con potencia térmica superior a $3 \times 10^6$ Kcal.
BAJO NIVEL TANQUE DE EXPANSION*	Nivelator	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de agua sobrecalentada y fluido térmico
FALLO DE ALIMENTACION DE CORRIENTE	Relé falta de tensión	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica Automatismos accionados por fluido auxiliar. Deben cerrar aportación calorífica.	2	—	Todas las calderas
OBSTRUCCION SALIDA DE HUMOS	Interruptor límite	1	Impedir puesta en funcionamiento	2	—	Todas las calderas

\* También requerida su instalación para calderas mixtas

\*\* Requiere una sola electroválvula en quemadores de combustibles líquidos de potencia térmica inferior a 500 Termias.

## ANEXO Nº 11

## PLACA DE INSTRUCCIONES DE SERVICIO DE LA CALDERA

- a) Comprobar que la caldera este llena de agua hasta los niveles correspondientes
- b) Comprobar que las válvulas de los presostatos de trabajo están abiertos
- c) Cerciorarse de que todas las válvulas colocadas en el circuito de alimentación de la caldera están abiertas.
- d) Comprobar que las válvulas de corte de los controles de nivel (visual y automático), están abiertas.
- e) Comprobar que las válvulas de purga de los controles de nivel y la purga general de la caldera, estan cerrados.
- f) Pulsar el botón de marcha
- g) Pulsar el botón de rearme
- h) Comprobar que los conmutadores están en su posición correspondiente, tanto para la bomba, como para el quemador.
- i) Después de estas operaciones, el quemador arrancará normalmente. Caso de que no ocurra así, se producirá una avería, quedando debidamente señalizada en el cuadro. No volverá a funcionar el quemador hasta que esté corregida la avería. Por tanto, en ningún caso deberán anularse las seguridades después de una avería hasta un funcionamiento eventual.
- j) Esperar a que la caldera suba de presión, cerciorándose de que cortan los presostatos, y de que la bomba se conecta y desconecta oportunamente.  
Importante- es necesario estar seguros del perfecto funcionamiento de los controles y seguridades ya que caso de fallar alguno de estos, podría haber muy graves consecuencias.
- k) Ya con la caldera en regimen, y a la presión de trabajo, purgar los controles de nivel y purga de caldera de la siguiente forma:
  - Control automático de nivel (mínimo dos veces en jornada)
  - Controles visuales de nivel (una vez jornada)
  - Purga general de caldera (obligatoriamente cada dos horas)
- l) Comprobar el funcionamiento de las seguridades una vez por semana, para ello de dejar descender lentamente el nivel de agua, manteniendo parada la bomba. Después de comprobar esto, reponer el agua, cortar las válvulas de los presostatos de trabajo, y ver que se acciona el de seguridad. Finalmente, y realizadas estas operaciones, pulsar de nuevo el botón de rearme una vez corregida la avería.
- m) Al menos una vez al mes, limpiar todos y cada uno de los tubos de humo y hogar de la caldera.  
Caso de una mala regulación del quemador es conveniente limpiar la caldera con intervalos mas cortos.

ANEXO 12  
CUADRO TIPO PARA CONTROL DIARIO DE LA CALDERA

HORAS	CALDERA DE VAPOR N° 2						CALDERA DE CALEFACCIÓN				
	PRESION ALIMEN.	PRESION VAPOR	PRESION TEMPER.	FUGAS HUMO	FUGAS COMB	HORAS	HORA	HORA	P. AGUA	FUGAS	HORAS
7											
9											
11											
13											
15											
17											
19											
TIEMPO DE DRENAJE						DUREZA AGUA					
						PH AGUA					

Lect. Anter.	Lect. Dia	Consumo
Caocio		
Agua		
Hores de funcionamiento		

OBSERVACIONES

Firma

DIA

## ANEXO N° 13

## OPERACIONES BASICAS A REALIZAR PARA EL MANTENIMIENTO

EQUIPO	ELEMENTO	ACCION A LLEVAR A CABO	FRECUENCIA
Equipo de combustión	Bomba de combustible	Limpiar filtro incorporado Comprobar ajuste de presión Comprobar estado accoplamiento elástico Cambio de retén Comprobar nivel de aceite Cambio de aceite del Carter Engrase de rodamientos	Semanalmente Semanalmente Mensualmente Anualmente (10.000 h) Diariamente Anualmente (10.000 h) Mensualmente
	Boquillas atomizadoras Copa atomizadora y boquilla Electrodos Ventilador Carter Rodamientos	Limpiar Limpiar Limpiar y ajustar Limpiar las palas Comprobar el nivel de aceite Comprobar holguras	Semanalmente Semanalmente Semanalmente Anualmente Diariamente Trimestralmente
Calentador de combustible	Válvula de purgas Termostatos	Accionar y quitar agua Comprobar en funcionamiento	Semanalmente Mensualmente
	Alimentación de agua	Comprobar presión de impulsión Engrasar rodamientos Recopretar y cambiar empaquetaduras Comprobar funcionamiento	Semanalmente Mensualmente Semestralmente Diariamente

