



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



**CURSO**  
**CA 283**  
**MANTENIMIENTO A CALDERAS**

TEMA:

**CAPITULO I**  
**DESCRIPCIÓN GENERAL**

COORDINADOR: ING. ORLANDO RAFAEL RÍVERA  
MENDOZA

**DEL 25 AL 29 DE OCTUBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



Programa 2004



C O M P A N Y

ORIGINATOR AND LARGEST PRODUCER OF PACKAGED BOILERS

P. O. BOX 421 • MILWAUKEE 1, WISCONSIN  
Cable Address - CLEBRO - MILWAUKEE

PARA: Los Dueños de Calderas, Personal de Operadores o de Mantenimiento.

Este Manual de Operación presenta información que servirá de ayuda a las personas interesadas para que operen y cuiden correctamente el equipo.

Estudie cuidadosamente su contenido. El equipo prestará buen servicio y operación continua si se siguen correctamente las instrucciones para su operación y funcionamiento. No debe intentarse poner a funcionar el equipo sin haber entendido perfectamente antes el principio de operación del equipo y sus componentes.

Las características de "automatismo" incluidas en el diseño del equipo, no relevan de ninguna responsabilidad al operador. Tales características solamente lo eximen de tener que efectuar algunas tareas rutinarias y le darán así más tiempo para dedicarse al correcto cuidado de su caldera.

Las calderas de construcción integral Cleaver-Brooks están diseñadas y técnicamente hechas para ofrecer larga duración y excelente rendimiento en el trabajo. Se emplean ciertos dispositivos de seguridad eléctricos y mecánicos para hacer la caldera automática o semi-automática, y esos dispositivos requieren un mantenimiento sistemático o periódico.

Debido a códigos locales o del estado, hay una gran variedad de controles eléctricos y dispositivos de seguridad que varían considerablemente de una caldera a otra. Para indicar los ciclos eléctricos de su caldera, este manual contiene típicos diagramas de alambrado y secuencias eléctricas de operación, con el propósito de ayudar al operador a entender cómo opera una caldera básica. Datos detallados relativos al verdadero alambrado de una caldera en particular pueden obtenerse mirando el detallado diagrama de alambrado y secuencia de operación que se encuentran en el tablero de su caldera.

Los controles de operación y seguridad normalmente funcionarán por largos períodos. Nosotros hemos encontrado que algunos operadores se vuelven descuidados en efectuar las pruebas diarias y mensuales, pues creen que un funcionamiento normal

ha de continuar indefinidamente. Un mal funcionamiento de los controles produce una operación antieconómica y el daño de la caldera, y en la mayoría de los casos puede atribuirse directamente a falta de cuidado y deficiencias en las pruebas y mantenimiento.

La mayoría de los casos de daños graves de las calderas son el resultado de falla de los controles del bajo nivel del agua. Quisiéramos poder dar suficiente énfasis a la necesidad de efectuar pruebas completas y practicar un buen mantenimiento con estos y otros controles.

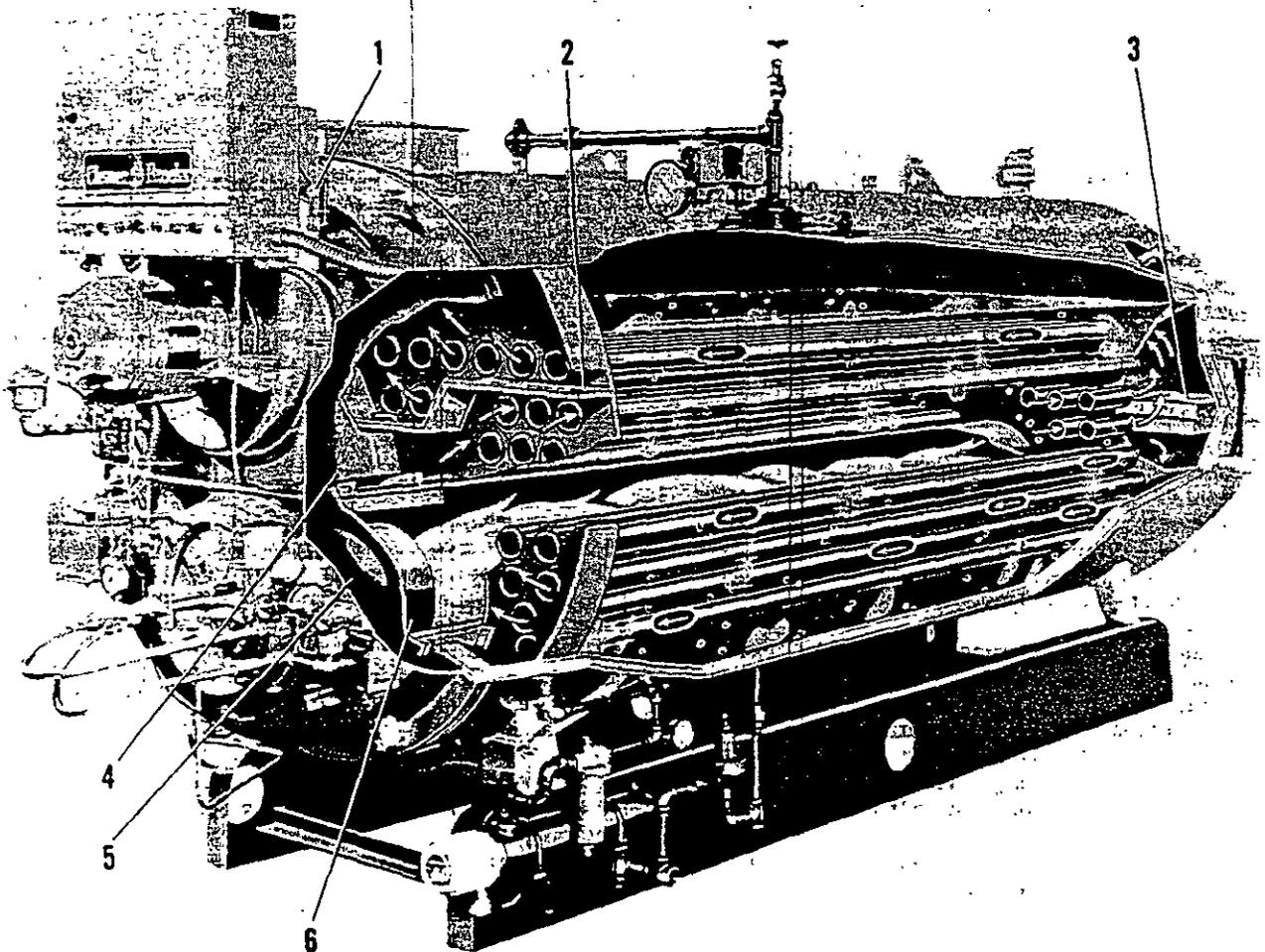
Para ayudar a los operadores en establecer y seguir un metódico procedimiento en las pruebas y mantenimiento, incluimos una tarjeta de inspección, la cual debe ser colocada en una de las paredes del cuarto de caldera, o en cualquier otro lugar donde fácilmente pueda ser consultada. En la tarjeta también se halla ilustrada una reproducción de la placa de advertencia que hay colocada en cada caldera.

La condición de las partes que toca el agua en su caldera también está muy relacionada con el buen funcionamiento de los controles del bajo nivel del agua. Haga periódicamente detalladas inspecciones para ver si hay incrustaciones, sedimento, fango, picaduras o corrosión. Al tiempo de la inspección, remueva todos los taponés en las uniones del alimentador de agua, tubos de los controles de la columna y bajo nivel del agua, y saque todas las materias extrañas.

La presencia de incrustaciones gruesas o sedimento indica que hay necesidad de tratar el agua de alimentación. Debe consultar una empresa de prestigio para este servicio.

Le agradecemos esta oportunidad de servirlo. Si necesita más información sobre el mantenimiento de su unidad, sírvase consultar al representante de la Cleaver-Brooks en su localidad o escriba directamente a la Cleaver-Brooks Company, Milwaukee, Wisconsin.

Atentamente,  
CLEAVER-BROOKS COMPANY



#### LA CONSTRUCCIÓN DE CUATRO PASOS DE UNA TIPICA CALDERA C-B

Este corte muestra cómo son forzados los gases para que circulen a través de los cuatro pasos en el orden indicado. El aire de combustión entra al quemador por el Registro Ajustable 1. El soplador lo forza a través de los orificios 4, 5 y del Difusor 6 (vea el diagrama de Flujo de Aire Secundario) en la cámara de combustión, lo que constituye el Paso No. 1. El desvío en (3) permite el paso de los gases hacia el frente de la caldera solamente a través del Paso No. 2; aquí, la Placa (2) permite que los gases se dirijan hacia la parte de atrás de la caldera a través del Paso No. 3. De la tapa trasera los gases son forzados por el Paso No. 4 hacia el escape.

# Capítulo I

## DESCRIPCIÓN GENERAL

La información general de este manual es aplicable directamente a los modelos de calderas de caballaje entre 15 y 40 y entre 50 y 100. Los Quemadores equipados para quemar gas o aceite son en realidad una combinación del equipo suministrado para los dos tipos distintos de combustible. Sin embargo, como los quemadores usan solamente un tipo de combustible a la vez, las unidades combinadas tienen un selector.

### A. LA CALDERA

Las calderas Cleaver-Brooks del tipo CBH son construidas con tubos de humo horizontales, con tubos y placas de desviación instalados en tal forma que los productos de combustión tienen que pasar cuatro veces a todo lo largo de la caldera antes de salir. La combustión se inicia y se termina en el tubo principal de humo u horno. Los gases son forzados por un soplador centrífugo para que circulen progresivamente hacia arriba a través de pasos sucesivos hacia el escape. Un motor de registro controla la cantidad de aire para combustión que va al quemador.

Este mismo motor, mediante un sistema de varillaje y levas, controla las válvulas de aceite o gas para regular el paso del combustible. En esta forma el combustible y el aire se mezclan proporcionalmente para producir la más eficiente combustión.

El control de programación regula el motor del registro. Otros controles que funcionan con el control de programación apagan el quemador si el nivel del agua es bajo, o si hay excesiva presión de vapor o temperatura.

### B. EL QUEMADOR Y EL SISTEMA DE CONTROL

El tipo de combustible que usa su caldera determina la clasificación de la serie de su caldera, por ejemplo: un Modelo de la serie CBH-200 quema aceite delgado y gas, un Modelo de la Serie CBH-100 quema solamente aceite delgado, y un Modelo de la Serie CBH-700 quema solamente gas.

Todas las calderas CBH tienen el conjunto del quemador montado en la tapa delantera de la caldera; y toda la tapa puede abrirse para inspección y mantenimiento. Su modelo está equipado para quemar aceite liviano o gas, o ambos (pero no simultáneamente).

Las calderas CBH pueden estar equipadas en tal forma que sus quemadores funcionen con el principio "encender-apagar" (on-off) o con el ciclo "fuego alto-fuego bajo".

El quemador de aceite es del tipo de alta presión y normalmente lo prende una llama piloto de gas si

el quemador usa ambos tipos de combustible. El quemador de gas es del tipo a chorro y se enciende con el mismo piloto de gas, que a su vez lo prende una chispa. Los quemadores que consumen solamente aceite liviano normalmente están equipados con piloto de aceite. En condiciones especiales pueden pedirse los dos tipos de pilotos.

Sea cual fuere el combustible usado, el quemador solamente opera en dos regímenes de fogeo, fuego alto o fuego bajo. En cualquiera de los dos casos, otros dispositivos de seguridad hacen que el quemador vuelva siempre a la posición de fogeo mínimo para el encendido.

El abastecimiento de aceite combustible liviano se hace por medio de una bomba de aceite operada por correa y que va montada en la tapa delantera de la caldera. Una correa conectada al motor del soplador opera la bomba de aceite. No se suministra en los modelos equipados para quemar solamente gas.

En coordinación con una célula fotoeléctrica (escudriñador) trabaja un control electrónico de seguridad (control de programación) para apagar el quemador en caso de interrupción de la llama. Este control también provee, en caso de interrupción de la llama, un período de operación continua del soplador para purgar la caldera de aquellos vapores de combustible y otros gases que no hayan sido quemados. Controles de seguridad integrales apagan el quemador cuando se presentan condiciones de bajo nivel del agua, exceso de presión del vapor o de temperatura.

### C. CONTROLES Y COMPONENTES

(Ver fotografías de identificación al final de este capítulo)

Para poder identificar con prontitud y para familiarizarse rápidamente con la función de aquellos elementos que controlan directamente la operación de la caldera; estudie la descripción breve que se da a continuación, de cada control y componente.

Este capítulo no se limita a los controles eléctricos o a aquellos regulados por el control de programación. El término control abarca las válvulas e instrumentos más importantes; y el operador

## Capítulo I - Descripción General

El primero debe familiarizarse con ellos para poder entender el funcionamiento de la caldera, o seguir los procedimientos descritos en este manual.

Identifique y localice cada elemento cuando llegue a él en su lectura, usando tanto las fotografías a que se hace referencia como los diagramas del flujo. Hemos asignado un número a cada uno de los elementos más importantes; y ese mismo número aparece en todo el manual, para referencia.

1) CONTROL DE PROGRAMACIÓN (10) ("Fireye" o equivalente) - Este control de programación establece la secuencia siguiendo un horario fijo y preasignado para cada fase de la operación del quemador. La regulación ha sido fijada en la fábrica y no debe cambiarse. Hay una célula (Escudriñador) que ve la reacción de la llama e interrumpe el abastecimiento de combustible en caso de que la llama se apague. El control de programación incluye una característica de arranque seguro, mediante la cual, en caso de falla de alguno de los componentes internos, evita cualquier funcionamiento peligroso.

2) ESCUDRIÑADOR (410) - Esta célula ve la llama e interrumpe electrónicamente el abastecimiento de combustible en caso de que la llama se apague.

3) VÁLVULA SOLENOIDE DEL ACEITE (FOGUEO BAJO) (38), INTERMEDIO (389) (FOGUEO ALTO) (39) - Estas válvulas, operadas eléctricamente, de prender y apagar (on-off), controlan el flujo del combustible a la boquilla del quemador.

4) LLAVE PRINCIPAL DEL ACEITE (78) - Esta válvula sirve para cerrar manualmente el abastecimiento de aceite al quemador.

5) MANOMETRO DE LA PRESIÓN DEL VAPOR O DE LA TEMPERATURA Y ALTITUD (114) - Este manómetro indica la presión interna de la caldera o las condiciones de temperatura.

6) MANOMETRO DE LA PRESIÓN DEL ACEITE COMBUSTIBLE EN EL QUEMADOR (112) - Este manómetro indica la presión de descargue de la bomba de aceite a la boca del quemador. (Ver diagrama del flujo de aceite de la válvula solenoide).

7) CONTROL DE LA PRESIÓN DE FOGUEO ALTO-BAJO O DE LA TEMPERATURA (55) - Este control del fogueo Alto-Bajo hace que el quemador opere en el régimen de fogueo alto o bajo según sea necesario para mantener la presión del vapor o la temperatura del agua.

8) UNIDAD DEL ACEITE COMBUSTIBLE (202) - Esta unidad bombea el aceite combustible hacia la boca del quemador. Es operada por medio de correa por el motor del soplador. Como parte integrante tiene un regulador de presión.

9) TRANSFORMADOR PARA LA IGNICIÓN (31) - Esta unidad aumenta el voltaje y suministra el alto voltaje necesario para producir la chispa de ignición para el piloto de gas o aceite.

10) AISLADOR DE PASO PARA LA IGNICIÓN (558) - Estos aisladores ofrecen un medio seguro de conducir el alto voltaje a través de la cubierta de metal, a los electrodos de ignición.

11) INTERRUPTOR DEL QUEMADOR (19) - Este es el interruptor usado para arrancar y apagar (start-stop) directamente el quemador.

12) VÁLVULA DE PRUEBA (88) - Esta válvula se suministra no sólo para facilitar al inspector las pruebas de rutina de la caldera, sino que sirve también para reducir el vacío creado por la condensación del vapor cuando se apaga la caldera. Durante el funcionamiento normal de la caldera la válvula permanece cerrada.

13) VÁLVULA O VALVULAS DE SEGURIDAD (86) - Esta Válvula se suministra tal como lo exigen todos los códigos de calderas. Sirve para proteger la caldera contra aumentos peligrosos de presión.

14) ACCESORIOS DE LA COLUMNA DE AGUA - Este conjunto incluye: el indicador del Nivel del Agua (116), Grifos del indicador (106) y los Grifos de Prueba de la Columna (129).

15) CONTROL DE LA BOMBA Y DEL BAJO NIVEL DE AGUA (15) - Este control, operado por medio de un flotador, responde al nivel de agua de la caldera que muestre el correspondiente indicador. Tiene dos funciones: la primera, interrumpir el fogueo de la caldera cuando el agua desciende al nivel mínimo de operación; y la segunda, poner en marcha o parar la bomba de alimentación (si se usa) para mantener constante el nivel apropiado del agua en las calderas de vapor.

16) VÁLVULA DE PURGA DE LA COLUMNA DE AGUA (97) - Esta válvula se suministra para poder purgar periódicamente la columna de agua y sus tubos y así mantenerlos limpios.

17) CONTROL DE TEMPERATURA O DEL LIMITE DE ALTA PRESIÓN (53) - Cuando la temperatura o la presión de la caldera llega a un valor ya determinado, este control interrumpe un circuito y apaga la caldera. Está ajustado para hacer y romper el circuito a la presión o temperatura seleccionada.

18) VÁLVULA DEL GAS (43) - Esta es una válvula de gas con posiciones On y Off (abierta y cerrada). Cuando el motor arranca, abre la línea principal de suministro al quemador. Opera automáticamente de acuerdo con el control de programación.

19) VÁLVULA DE MARIPOSA DEL GAS (99) - Esta válvula, que está bajo el control del motor de registro, regula el régimen de flujo de gas al quemador para todas las cargas de la caldera. Los valores limitadores se fijan con el Tornillo de Tope de Fogueo Bajo (67) y el Tornillo de Tope de Fogueo Alto (68).

20) BLOQUE TERMINAL DEL ACEITE (602) Y BLOQUE MULTIPLE (516) - Estos son accesorios convenientes que sirven para conectar el abastecimiento de aceite a la tubería del quemador.

21) MOTOR DEL REGISTRO (188) - Este control opera el registro del aire y las válvulas del combustible por medio de un sistema de varillaje y levas.

22) INTERRUPTOR AUXILIAR (29) - El interruptor auxiliar es operado por medio de una extensión del eje del motor de registro y provee mecánicamente una característica adicional de seguridad la cual evita el encendido del quemador a menos que el motor registro, las válvulas de registro y combustible, se encuentren en la posición de fogeo bajo. Los interruptores operados por levas que controlan las válvulas solenoides de fogeo alto también se consideran como interruptores auxiliares.

23) INTERRUPTOR DE ENTRELACE DEL AIRE-GAS (312) - Este interruptor, activado por la presión del aire producida por el abanico del soplador, esta conectado en el circuito que controla la Válvula de Gas (43). Sus contactos deben ser cerrados por la presión del aire pues de lo contrario la válvula del combustible no abre.

24) VALVULA SOLENOIDE DEL PILOTO DEL GAS (41) - Esta válvula controla el combustible del pilot de gas. Abre cuando recibe corriente eléctrica y permanece cerrada excepto durante el período de ignición.

25) REGULADOR DE LA PRESION DEL PILOTO DE GAS (107) - Se usa para ajustar la presión del gas a una válvula que mantiene una llama satisfactoria en la llama piloto. El Manómetro de la Presión del Gas del Piloto (113) indica la presión en el piloto cuando éste está encendido.

26) LLAVE PRINCIPAL DEL GAS (102) - Este es el grifo de operación manual que se usa para abrir o cerrar la línea de suministro de combustible al quemador.

27) LLAVE DEL PILOTO DE GAS (101) - Se usa para abrir o cerrar la línea independiente de suministro de combustible al piloto.

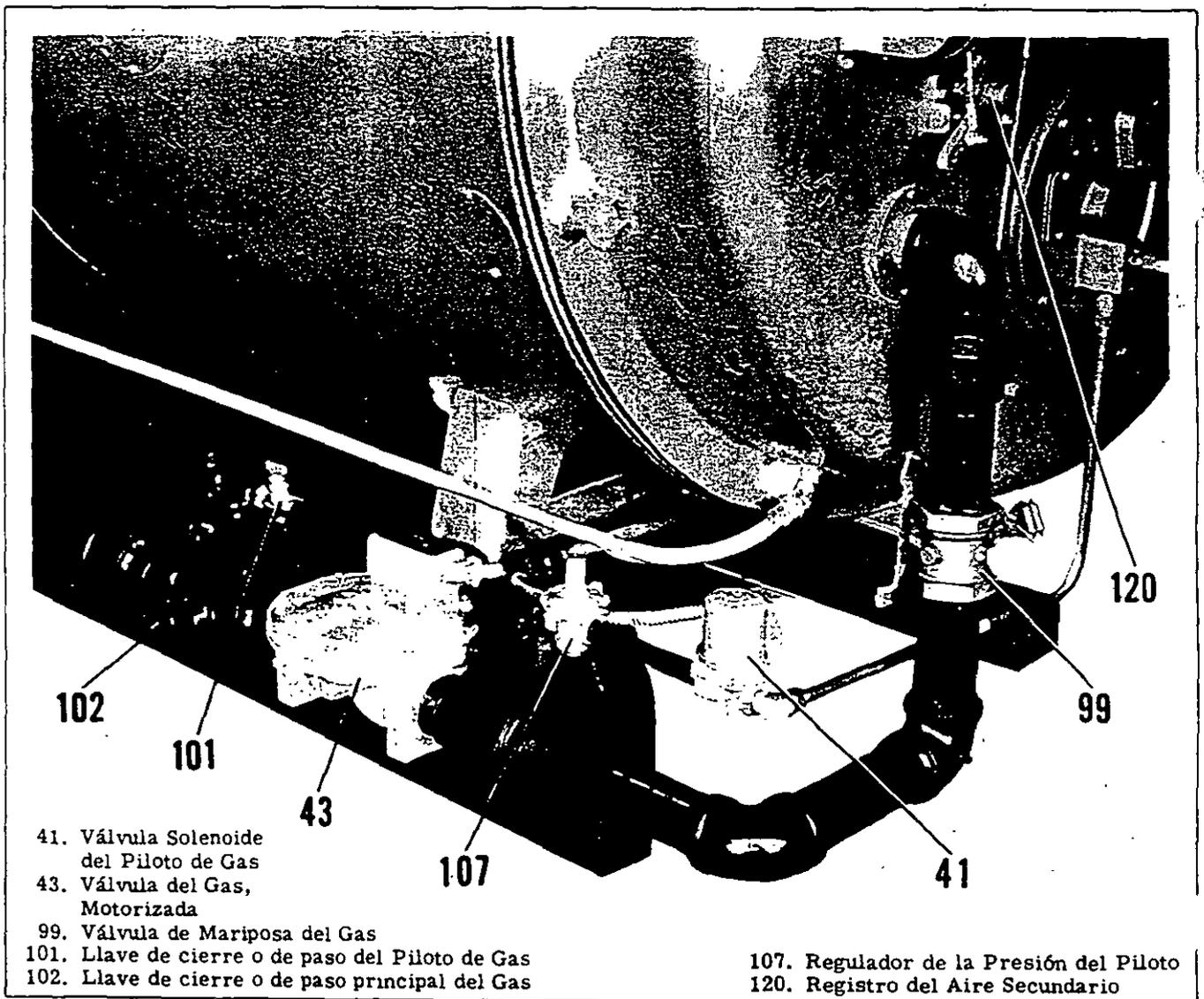
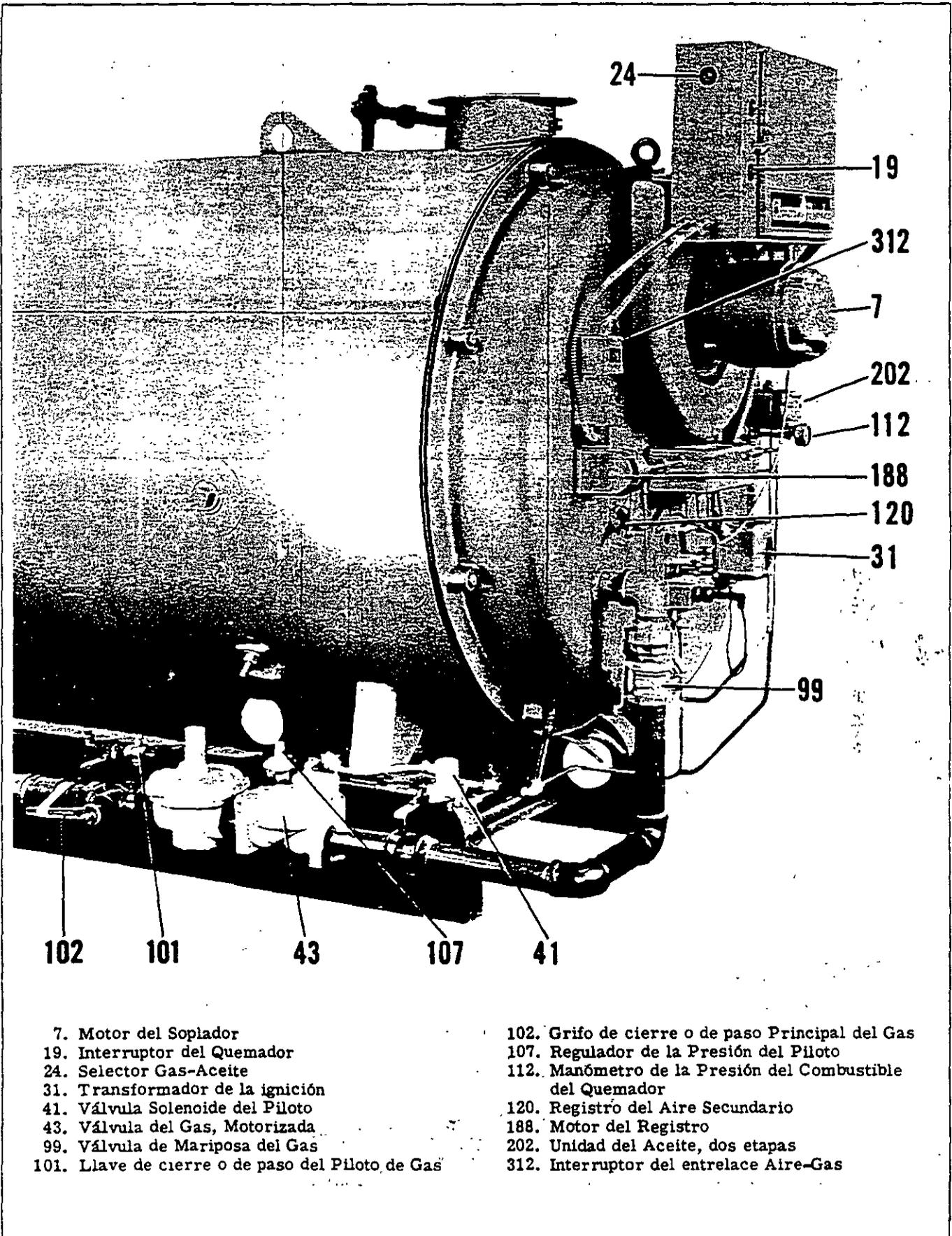


Fig. 1-1 - Detalle del Conjunto del Gas (Distribución Típica en las Calderas Serie CBH 700)



- |  |   |
|--|---|
| 7. Motor del Soplador                            | 102. Grifo de cierre o de paso Principal del Gas          |
| 19. Interruptor del Quemador                     | 107. Regulador de la Presión del Piloto                   |
| 24. Selector Gas-Aceite                          | 112. Manómetro de la Presión del Combustible del Quemador |
| 31. Transformador de la ignición                 | 120. Registro del Aire Secundario                         |
| 41. Válvula Solenoide del Piloto                 | 188. Motor del Registro                                   |
| 43. Válvula del Gas, Motorizada                  | 202. Unidad del Aceite, dos etapas                        |
| 99. Válvula de Mariposa del Gas                  | 312. Interruptor del entrelace Aire-Gas                   |
| 101. Llave de cierre o de paso del Piloto de Gas |   |

Fig. 1-2 - Caldera Típica de 60 hp de fogeo a Gas o a Aceite

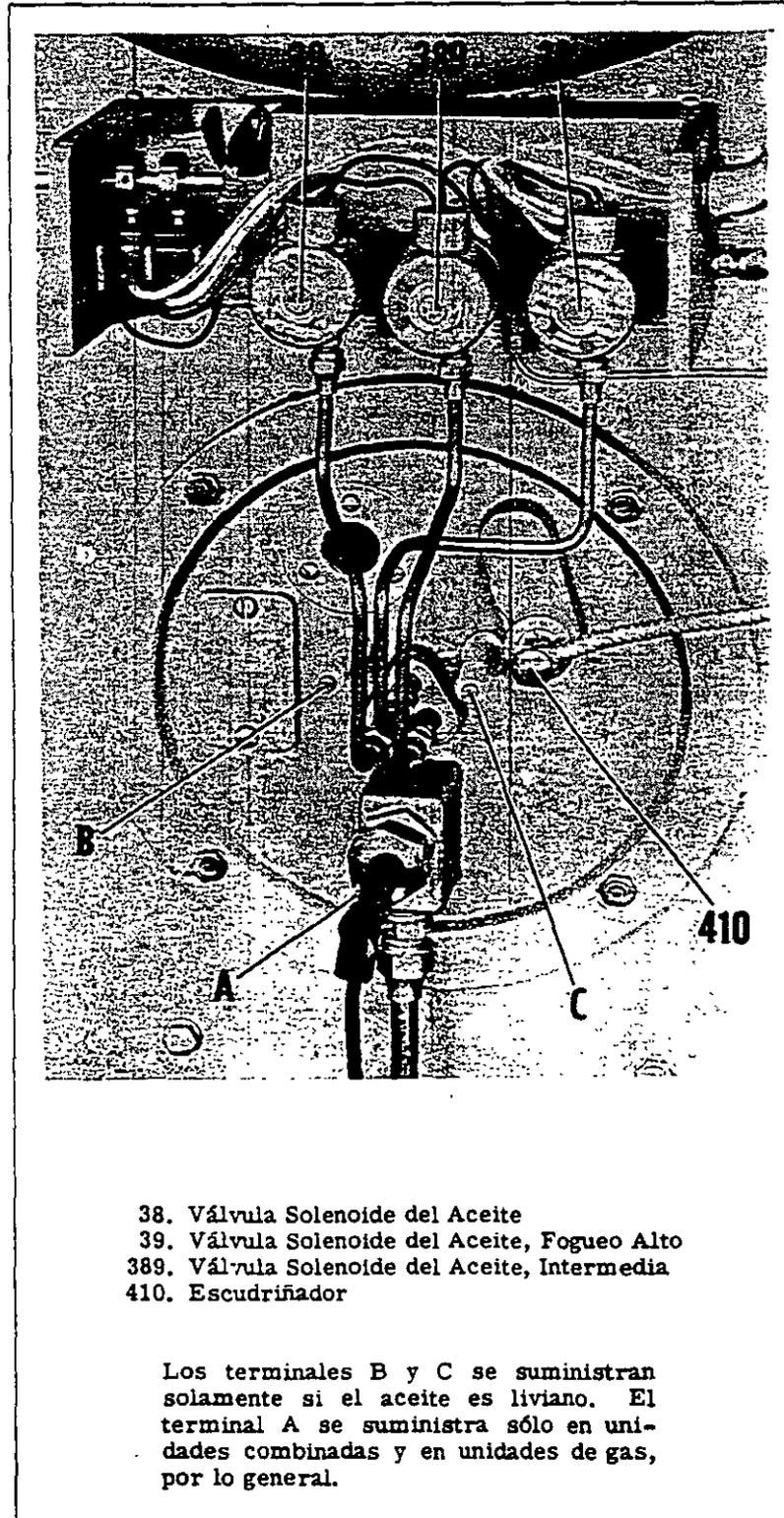


Fig. 1-3 - Detalle de la Tubería a las Solenoides del Aceite y Conexiones Terminales del Transformador de Ignición

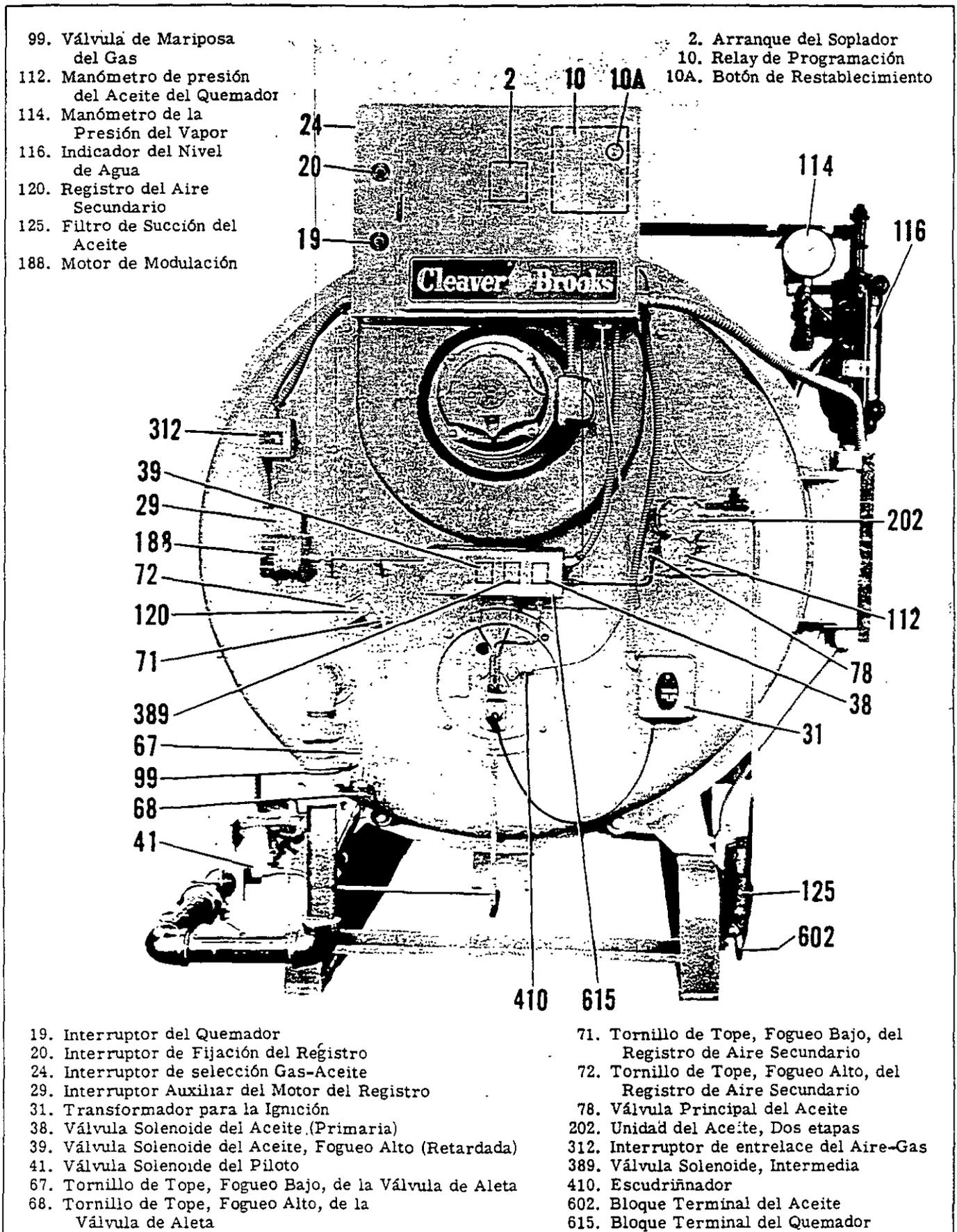
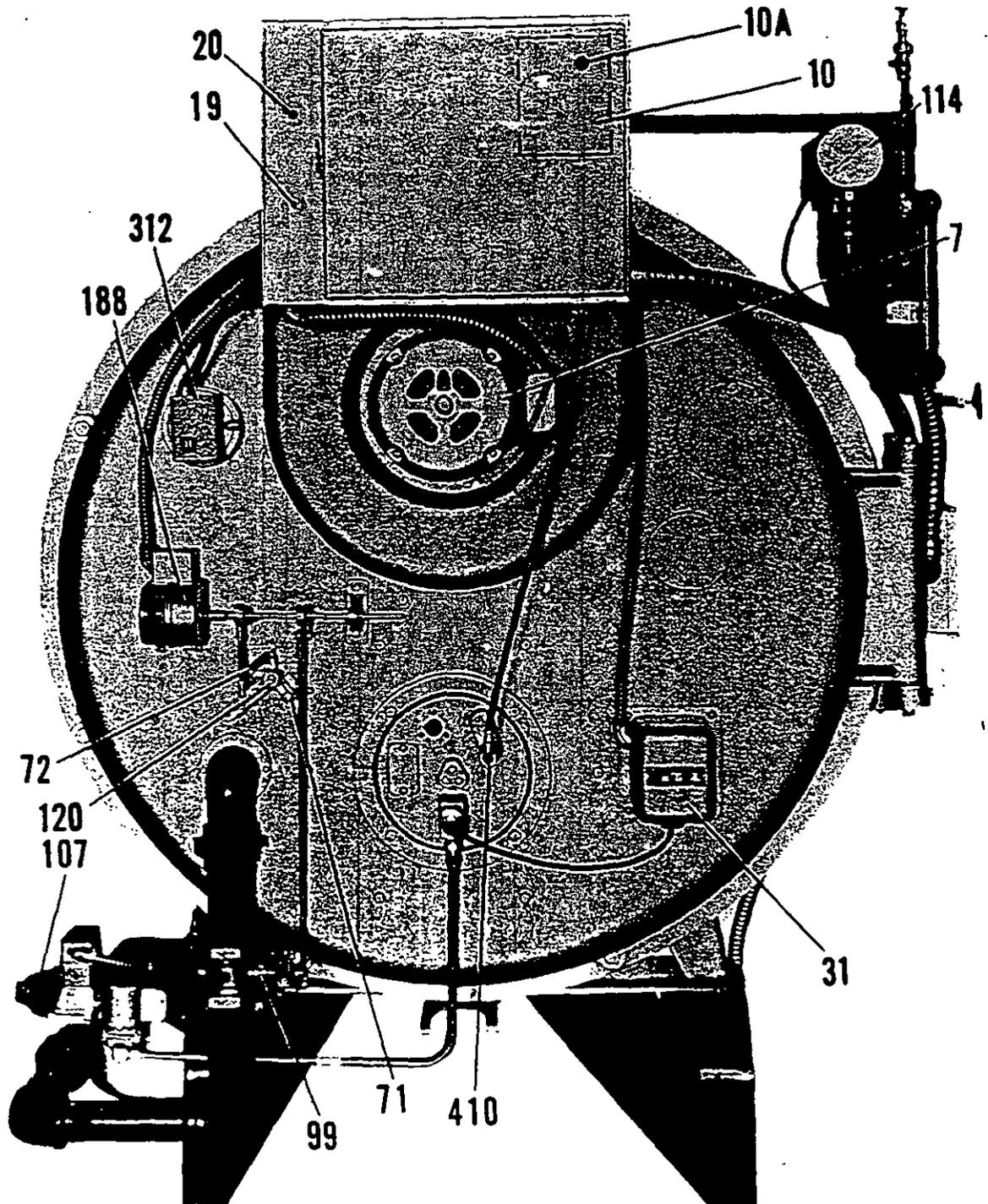
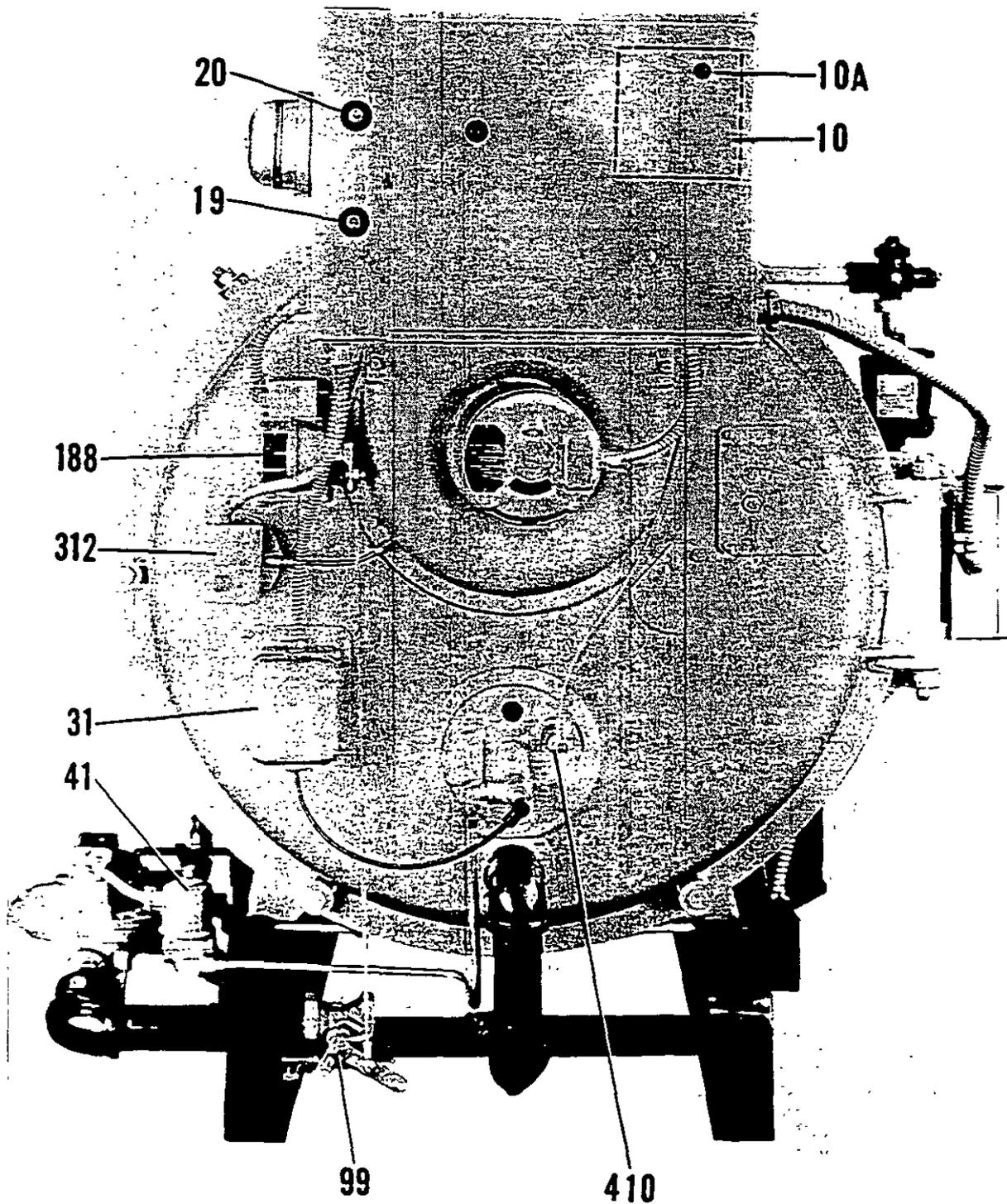


Fig. 1-4 - Caldera de 60 hp de Fogueo a Gas o a Aceite



- |  |  |
|--|--|
| 7. Motor del Soplador  | 72. Tornillo de Tope, Fogueo Alto, del Registro de Aire Secundario |
| 10. Control de Programación  | 99. Válvula de Mariposa del Gas                                    |
| 10A. Botón de Restablecimiento                                     | 107. Regulador de la Presión del Piloto                            |
| 19. Interruptor del Quemador                                       | 114. Manómetro de la Presión del Vapor                             |
| 20. Interruptor de Fijación del Registro                           | 120. Registro del Aire Secundario                                  |
| 31. Transformador para la Ignición                                 | 188. Motor de Modulación   |
| 41. Válvula Solenoide del Piloto                                   | 312. Interruptor de entrelace del Aire-Gas                         |
| 71. Tornillo de Tope, Fogueo Bajo, del Registro de Aire Secundario | 410. Escudriñador  |

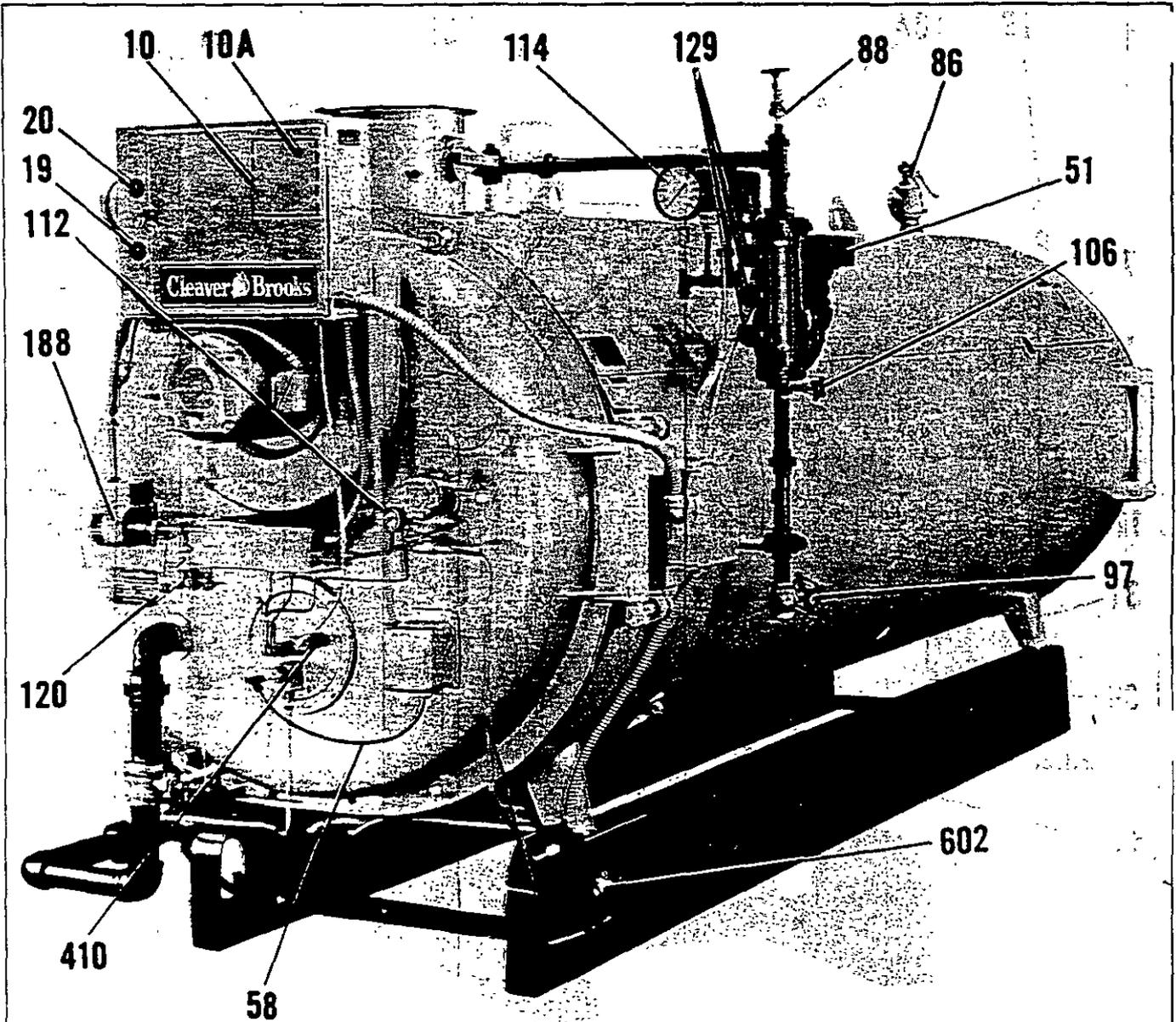
Fig. 1-5a - Vista Frontal de la Caldera Típica de Fogueo a Gas (Caldera de Vapor)



- 10. Control de Programación
- 10A. Botón de Restablecimiento
- 19. Interruptor del Quemador
- 20. Interruptor de Fijación del Registro
- 31. Transformador para la Ignición

- 41. Válvula Solenoide del Piloto
- 99. Válvula de Aleta del Gas
- 188. Motor del Registro
- 312. Interruptor de enlace del Aire-Gas
- 410. Escudriñador

Fig. 1-5b - Vista Frontal de una Caldera de Agua Caliente, de Fuego a Gas



- 10. Control de Programación
- 10A. Botón de Restablecimiento
- 19. Interruptor del Quemador
- 20. Interruptor de Fijación del Registro
- 51. Control del Bajo Nivel del Agua
- 58. Cable de Ignición
- 86. Válvula de Seguridad
- 88. Válvula Rompe-vacío o Válvula de Prueba
- 97. Válvula de Purga de la Columna de Agua
- 106. Llave del indicador de vidrio
- 112. Manómetro de la Presión del Aceite en el Quemador
- 114. Manómetro de la Presión del Vapor
- 120. Registro del Aire Secundario
- 129. Llaves de prueba
- 188. Motor de Modulación
- 410. Escudriñador
- 602. Bloque Terminal del Aceite

Fig. 1-6 - Caldera Típica de Vapor de 50 a 60 hp

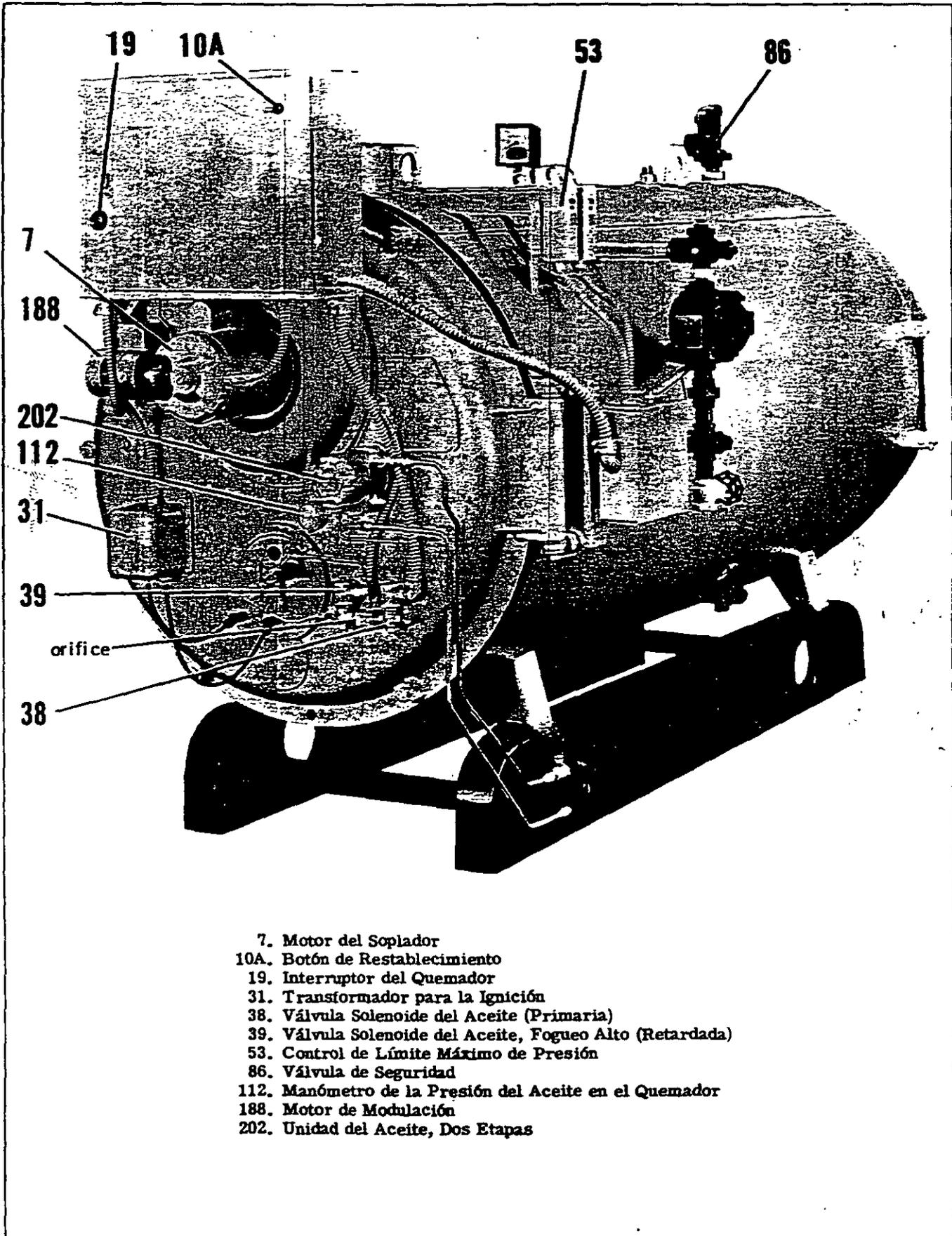


Fig. 1-7 - Caldera Típica de Agua Caliente de 25 a 40 hp con piloto de Aceite

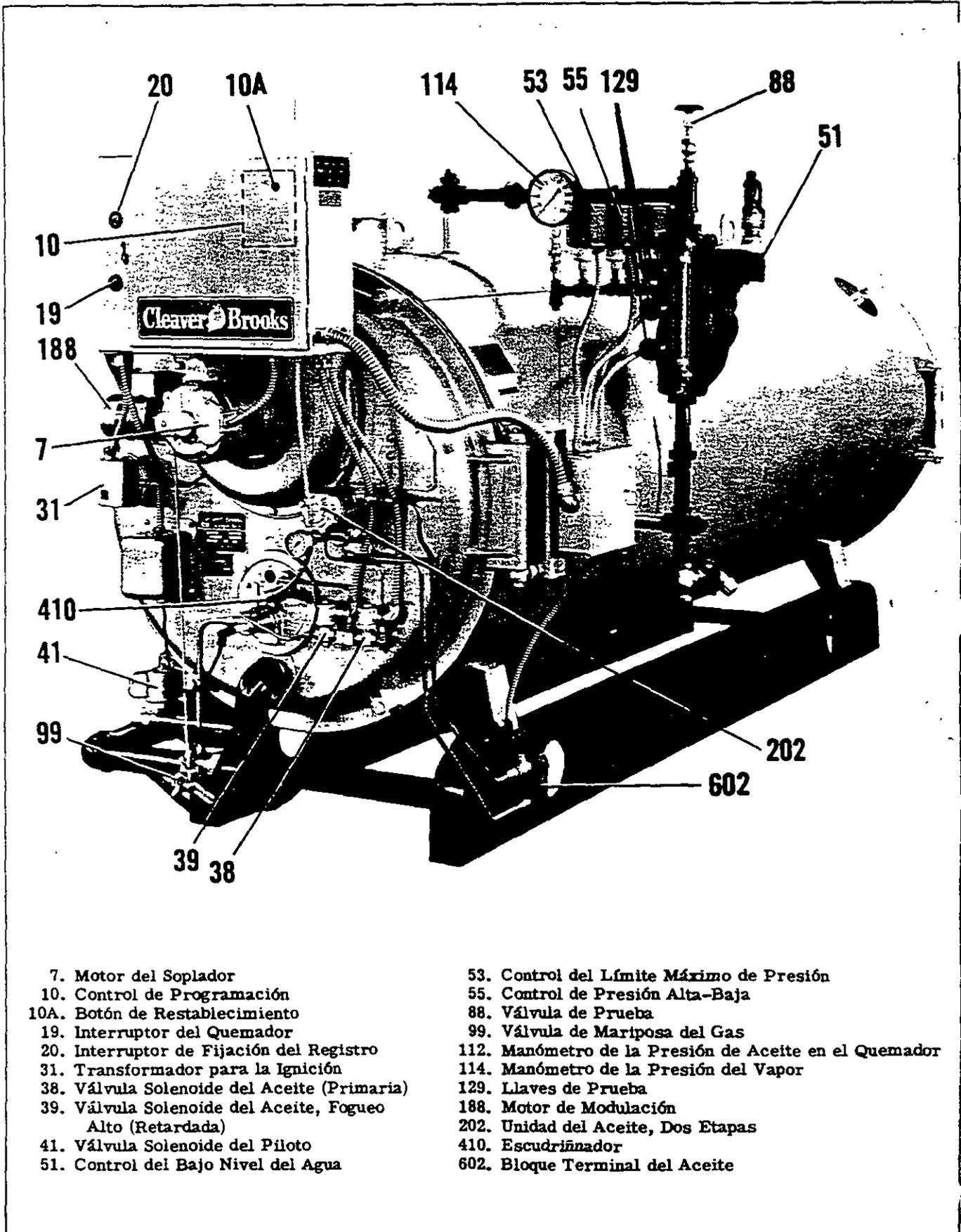


Fig. 1-8 - Vista del Lado Derecho de la Caldera de Vapor de 40 hp

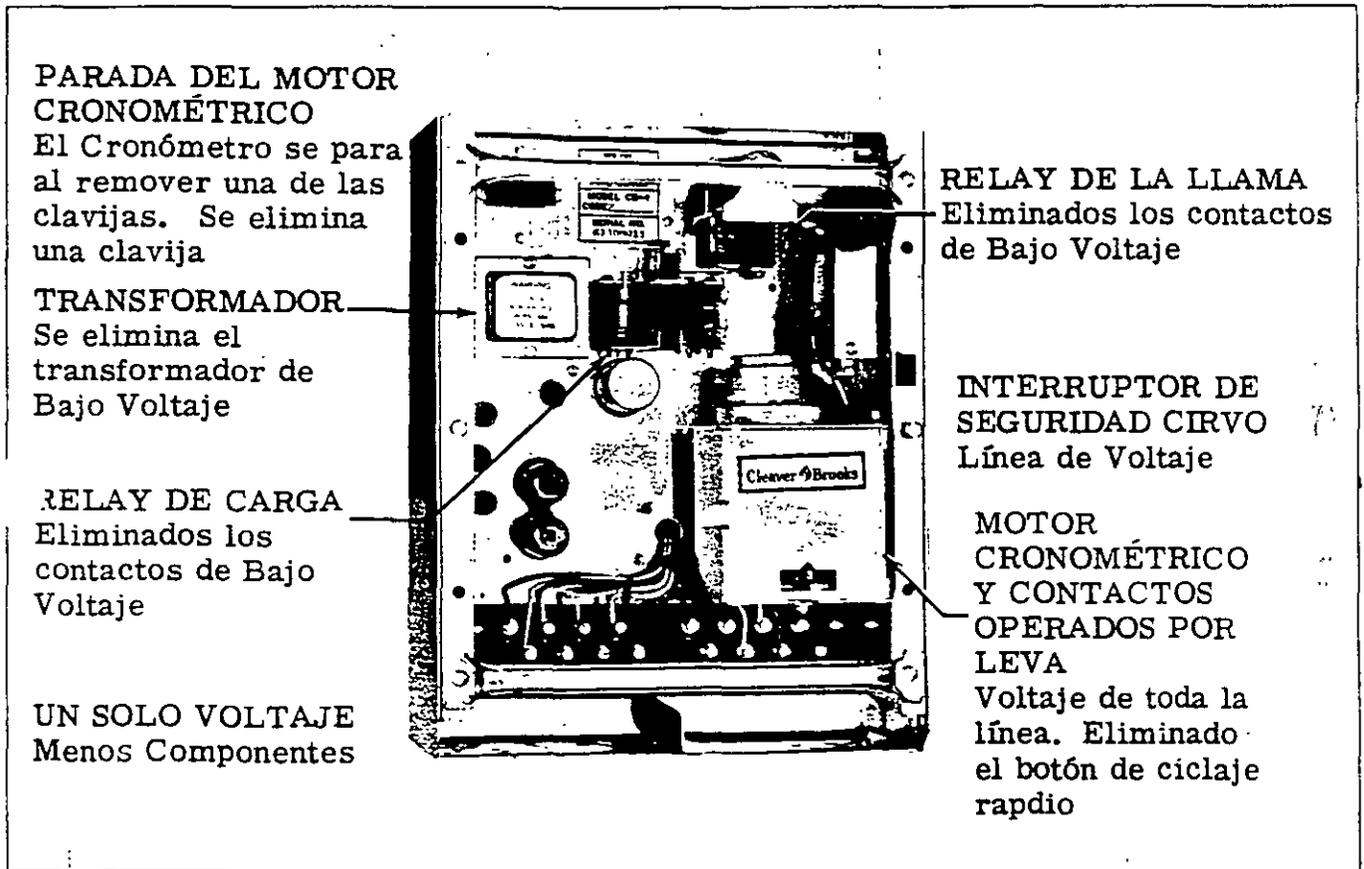


Fig. 1-9 - Protector de la Llama y Control de Programación Modelo CB-1 Cleaver-Brooks



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA 283**

**MANTENIMIENTO A CALDERAS**

TEMA:

**CAPITULO II  
INSTRUCCIONES PARA LA OPERACIÓN**

COORDINADOR: ING. ORLANDO RAFAEL RÍVERA  
MENDOZA

**DEL 25 AL 29 DE OCTUBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**

**Programa 2004**

## Capítulo II

# INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

### PREPARACIÓN GENERAL PARA EL ARRANQUE INICIAL: CON ACETTE LIVIANO O GAS

Para localizar e identificar rápidamente los distintos controles y componentes que se nombran en los párrafos siguientes, consulte las fotografías de identificación que se refieren a su tipo de caldera. Vea también los diagramas del alambrado y del flujo de combustible. Las instrucciones que se dan a continuación parten de la base que ya se ha hecho toda la instalación de la caldera y que se han terminado las conexiones eléctricas, de combustible y de agua. Las Calderas Cleaver-Brooks son probadas bajo verdaderas condiciones de operación y aunque todos los controles eléctricos y mecánicos han sido graduados en la fábrica según el tipo de operación deseado, las siguientes instrucciones cubren todos los ajustes de operación que pueden ser hechos en cada localidad.

1) Llene la Caldera con agua hasta el apropiado nivel de operación. La Fig. 2-1 muestra los puntos de interrupción Máximo y Mínimo, así como el nivel correcto para llenar inicialmente la caldera. Las calderas de agua caliente normalmente deben ser llenadas completamente.

Cualquier caldera modelo CBH puede ser equipada para usar bomba de alimentación de agua, o ali-

mentador de agua. Si se usa bomba de alimentación, el cerrar el interruptor eléctrico de la entrada hace que automáticamente empiece la bomba de alimentación a llenar la caldera. Mientras se llena, la Válvula de Prueba (88) debe estar abierta para sacar todo el aire de la caldera durante la llenada. La Válvula (88) debe permanecer abierta mientras se permite a la caldera que se enfríe a la temperatura del cuarto. El nivel correcto del agua, tanto el alto como el bajo, para las calderas de vapor puede verse también en la ilustración del Control del Nivel de Agua (Fig. 2-1).

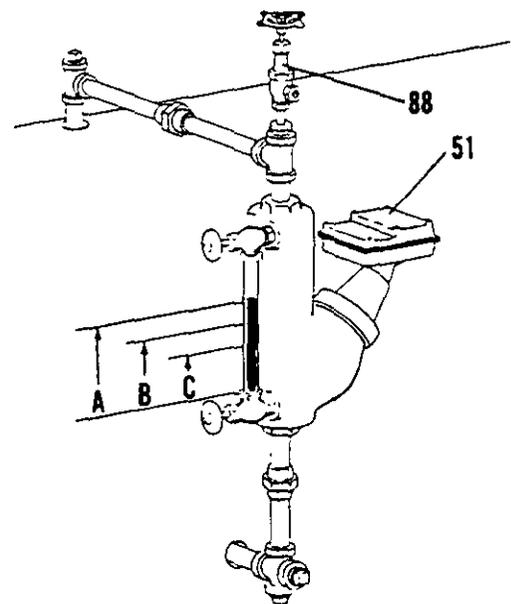
**Advertencia:** Antes de poner a funcionar la bomba de alimentación de la caldera, asegúrese de que todas las válvulas en la línea del agua de la caldera están abiertas. Cerciórese de que la bomba tenga la dirección correcta de rotación (la dirección de rotación está indicada en la caja de la bomba). Si se usa alimentador de agua, solamente es necesario abrir la válvula de la línea de suministro de agua y la válvula de descargue del alimentador. Cuando el agua llega al nivel correcto en la caldera, el alimentador de agua, si se usa, se desconecta automáticamente.

2) Verifique, y si es necesario, reposicione (ajuste) el Motor de Arranque (2), el Control de Programa-

- A. NIVEL ALTO DEL AGUA: 2-1/4" arriba de la parte inferior del indicador. La bomba alimentadora o el alimentador se desconectan en este punto. Llénese inicialmente hasta este punto.
- B. NIVEL BAJO DEL AGUA: 1-3/4" arriba de la parte inferior del indicador. La bomba alimentadora o el alimentador prenden en este punto para reestablecer el nivel de agua a 2-1/4".
- C. PUNTO DE DESENGANCHE, POCA AGUA: 1-1/4" arriba de la parte inferior del indicador. El quemador se apaga en este punto.

51. CONTROL DEL NIVEL DEL AGUA

88. VALVULA DE PRUEBA



A-183

Fig. 2-1 - Detalle del Nivel de Agua en la Caldera

## Capítulo II - Instrucciones de Operación

ción (10), la Bomba de Alimentación y el Control de Bajo Nivel (51), si los hay.

Abra el Tablero de Control y gire en la dirección del reloj la ruedita moleteada en el Control de Programación (10) hasta que el "0" aparezca en el retículo. El Boletín de los Fabricantes, en el Capítulo VI muestra claramente la localización de la Ruedita Moleteada.

4) Cerciórese de la dirección de rotación del Motor del Soplador (7). (Una flecha en el alojamiento del soplador indica la dirección correcta de rotación.) (Si se mira desde el frente de la caldera, la rotación debe ser en dirección contraria al reloj.) El operador experimentado puede hacer esto con sólo levantar momentáneamente la armadura en el Arranque (starter) del Motor (2). La dirección de rotación también puede observarse si se hace girar en la dirección del reloj unos pocos grados la perilla moleteada del control de programación y se observa la dirección de rotación del Motor del Soplador (7). Tan pronto sea determinada la dirección de rotación, proceda a girar la Ruedita Moleteada hacia adelante (en la dirección del reloj) hasta que el "0" vuelva a aparecer en la ventanilla.

(En los motores de inducción, trifásicos, la dirección de rotación puede ser cambiada si se invierten cualquiera de los dos alambres del motor en los terminales de carga (T) del arrancador.

5) Ajuste el Control de Temperatura o del Límite de la Presión (53) a una posición ligeramente mayor

a la presión máxima deseada. Este control viene con una escala doble en el lado y dos tornillos de ajuste en la parte superior. El tornillo grande se usa para establecer la presión o temperatura a la cual el interruptor establecerá contacto. El tornillo pequeño se usa para fijar el diferencial, el cual hace que el nivel de apague sea más alto que el nivel de prendida en una cantidad equivalente al diferencial establecido. El indicador de la escala pequeña muestra el verdadero diferencial. Por ejemplo, si la escala grande marca 100 psi (libras por pulgada cuadrada) la pequeña 10 psi, entonces 100 psi es el nivel de prendida fijado, 10 psi es el diferencial establecido, y en consecuencia, 110 psi es el nivel de apague fijado (o sea, el nivel de prendida más el diferencial). De todos modos el ajuste de apague nunca debe ser más alto que la presión establecida para que se abran las Válvulas de Seguridad (86).

6) Ajuste el Control de Presión Alta-Baja o de Temperatura (55) en forma tal que la fijación de apague sea la presión o temperatura deseada para que el quemador vuelva a operar en fogueo bajo. El ajuste de este Control se hace en la misma forma que en el control de temperatura o del límite de alta presión.

7) Ponga en Low (Bajo) el Interruptor de Fijación del Registro (20).

8) Cierre la llave Manual Principal del Aceite (78) y las llavecitas de gas Piloto (101) y (102).

9) Apague todos los interruptores de entrada de fuerza.

SECCION 1 - INSTRUCCIONES ESPECIFICAS PARA LA OPERACIÓN DEL QUEMADOR  
AL USAR ACEITE LIVIANO

(Aplicables directamente a las Unidades Combinadas)

A. PREPARATIVOS PARA EL ARRANQUE

- 1) Cierre la llave Principal del Gas (102). Abra la Llave del Piloto.
- 2) Ponga el Selector Gas-Aceite (24) en Oil (aceite).
- 3) Abra todas las válvulas en las líneas de succión y de regreso del aceite. Cierre la llave del Aceite (78).
- 4) Vuelva a poner la correa en posición en la Bomba de Aceite (202).
- 5) Levante la armadura movable en el Arranque del Motor (2) y haga funcionar el Motor del Soplador (7) hasta que la Bomba de Aceite (202) coja y circule el aceite combustible del tanque de almacenamiento. El flujo necesario de aceite se obtiene cuando el Manómetro de la Presión de Aceite en el Quemador (112) indica una presión constante de 100 psi (libras por pulgada cuadrada) o más.
- 6) Ponga en On (prenda) el Interruptor del Quemador (19) para que arranque el Motor del Quemador

(7). La presión del aceite aparecerá en el Manómetro de la Presión de Aceite del Quemador (112). El Motor Cronométrico del Control de Programación (10) empezará a funcionar. A los 30 segundos, el número "1" aparecerá en la ventanilla del Control de Programación. En ese momento el Transformador de Ignición (31) recibe energía y una chispa eléctrica y el Piloto de Gas pueden verse por la ventanilla de atrás. Hasta este punto, el Quemador todavía no ha prendido porque aún está cerrada la llave Principal del Aceite (78).

Apareciendo el numero "1" en la ventanilla del control de programación, la presión del aceite en más de 100 psi, y la evidencia de que hay buena chispa, la caldera está lista para arrancar. Ponga en OFF (apague) el interruptor del Quemador (19).

SECUENCIA NORMAL DEL ARRANQUE

Quando el interruptor del Quemador (19) está en ON (prendido) el circuito de control de límite queda completo, puesto que los interruptores integrales con el Control de Presión (o de temperatura) (5) el Control de Bajo Nivel del Agua (51) está cerrados.

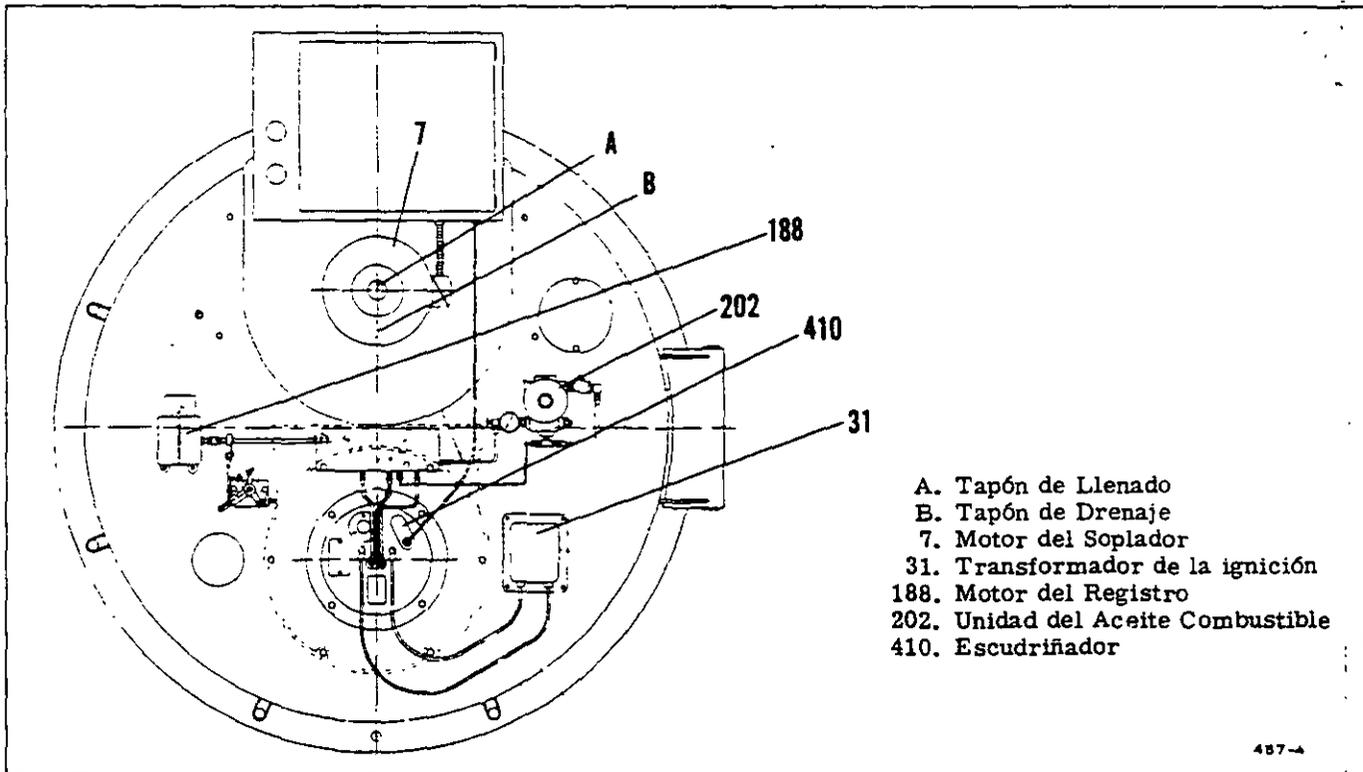


Fig. 2-2 - Detalle de la tapa delantera del Modelo CBH de 50 a 100 hp

## Capítulo II - Instrucciones de Operación

Al quedar completo el circuito de control de límite se lleva a efecto lo siguiente lo cual en el orden indicado constituye la secuencia normal del arranque:

1) El Motor del Soplador (7) arranca y como la bomba de aceite está conectada al soplador por medio de una correa, empieza el bombeo de aceite.

2) El Motor Cronométrico del Control de Programación (10) empieza a funcionar.

3) El Motor del Soplador (7) alcanza la velocidad asignada en menos de cinco segundos.

4a) Después de un período de 30 segundos la Válvula Solenoide del Piloto (41) y el Transformador de ignición (31) reciben electricidad. Empieza la llama del Piloto y el número "1" aparece en la ventanilla del Control de Programación (10).

4b) En los Quemadores equipados para consumir aceite solamente, el Solenoide de Fuego Bajo (38) y el Transformador de ignición (31) reciben energía después de un período de 30 segundos. Se establece inmediatamente el fuego bajo y el número "1" aparece en la ventanilla.

5) El Relay Detector de la Llama (RL2), (parte del Control de Programación (10)) trabaja y 5 segundos después (35 segundos después de cerrar el interruptor del quemador) aparece el número "2" en la ventanilla y se abre la Válvula Solenoide del Aceite (38).

6) Empieza la llama inmediatamente después de que se han llenado de aceite las líneas que van a la boquilla del quemador.

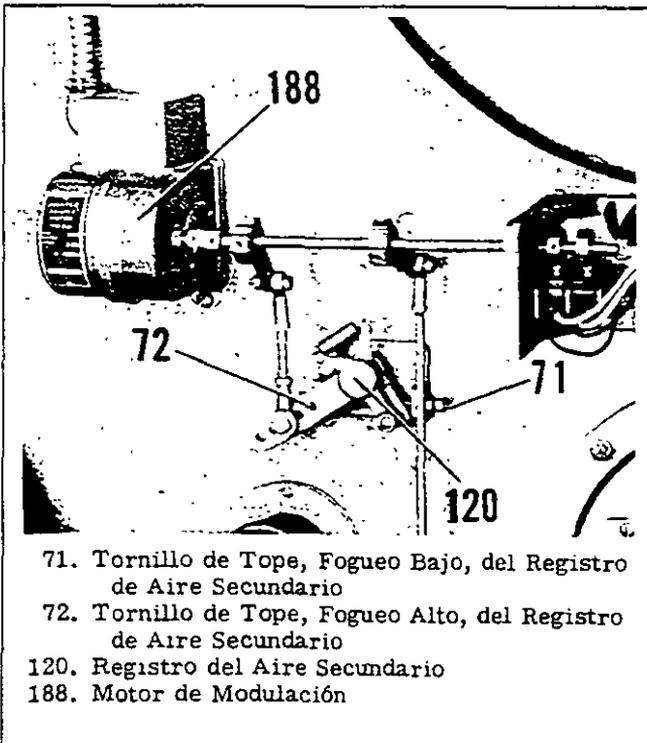


Fig. 2-3. - Ajuste del Aire Secundario

7) En este momento están prendidas la llama principal y la del Piloto, pero 10 segundos después de que se abra la válvula del aceite (45 segundos desde que se cerró el interruptor del quemador) se suspende la energía al solenoide del piloto y al transformador de ignición y un punto (●) aparece en la ventanilla. La llama principal de fuego bajo continúa ardiendo.

8) Cuando el interruptor de fijación del Registro (interruptor manual que regula el calor) se cambia de LOW (bajo) a HIGH (alto) el motor del registro se pone en movimiento para abrir el registro del aire. Simultáneamente hace girar el eje de levas. Cuando el registro está aproximadamente medio-abierto, una leva acciona el interruptor dándole energía al primer solenoide de fuego alto (llamado intermedio en los diagramas y fotografías de identificación). Cuando el registro está totalmente abierto, se abre la segunda leva que acciona el interruptor para abrir el otro solenoide de fuego alto. Al proceder de fuego alto a fuego bajo se invierte la secuencia.

### B. ARRANQUE DEL QUEMADOR

1) Ponga el interruptor de Fijación del Registro (20) (el interruptor manual que regula el calor) en LOW (bajo). Abra la llave Manual del Aceite (78). Voltee la Ruedita Moletada del Control de Programación, en la dirección del reloj, hasta la posición "0". Presione el botón de restablecimiento del control de programación.

2) Coloque en ON (prenda) el interruptor del Quemador (19). El Motor del Soplador se pondrá en marcha y el motor cronométrico iniciará la secuencia en el control de programación. Cuando aparezca el número "1" en la ventanilla del control, se prende el quemador y opera en fuego bajo. El motor cronométrico del Control de Programación (10) continuará funcionando hasta que aparezca un punto (●) en la ventanilla. El Manómetro de Presión (112) debe marcar ahora aproximadamente 150 libras.

3) Deje que el Quemador funcione por lo menos treinta minutos.

a) Coloque en HIGH (alto) el interruptor de fijación del registro y observe el progreso en el quemador hacia el fuego alto. Es necesario operar el quemador en fuego alto durante un período suficiente, para estar seguro que las líneas del combustible se han llenado con aceite y que todo el aire ha sido desplazado. Esta operación debe efectuarse antes de poner la caldera en servicio automático. Quizás sea necesario hacer que la caldera pase por varios ciclos de ignición hasta que todo el aire sea desplazado de las líneas de abastecimiento de combustible del fuego alto e intermedio. Después de cada ciclo de ignición puede ser que deba apretar el Botón de Restablecimiento (10A). Este procedimiento de repetición del ciclo solamente es necesario cuando se ha removido el quemador y por lo tanto las líneas de combustible a los solenoides se encuentran sin aceite.

## C. AJUSTES DEL AIRE SECUNDARIO

(Fijación de los límites del Registro para la Operación en Fogueo Alto y Bajo)

Después que la unidad ha estado en operación por 30 minutos y el ciclo se ha repetido varias veces para conseguir el adecuado calentamiento de la caldera y de los refractarios, deben hacerse los ajustes finales. Estos ajustes se hacen especialmente para obtener combustión eficiente.

1) FOGUEO BAJO - Coloque el interruptor de Fijación del Registro (20) en la posición de fogueo bajo y deje que la caldera funcione por un minuto. Observe la condición de la chimenea. Cierre un poquito el registro del aire secundario haciendo girar el Tornillo de Ajuste de Fogueo Bajo (71), en dirección contraria al reloj hasta que aparezca en la chimenea una leve neblina. Entonces, abra gradualmente el registro hasta que desaparezca la neblina. Fije el tornillo de ajuste en esta posición provisionalmente.

2) Coloque el interruptor de Fijación del Registro (20) en fogueo alto.

3) FOGUEO ALTO - Voltee en la dirección del reloj el Tornillo de Ajuste de Fogueo Alto (72) para cerrar un poquito el registro del aire hasta que aparezca una leve neblina en el tubo de escape. Entonces, reajuste el tornillo (72) para abrir el registro hasta que desaparezca la neblina. Considere estos ajustes solamente como aproximados. Aunque este ajuste debe producir una operación eficiente se recomienda examinar los gases de combustión con un analizador de gases de escape. Por ningún motivo, deben ajustarse los tornillos de tope de fogueo alto y bajo en forma que produzcan una excesiva extensión del resorte del conjunto de sobrecarrera. Para evitar esto pueden moverse las conexiones de los eslabones a los sucesivos agujeros de las palancas.

4) AJUSTES FINALES - Los ajustes finales del quemador deben hacerse siempre con un APARATO ORSAT. A menudo es posible lograr una combustión teóricamente casi perfecta en estas calderas, con una pañada de altos porcentajes de CO<sub>2</sub> en el gas de escape, sin neblina visible. Sin embargo, una caldera ajustada como se indicó anteriormente, a veces se ve sometida a diferentes condiciones de operación que hacen que el fuego produzca hollín. Algunas de estas condiciones son por ejemplo: ciclos demasiado rápidos cuando la carga es baja, y variaciones en el escape debidas a cambios atmosféricos.

Por lo tanto se recomienda hacer los ajustes finales del quemador en forma que el contenido de CO<sub>2</sub> sea un poco más bajo, entre 11 y 13.5 por ciento, medido con un APARATO ORSAT en buenas condiciones.

## D. SECUENCIA NORMAL DE APAGUE

1) Al abrir el interruptor del Quemador (19) se rompe el circuito límite, este circuito también se rompe cuando se abre cualquiera de los interruptores incorporados en este circuito. La secuencia normal de apague que se sucede al abrir el circuito límite es la siguiente:

2) El motor cronométrico, que es parte del Control de Programación (10), empieza a trabajar.

3) Todas las válvulas solenoides quedan sin energía.

4) Se desconecta el Relay de la Llama (RL2).

5) El motor cronométrico continúa funcionando y 15 segundos después de haberse roto el circuito límite, el motor del quemador queda sin energía.

6) Un "0" aparece en la ventanilla y el motor cronométrico se para.

7) La unidad está lista para arrancar de nuevo.

SECCION 2 - INSTRUCCIONES ESPECIFICAS PARA CUANDO SE USA GAS

A. PREPARACIÓN PARA EL ARRANQUE

1) Cierre todas las válvulas del aceite y desconecte la correa que va a la bomba de aceite. Empiece con todos las llaves de gas cerradas.

2) Coloque el Selector Gas-Aceite (24) en Gas.

3) Cierre todos los interruptores de entrada de electricidad. La presión de la línea de abastecimiento del piloto debe ser de cuatro a diez pulgadas según el tamaño de la caldera. Verifique la posición de los eslabones conectados a la válvula de mariposa del gas.

4) Voltee la ruedita moleteada del Control de Programación (10), en la dirección del reloj, hasta que el "0" aparezca en la ventanilla.

5) Coloque el interruptor de Fijación del Registro (20) en LOW (Bajo). (Observe que éste es un interruptor de demanda de calor).

6) Cierre todos los interruptores de entrada de fuerza eléctrica.

Verifique la dirección de rotación del Motor del Soplador (1). (Una flecha en el alojamiento del soplador indica la dirección correcta de rotación). El operador experimentado puede hacer esto levantando momentaneamente la armadura del Arranque del Motor (2). La dirección de rotación también puede observarse si se hace girar unos pocos grados (en la dirección del reloj) la ruedita moleteada del control de programación y se observa la dirección de rotación del Motor del Soplador (7). (En los motores de inducción, trifásicos, la dirección de rotación puede cambiarse si se invierten dos de las conexiones del motor en los terminales de carga (T) del arranque). Tan pronto determine la correcta dirección de rotación, proceda a girar la Ruedita Moleteada hacia adelante (en la dirección del reloj) hasta que el "0" aparezca en la ventanilla.

8) Fije el Control de Temperatura o del Límite de Alta Presión (53) en una posición ligeramente mayor a la presión máxima deseada. Este control esta equipado con una escala doble en el lado y dos tornillos de ajuste en la parte superior. El tornillo más grande se usa para establecer la presión o temperatura a la cual el interruptor establecerá contacto. El tornillo pequeño establece el diferencial entre el arranque y el apague del quemador. El indicador de la escala grande muestra el verdadero valor de la presión o temperatura a la cual hace contacto, y el indicador de la escala pequeña muestra diferencial.

Por ejemplo, si la escala grande marca 100 psi (libras por pulgada cuadrada) y la pequeña 10 psi, entonces 100 psi es el punto de contacto o prendida,

10 psi es el diferencial establecido, y por lo tanto, 110 psi es el punto de apague (o sea, el punto de prendida más el diferencial). Este ajuste nunca debe ser mayor que la presión fijada para que se abran las Válvulas de Seguridad (86).

9) Coloque el Control de Presión Alta-Baja o de Temperatura (55) en forma tal que su ajuste de apague sea igual a la presión o temperatura deseada para que el quemador vuelva a operar en fogueo bajo. El ajuste de este control se hace en la misma forma que en el control de presión máxima o temperatura.

10) Con todas las válvulas cerradas, coloque en ON (prenda) el interruptor del Quemador (19). El Motor del Quemador (7) arrancará. El motor cronométrico del Control de Programación (10) empezará a funcionar. A los 30 segundos el número "1" aparecerá en la ventanilla del Control de Programación. En ese momento recibe energía el Transformador de Ignición (31) y una chispa eléctrica puede verse por la ventanilla de atrás. Hasta ahora el quemador no ha prendido porque todas las válvulas del gas están cerradas. Coloque en Off (apague) el interruptor del quemador.

11) Voltee (en la dirección del reloj) la Ruedita moleteada del Control de Programación (10) hasta que el "0" aparezca en la ventanilla.

12) Abra la Llave del Piloto (101); pero deje cerrada la Llave Principal del Gas (102).

13) Coloque en On (prenda) el interruptor del quemador. El motor cronométrico del Control de Programación (10) empezará a funcionar; pero solamente después de un período de purga de 30 segundos aparecerá el número "1" en la ventanilla del control de programación. En este momento reciben energía el Transformador de Ignición (31) y la Válvula Solenoide del Piloto de Gas (41).

Se establece la llama del piloto. Recibe energía el Relay de la Llama (RL2) del control de programación; pero el quemador no prende todavía puesto que aún no se ha abierto la Llave Principal del Gas (102).

14) Ajuste el Piloto: empiece por atornillar completamente el tornillo del Regulador del Piloto de Gas (107).

15) Empiece ahora a desatornillar lentamente el tornillo del regulador hasta obtener una llama piloto adecuada.

Cuando el número "2" aparece en la ventanilla, la Válvula del Gas (43) recibe energía, siempre que el Interruptor de entrelace de Aire-Gas (312) funcione correctamente.

En esta forma se ha terminado la preparación inicial; la caldera está lista para prender.

## B. COMO PRENDER EL QUEMADOR

Terminados los ajustes preliminares, proceda a prender el quemador en la siguiente forma:

1) Abra la Llave Principal del Gas (102) y coloque en On (prenda) el Interruptor del Quemador (19); el Motor del Quemador (7) empezará a funcionar. También arrancará el motor cronométrico del Control de Programación (10). A los 30 segundos aparecerá el número "1" en la ventanilla, y la Válvula Solenoide del Piloto (41) y el Transformador de Ignición (31) recibirán energía. Se establece la Llama Piloto.

El Relay de la Llama (RL2) hará contacto y 5 segundos más tarde se abrirá la Válvula del Gas (43) (siempre y cuando que el Interruptor de entrelace de Aire-Gas (312) funcione correctamente). Se establece la llama principal (en fogueo bajo) y el quemador continuará funcionando. Al terminar el período de Ignición (45 segundos después de la prenda), aparecerá un punto (●) en la ventanilla y entonces la Válvula Solenoide del Piloto (41) y el transformador de ignición quedarán sin energía. Un punto (●) seguirá apareciendo en la ventanilla de control de combustión durante condiciones normales de operación.

2) Los ajustes finales del quemador deben ser determinados mediante un análisis de gas de tubo. Es deseable que el porcentaje de CO<sub>2</sub> esté entre el 9.5 y el 11. Haga los ajustes necesarios del gas en la válvula de aleta para obtener el deseado porcentaje de CO<sub>2</sub>. Al hacer tales ajustes tenga cuidado de no dejarlo graduado en un punto que produzca una hoguera rica en combustible.

NOTA: La apariencia de la llama frecuentemente engaña; una llama de gas eficiente puede variar entre un azul transparente y un amarillo transluciente. Un fuego excesivamente amarillo rápidamente llena los tubos de hollín dando por resultado una pérdida de eficiencia. Resulta muchísimo más eficiente un fuego claro con un porcentaje de CO ligeramente más bajo.

3) El correcto funcionamiento de los dispositivos de falla de la llama deben ser revisados en el momento de la prenda y por lo menos una vez a la semana de ahí en adelante. Con el quemador funcionando, quite el Escudriñador (410) de su montaje en la caldera y tape con la mano. La Válvula del Gas (43) debe cerrarse en menos de cuatro segundos y el interruptor de seguridad en el control de programación debe abrirse en unos 60 segundos desconectando luego el relay principal y empezando el período de post-purga.

NOTA: Como es muy importante hacer un ajuste adecuado de la combustión, antes de hacer los ajustes finales el operador de la caldera debe consultar en el Capítulo III la "Combustión Completa del Gas".

4) Los controles de nivel bajo de agua deben revisarse para ver si funcionan correctamente. Para revisarlos, quite la fuerza de la bomba de alimentación de agua de la caldera y saque agua de la caldera

mientras el quemador esté en operación. El control de nivel bajo de agua debe interrumpir el funcionamiento del quemador cuando queda por lo menos una pulgada de agua en el indicador. Para prender nuevamente el quemador, cierre la válvula de drenaje, vuelva a hacer funcionar el sistema de alimentación y restablezca los controles (si son manuales) de bajo nivel de agua cuando ésta alcance el nivel normal.

5) Después de que la caldera haya estado funcionando y esté ya caliente, revise todos los pernos de la cabeza y vea que estén bien apretados.

6) Apriete de nuevo todos los pernos de mano para evitar cualquier posible escape por estos huecos. El escape más pequeño aquí corroerá sus alrededores.

7) Coloque el Interruptor de Fijación del Registro (20) en AUTOMATIC. El Motor del Registro (8) moverá el Registro del Aire Secundario (120) y la Válvula de Aleta del Gas (99) a la posición de fogueo alto.

Para estar seguro de que la caldera está funcionando a toda su capacidad, debe medirse el gas.

## C. AJUSTES DEL CONTROL Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Deje que aumente la presión del vapor hasta que el quemador vuelva a fogueo bajo, mediante la acción del Control de Presión Alta-Baja (55). Reajuste control, si es necesario, para obtener descenso a la presión deseada.

Con la caldera en operación, cierre o acelere la válvula colectora de vapor para que aumente la presión hasta que se apague el quemador por la acción del Control de Máxima Presión (53). Reajuste la graduación en el control, si es necesario, manteniendo el diferencial correcto entre los controles.

Abra la válvula colectora y disminuya la presión del vapor para que el quemador prenda de nuevo. Observe la ignición y el funcionamiento del control de programación para estar seguro de que están correctos.

## D. AJUSTE DEL COMBUSTIBLE

VALVULA DE ALETA DEL GAS (99) - Esta válvula controla directamente la cantidad de consumo de combustible exactamente en la misma forma en que el Registro del Aire Secundario (120) controla la cantidad de aire para combustión suministrado al quemador. La cantidad de combustible que esta válvula permite pasar al quemador se fija por medio de los ajustes que se hagan al Tornillo de Tope de Fogueo Bajo (67) para establecer el régimen de fogueo bajo, y al Tornillo de Tope de Fogueo Alto para establecer el régimen de fogueo alto.

El motor de registro debe estar en posición de fogueo bajo cuando se vayan a hacer ajustes con el

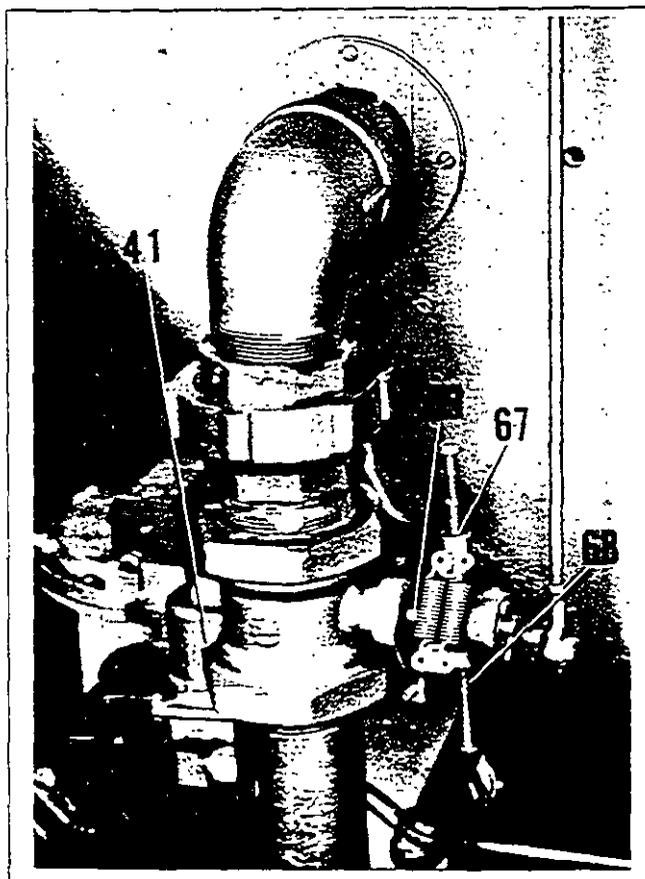


Fig. 2-6 - Válvula de Mariposo (99)

Tornillo de Tope (67), y en posición de fogueo alto cuando se vayan a hacer cambios en el ajuste del Tornillo de Tope (68).

Coloque en On (prenda) el interruptor del quemador. Ponga en High (alto) el Interruptor de Fijación del Registro (20) y ajuste los eslabones, si es necesario, para que el quemador funcione a la capacidad asignada.

La presión del gas debe ser revisada nuevamente para estar seguro de que tiene el valor especificado.

Obtenga el flujo exacto de gas requerido ajustando el Tornillo de Tope de Fogueo Alto (68).

Investigue el CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub>; el CO<sub>2</sub> debe marcar entre 9.5 y 11 por ciento y el O<sub>2</sub> debe marcar del 1 al 4 por ciento.

Apague el quemador, vuélvalo a prender manteniéndolo en la posición de fogueo bajo. El régimen de consumo de gas debe ser aproximadamente de 1/3 del valor del régimen total de carga. El marcador de CO<sub>2</sub> debe continuar indicando entre el 9.5 y el 11 por ciento.

#### E. AJUSTE DEL AIRE SECUNDARIO (Fijación de Límites del Movimiento del Registro)

Los tornillos de ajuste (71) y (72) (Vea la Fig. 2-3) fijan las posiciones extremas del recorrido del

registro que corresponden al régimen mínimo de fogueo bajo y al régimen máximo de fogueo alto, respectivamente. No hay punto intermedio de operación.

Cuando la unidad quema gas al régimen donde la caldera desarrolla el caballaje asignado, el registro se ajusta para que el aire que toma sea el necesario para la combustión adecuada según puede juzgarse por lo que marca el CO<sub>2</sub>.

#### F. AJUSTES DEL MOTOR DEL REGISTRO, INTERRUPTOR AUXILIAR (29) Y EL SISTEMA DE PALANCAS

Siempre que se haga cualquier ajuste en el conjunto articulado, debe tenerse mucho cuidado de que tal ajuste no vaya a impedir la rotación completa del brazo del motor a todo lo largo de su campo de acción angular. Puede resultar un daño irreparable del motor si los eslabones se ajustan en tal forma que el brazo del motor no puede girar hasta la posición que corresponda a las exigencias del regulador. Deben recordarse los siguientes detalles:

Este es un motor de resorte.

El regulador que lo dirige, opera entre High (Alto) y Low (Bajo).

Cuando el Control (55) requiere un régimen de fogueo bajo, el motor gira en dirección contraria al reloj, visto del extremo opuesto del árbol, hasta su posición máxima, y se para.

Cuando el Control o Regulador requiere un régimen de fogueo alto, el motor gira en dirección contraria al reloj hasta su posición extrema opuesta, abriendo tan ampliamente el registro del aire y la válvula de aleta del gas como lo permiten los ajustes de los tornillos de tope en el registro y en la válvula.

Tanto el registro del aire como la válvula de aleta están equipados con eslabones de sobrecarrera.

Cuando la presión o la temperatura obligan al regulador a hacer contacto alto o bajo, el motor gira en la dirección que corresponda y solamente se para cuando llega a una u otra de estas posiciones.

Interruptores internos limitan la rotación del motor a un arco de 90 grados.

Solamente en las calderas de 25 y 40 caballos de fuerza el motor del registro está equipado con un interruptor auxiliar integral que abre la válvula solenoide de fogueo alto cuando el registro del aire está completamente abierto.

Las calderas más grandes tienen un dispositivo de levas que abre el solenoide de fogueo alto por medio de microinterruptores operados por leva, como puede verse en la Fig. 2-2.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA 283**

**MANTENIMIENTO A CALDERAS**

TEMA:

**CAPITULO III  
PRINCIPIOS DE OPERACIÓN**

COORDINADOR: ING. ORLANDO RAFAEL RÍVERA  
MENDOZA

**DEL 25 AL 29 DE OCTUBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**

**Programa 2004**

# Capítulo III

## PRINCIPIOS DE OPERACIÓN Y SECUENCIA ELECTRICA

### SECCION 1 - DISTRIBUCION DE AIRE Y ACEITE

#### A. CIRCULACION DEL ACEITE

(Consulte el Diagrama del Flujo de Aceite, Figuras 3-1a y 3-1b)

Este Capítulo está dedicado exclusivamente al control de combustible; no discute los principios básicos de la combustión ni la conducción del calor.

Los sistemas de circulación de aceite combustible que se usan en las calderas de las series CBH 100 y CBH 200 se describen aquí sin hacer referencia a la verdadera posición del montaje de ninguno de los controles, tubería integral o conexiones en la caldera. Sin embargo, los diagramas en referencia no son totalmente esquemáticos; las

direcciones del flujo de aceite están indicadas con flechas y todos los controles están identificados con los mismos números con que aparecen en las fotografías del conjunto de la caldera.

Todas las calderas CBH están equipadas con una Unidad de Combustible de Dos Etapas (202) la cual, en operación normal saca aceite del tanque de almacenamiento a través de la Válvula (259) (como se ve en la Fig. 3-1a) y vuelve al tanque el aceite que no se haya suministrado a las boquillas del quemador.

Todas las válvulas solenoides del aceite tienen que recibir energía para que el quemador pueda funcionar a la capacidad máxima de régimen.

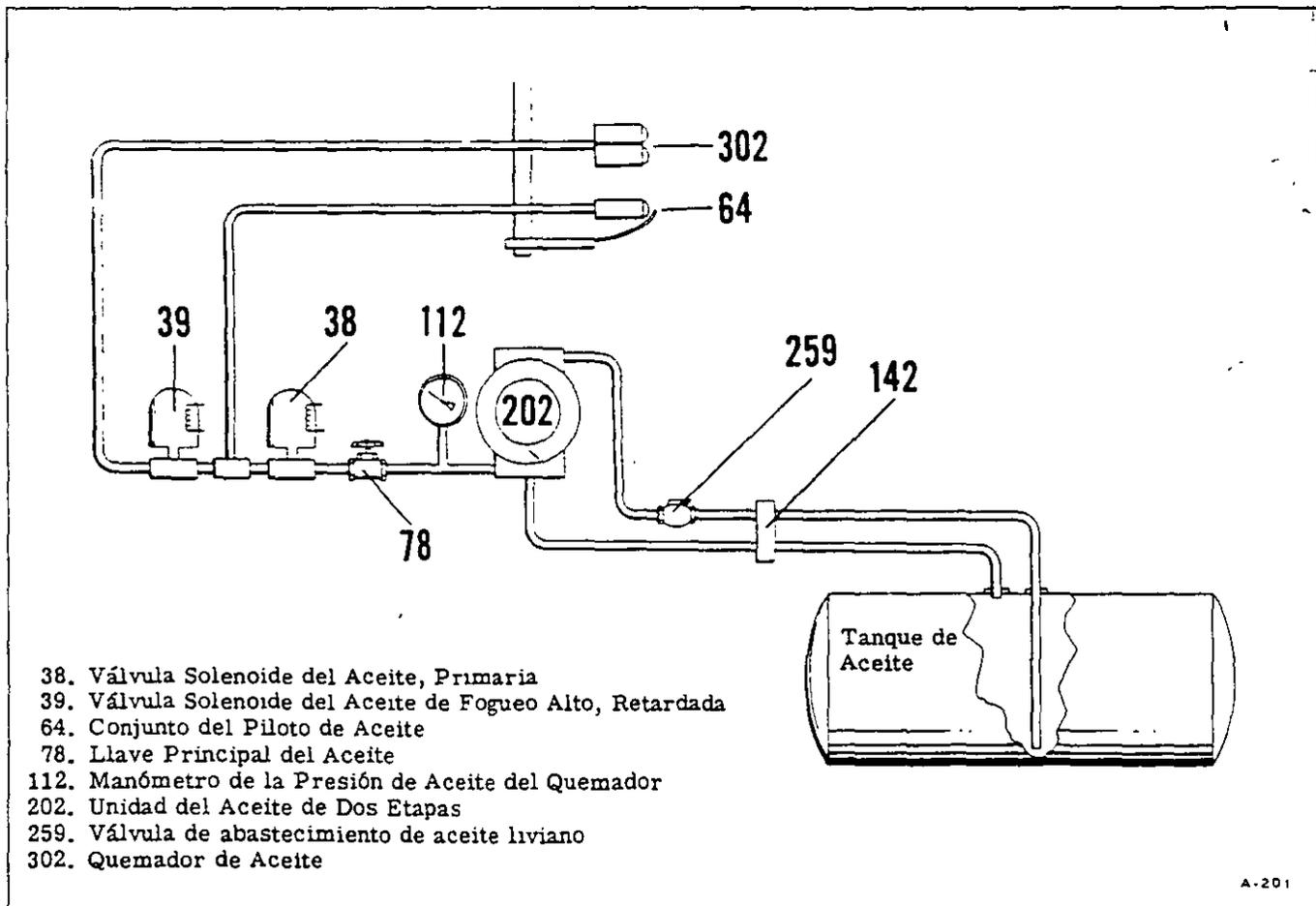


Fig. 3-1a - Diagrama Esquemático del Flujo de Aceite

### Capítulo III - Principios de Operación

El funcionamiento satisfactorio del quemador en la capacidad de régimen depende del mantenimiento de la presión correcta del aceite.

La presión que desarrolla la bomba puede verse en el Manómetro de la Presión de Aceite del Quemador (112); y esta presión la controla un regulador de presión en la unidad del combustible.

La Fig. 3-1a aplica a las calderas pequeñas (25 - 40 hp). Con la Válvula (78) abierta y la Válvula Solenoide de Fuego Bajo (38) energizada el aceite puede circular y llegar solamente a la primera de las dos boquillas. Cuando se excita la Válvula Solenoide de Fuego Alto (39) corre más aceite al quemador por la otra boquilla.

El diagrama esquemático del flujo de aceite aplicable a las calderas de mayor caballaje (50-100 hp.) aparece en la Fig. 3-1b. La acción de bombeo de la Unidad del Aceite (202) y el regreso al tanque de almacenamiento de combustible no son diferentes a los indicados para las calderas pequeñas. Sin embargo, en las grandes, la adición de un micro-interruptor controlado por leva y de una Válvula Solenoide Intermedia (389) hace necesario el uso de un bloque colector (615).

En la Fig. 3-1b, el aceite se descarga de la bomba al depósito del Bloque Colector (615). De

aquí se distribuye a las distintas boquillas cuando las Válvulas Solenoides (38), (389) y (39) reciben energía.

La Boquilla intermedia es controlada por la Válvula Solenoide (389). (Esta es en realidad una etapa de cambio para hacer más suave el cambio a fogueo alto.) Cuando este solenoide abre para permitir un mayor flujo de aceite al quemador, la presión tiende a bajar, lo cual disminuye el suministro de combustible por la Válvula Solenoide (38). Este efecto lo evita la acción de las propiedades de elasticidad del aire comprimido que hay en la cámara interna. Siempre hay una pequeña cantidad de aceite que rebosa de (ab) y cae dentro del tubito (cd) el cual lo devuelve a la bomba (202) a través del orificio (607).

El régimen de fogueo alto del quemador se obtiene cuando los tres inyectores (boquillas) están fogueando.

Las Válvulas Solenoides (389) y (39) reciben energía (se excitan) cuando las levas (movidas por el motor del registro) cierran sus respectivos microinterruptores.

En general, los controles operados eléctricamente son dirigidos por el Monitor del Control de Programación (Combustible) (10). Para entender la

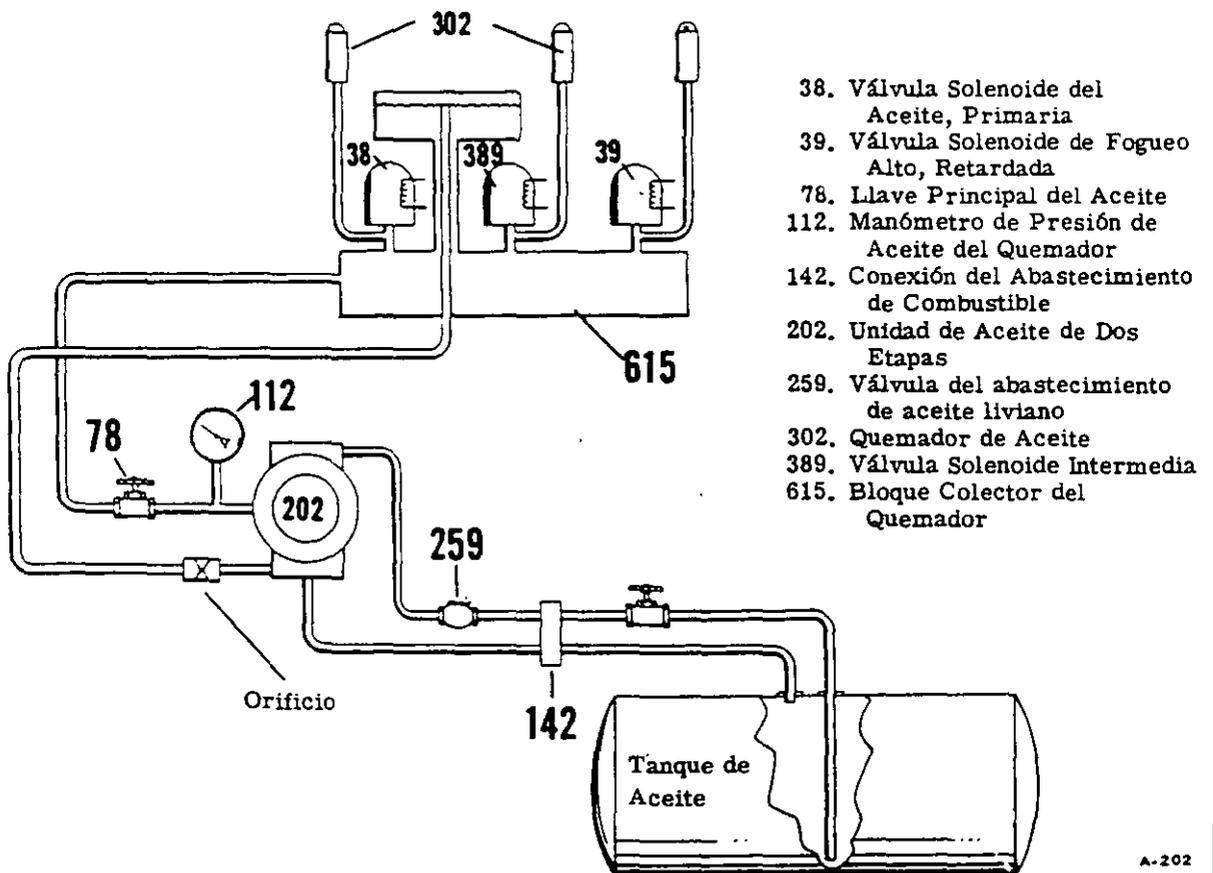


Fig. 3-1b - Diagrama Esquemático del Flujo de Aceite

relación del tiempo en el funcionamiento, debe estudiarse la secuencia aplicable de operación (vea las Secuencias Eléctricas, Capítulo III, Sección 3) conjuntamente con el Diagrama del Flujo de aceite.

Para comprender el trabajo interno de la bomba de combustible, consulte la Fig. 3-2b.

En este diagrama esquemático del flujo, el aceite se saca de la Fuente (A) al Filtro (B), luego a través del orificio silenciador (C) por medio del Mecanismo de Succión (D1) y se deposita en la cámara intermedia (E1). La única función del mecanismo de succión es bombear aceite del tanque de almacenamiento y conducirlo a la Cámara Intermedia (E1) desde la cual el aceite sobrante y el aire encerrado pueden pasar libremente a la línea de regreso a través del Paso (K) a la Cámara (E3). De la Cámara Intermedia (E1) el Mecanismo de Presión (D2) saca el aceite sin aire a presión atmosférica y lo forza a través de la Cámara Intermedia (E2) a la Cámara de la Válvula (F) a la presión establecida por el tornillo de ajuste de la presión. La válvula se abre para abastecer el inyector y el aceite sobrante asciende por las espirales de pistón y vuelve a la Cámara de Paso (E3) la cual está conectada con la línea de regreso al tanque de almacenamiento.

#### B. FLUJO DEL AIRE SECUNDARIO

El aire secundario (de combustión) lo suministra un soplador centrífugo montado en la cabeza de la

caldera. Para obtener una combustión eficiente para un determinado régimen de fogeo hay que forzar una cantidad específica de aire a la cámara de combustión para que se mezcle con el aceite atomizado.

El soplador está diseñado para una capacidad mayor a la necesaria en la operación. La medición del aire secundario se consigue acelerando automáticamente la entrada o la salida de aire al quemador abriendo o cerrando el registro de aire secundario (120) para obtener el régimen exacto del flujo de aire necesario para la carga existente.

Sin tener en cuenta su posición, los tornillos de tope ajustables limitan el recorrido máximo del registro. En posiciones predeterminadas el aire y el combustible son proporcionales a las exigencias de la carga. Las calderas CBH operan en cualquier régimen de fogeo, sea alto o bajo.

Durante la operación, se forma una presión en toda la cabeza y se forza el aire secundario a través de un difusor para que se mezcle completamente con el aceite atomizado al efectuarse la combustión.

Como es sólo un motor de registro el que mueve o controla el registro y las válvulas del combustible, es posible hacer la proporción adecuada de aire y combustible para los dos regímenes de fogeo establecidos.

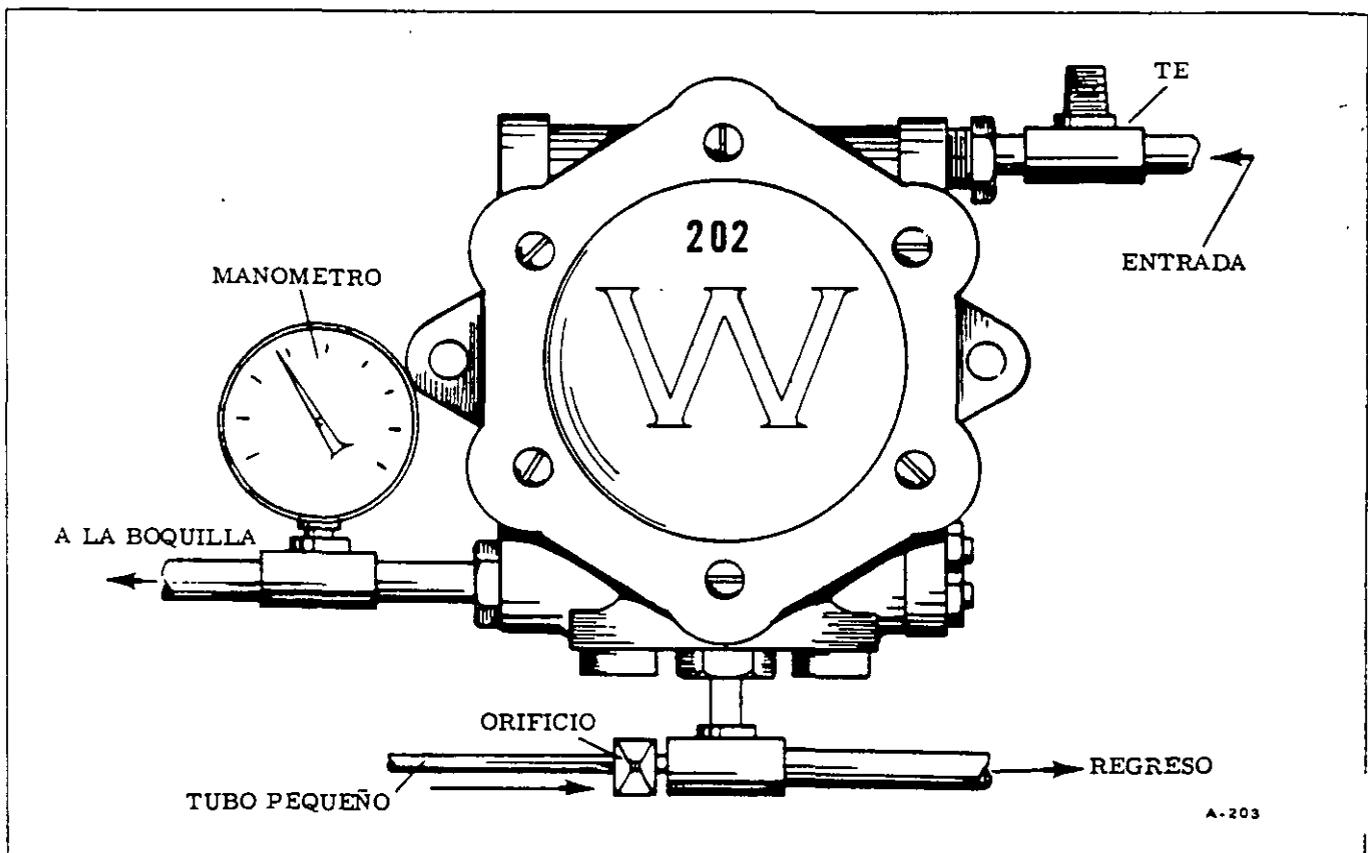


Fig. 3-2a - Detalle de la Conexión de la Bomba

El Diagrama Esquemático del Flujo de Aire, Fig. 3-2b, muestra en un corte los componentes que más influyen en el recorrido del aire a través del conjunto del quemador.

Vea también la Fig. 3-3a la cual muestra cómo es la composición del registro en las calderas CBH de 50-100 hp de capacidad. Como se ve en la Fig. 3-2b, el aire es llevado al soplador a través del registro ajustable del aire en (A) y forzado a través de las aberturas (B) a la caja de aire. Se crea suficiente presión para forzar el aire por las aberturas (C) y el Difusor (D). En el área en seguida de

(D) se completa la combustión. Los productos gaseosos calientes de la combustión son forzados a través de los tres pasos restantes donde transfieren gran parte de su calor al agua que rodea 100% dichos pasos. Consulte la vista de corte que muestra la construcción de cuatro pasos.

El régimen de suministro de aire de combustión puede cambiarse acelerando la entrada o la salida al soplador lo cual se efectúa abriendo o cerrando el Registro del Aire Secundario (120) para obtener la cantidad exacta de aire que se necesita para combustión completa.

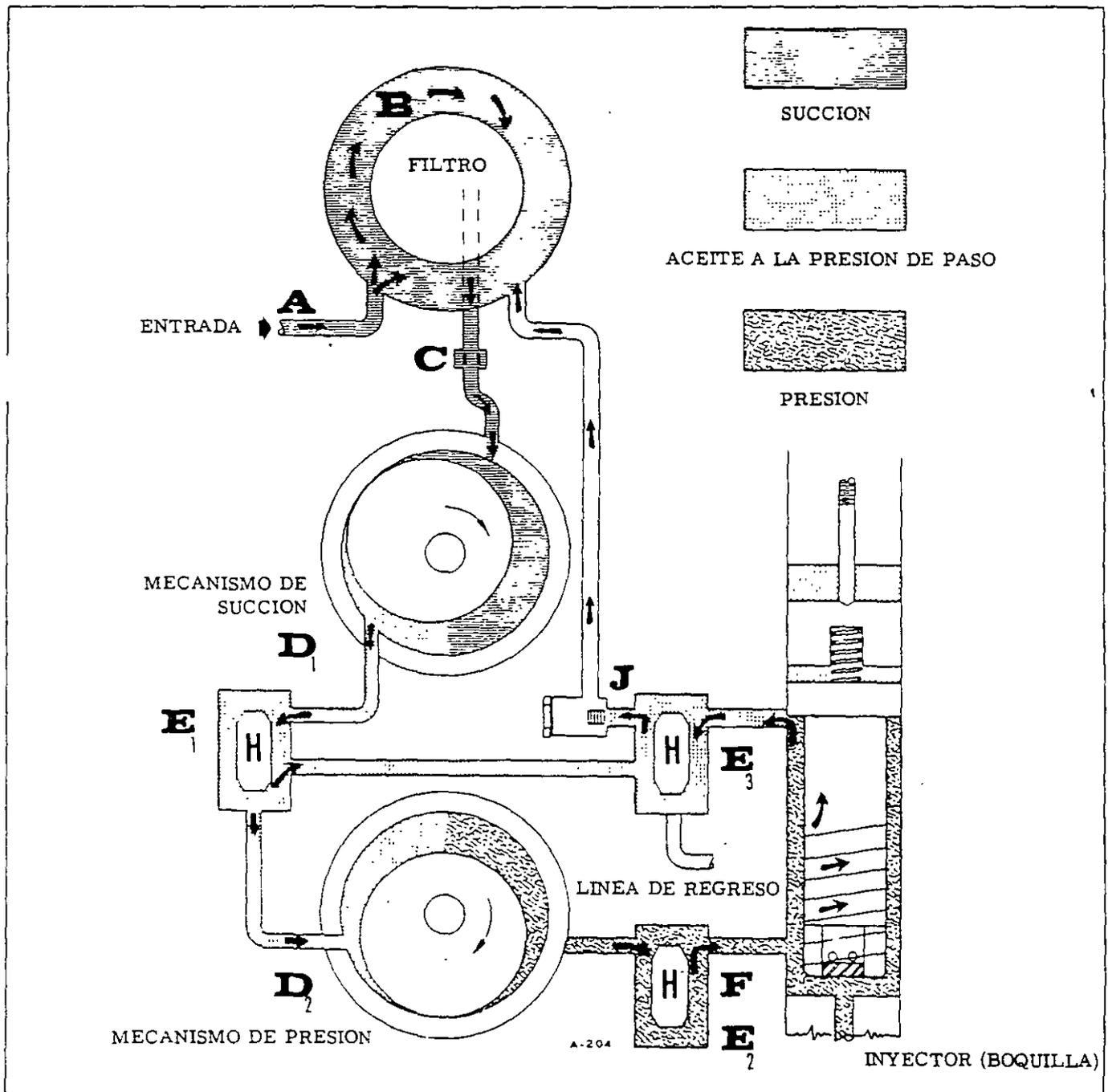
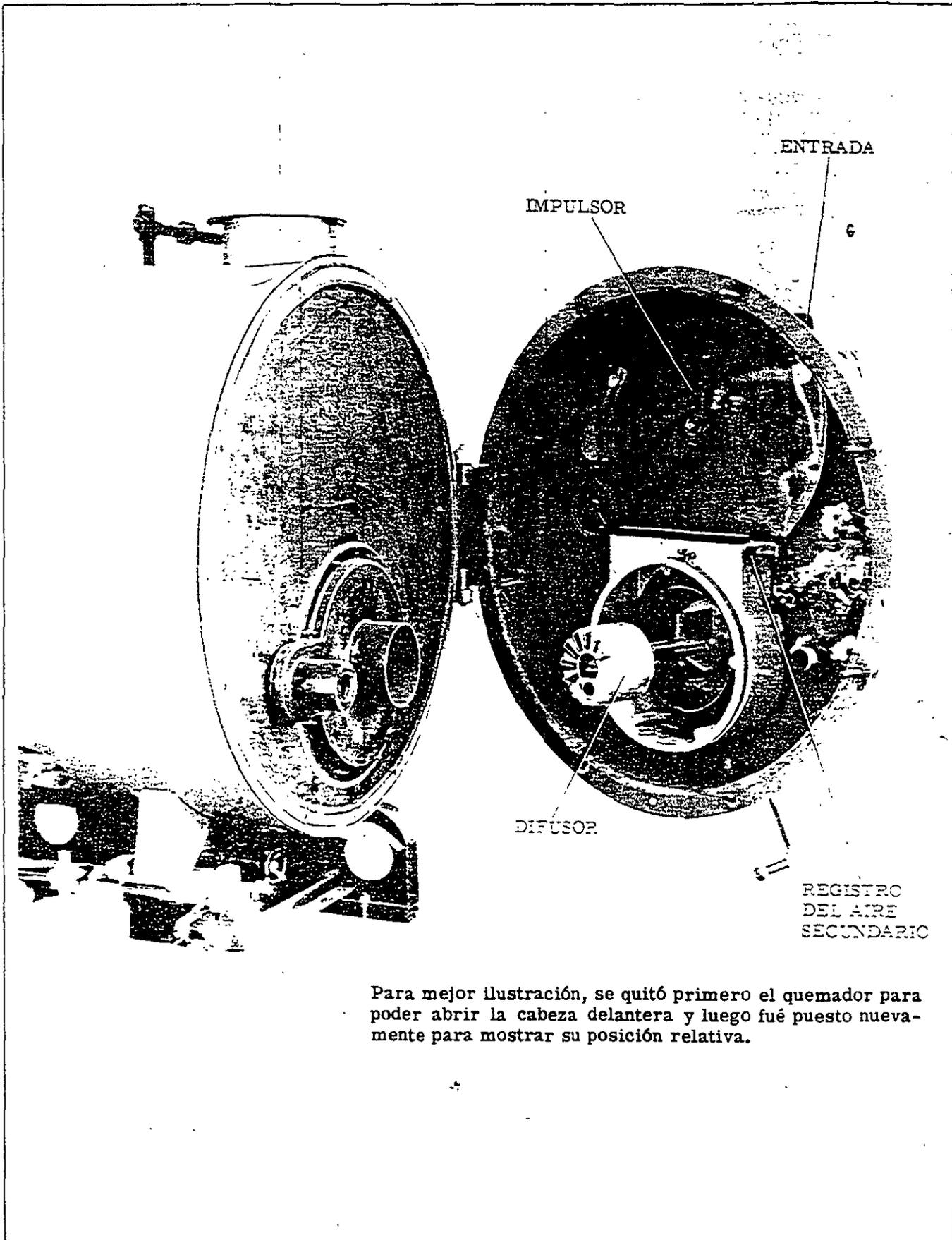


Fig. 3-2b - Detalle de la Conexión de la Bomba



Para mejor ilustración, se quitó primero el quemador para poder abrir la cabeza delantera y luego fué puesto nuevamente para mostrar su posición relativa.

Fig. 3-3a - Detalle del Quemador y del Registro para las Calderas de 50-100 hp

**C. MOTOR DE REGISTRO (188),  
SISTEMA DE VARILLAJE E  
INTERRUPTOR AUXILIAR.**

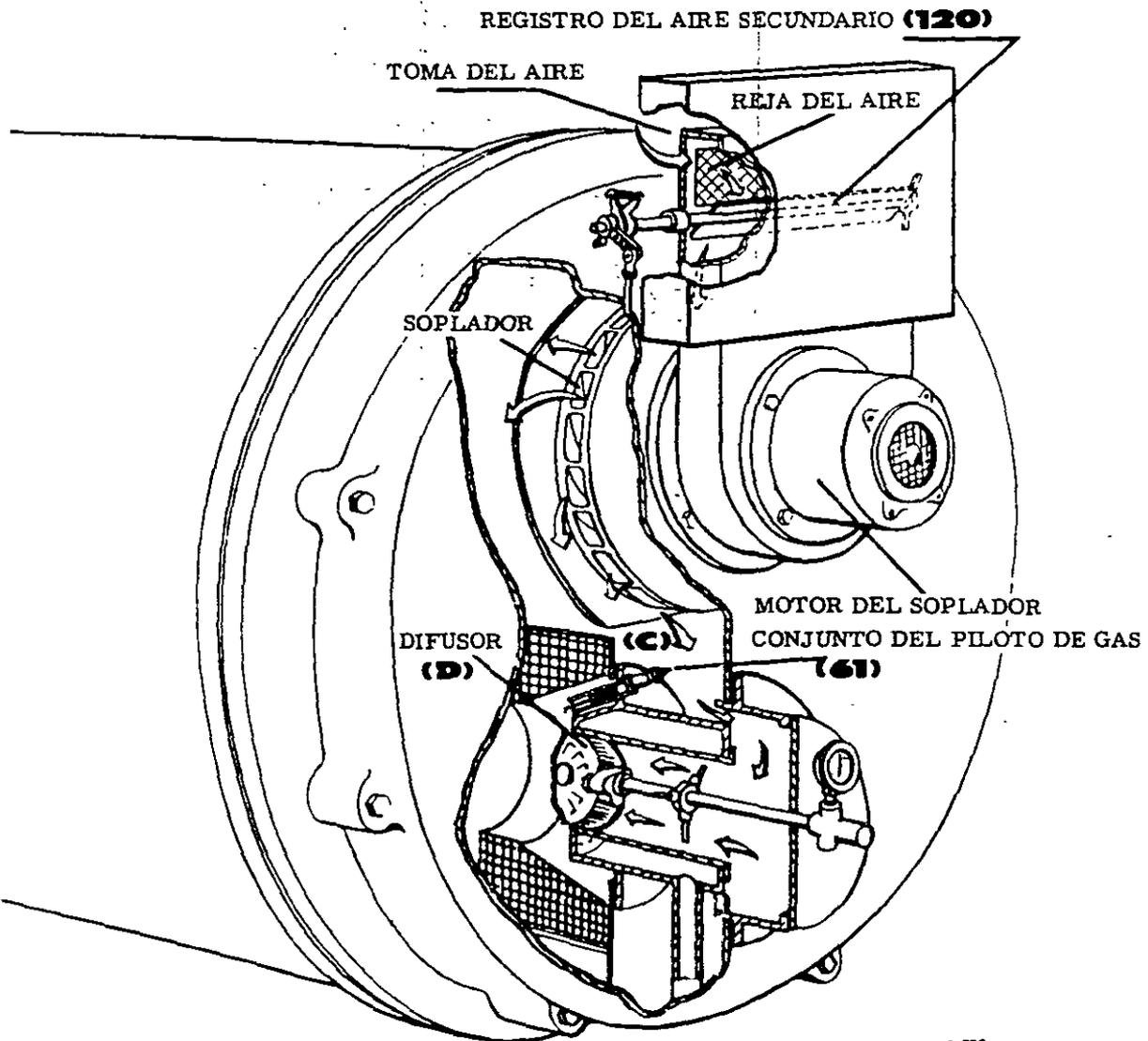
El operador debe comprender perfectamente bien ciertas características de este motor antes de hacer ajustes ya sea en el interruptor auxiliar (29), el cual está unido al árbol del Motor de Registro (188), o en el sistema articulado de varillaje movido por el motor para controlar el Registro de Aire Secundario (120) y las válvulas del combustible.

Los ajustes de los eslabones o de otras cargas accionadas por este tipo de motor no deben ser tales que impidan la rotación completa del brazo del

motor a todo lo largo de su campo de acción angular. Puede resultar un daño irreparable del motor si el varillaje se ajusta en tal forma que no deje que el brazo del motor gire hasta la posición que exija el regulador.

Deben recordarse los siguientes detalles:

1) La unidad de fuerza es un motor capacitor monofásico con resorte de dos posiciones, su velocidad angular de su brazo actuante regulada por un sistema