## ANEXO Nº 13 (continuación)

EQUIPO	ELEMENTO	ACCION A LLEVAR A CABO	FRECUENCIA
Alimentación de agua	Válvulas de retención	Comprobar funcionamiento	Diariamente
	Elemento de mando	Limpieza electrodos Comprobar funcionamiento Purgar depósito de alojamiento	Semestralmente Diariamente Diariamente
Seguridades	Válvulas de seguridad	Accionar manualmente Disparo de comprobación de cierre	Semestralmente Mensualmente
	Muy alta presión	Comprobar funcionamiento de presostatos con corte de combustión y alarmas	Semestralmente
	Muy alta temperatura	Comprobar funcionamiento de termostatos con corte de combustión y alarmas	Semestralmente
	Fallo de llama	Comprobar funcionamiento de célula fotoeléctrica, bloqueando la combustión o impidiendo que se inicie, con alarmas	Diariamente
	Bajo nivel	Comprobar funcionamiento de detector, bloqueando combustión, con alarmas	Diariamente
	Bajo nivel de seguridad	Comprobar funcionamiento de detector, bloqueando la combustión, con alarmas	Diariamente
	Vigilancia caldera	Comprobar dispositivo temporización, bloqueando combustión a 120 minutos de iniciada	Semestralmente
	Baja presión de aire	Comprobar funcionamiento de presostato, parando la combustión al fallar el ventilador	Semestralmente

## ANEXO Nº 13 (continuación)

EQUIPO	ELEMENTO	ACCION A LLEVAR A CABO	FRECUENCIA
Seguridades	Baja presión de combustible	Comprobar el funcionamiento de presostato apagando quemador	Semestralmente
	Alta presión de combustible	Comprobar funcionamiento de presostato apagando quemador	Semestralmente
Regulación de combustión	Relación aire/comcombustible	Comprobar % de CO <sub>2</sub> e % O <sub>2</sub> a varias potencias	Diariamente
	Presión en hogar	Comprobar variación de presión en hogar para detectar ensuciamiento o mala regulación de tiro	Semestralmente
	Temperatura de salida de gases	Comprobar variación en termómetro	Semestralmente
Elementos de control	Manómetros	Verificar su funcionamiento	Mensualmente
	Termómetro	Verificar su funcionamiento	Mensualmente
Planta de tratamiento de agua	Desendurecedor	Analizar agua Regenerar resinas	3 veces día Cuando lo requiera el análisis
	Bomba dosificadora	Comprobar retención en depósito Comprobar regulación de caudal Comprobar aditivo en depósito	Mensualmente Semestralmente Diariamente
Cuerpo resistente	Zona de gases	Limpieza de cajas de humos	Semestralmente
	Zona de agua	Limpieza de tubos de humos Inspección interior para detectar lodos, corrosiones, incrustaciones	Semestralmente Semestralmente



## ÚLTIMOS TÍTULOS PUBLICADOS

- 30.85 Condiciones de Seguridad en Esmeriladoras y Muelas.
- 31.85 Bibliografía sobre Contaminación y Contaminantes.
- 32.85 Condiciones de Seguridad en Estaciones Depuradoras de Aguas residuales Urbanas.
- 33.85 ZPP y Saturnismo. Resúmenes Bibliográficos.
- 34.85 Metabolismo de los Tóxicos. Tipos de Reacciones Metabólicas.
- 35.85 Mapa de Riesgos de Cantabria.
- 36.85 Seguridad en los Incendios Forestales.
- 37.85 Novedades Aparecidas en los TLVs Publicados por la ACGIH para 1984-1985.
- 38.85 La Salud y el Trabajo en las Industrias Cárnicas.
- 39.85 Perforación de Túneles.
- 40.85 Estudio sobre condiciones de trabajo y su correlación con las alteraciones de la salud en un laboratorio químico-farmacéutico.
- 41.85 Cadmio: Toxicología y control biológico.
- 42.85 Absorción de tóxicos
- 43.85 La manipulación de productos químicos potencialmente cancerígenos en los laboratorios.
- 44.86 Nuevas tecnologías y organización del trabajo. Bibliografía básica publicada en castellano.
- 45.87 Las Brucelosis.
- 46.88 Metodología para la elaboración del Mapa de Riesgos a nivel de Empresa.
- 47.88 Condiciones de Trabajo en Hospitales. Guía descriptiva de los principales riesgos.
- 48.88 La Seguridad en el Trabajo de Oficina.
- 49.88 Diseño del Puesto de Trabajo de Operador de P.V.D.
- 50.88 Control de la contaminación en la fabricación y aplicación de Pesticidas. Efectos sobre la Salud.
- 51.88 Seguridad en la Industria de la Madera. Protección de Máquinas.
- 52.88 Riesgo de Incendio en la Industria de la Madera.
- 53.89 Condiciones de Seguridad en Trabajos y Maniobras de Alta Tensión realizadas en Centros de Transformación bajo vigilancia de Empresas Abonadas.
- 54.89 Riesgos y Patología por Isocianatos.
- 55.89 La detección de Enfermedades Profesionales. Nuevas posibilidades.
- 56.89 Evaluación y control de Contaminantes Biológicos en Ambientes Laborales.
- 57.89 Evaluación y Control de contaminantes químicos en hospitales.
- 58.90 Estudio de las condiciones de trabajo en las explotaciones forestales de Cantabria.
- 59.91 Estudio de vibraciones en carretillas.
- 60.91 Protección frente al riesgo de caídas de altura.
- 61.91 Epidemiología de la hipertensión arterial en el ámbito laboral. Prevención y vigilancia
- 62.91 Gufa de agentes tóxicos cardiovasculares en el medio laboral
- 63.91 Control biológico de disolventes mediante aire exhalado.
- 64.91 Aspectos clínico-toxicológicos del uso de mercurio metálico en las amalgamas dentales.
- 65.91 Nefropatías tóxicas. Etiología y marcadores preclínicos para la vigilancia epidemiológica.
- 66.91 Apuntes sobre "planificación de la enseñanza del adulto".
- 67.91 Radiaciones electromagnéticas, microondas y radiofrecuencias hornos industriales.
- 68.92 Prevención del riesgo de explosión en calderas.
- 69.92 Cromo: Aspectos Clínico-Toxicológicos.
- 70.92 Esmeriladoras de bancada. Condiciones de seguridad e higiene.



**MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL**  
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO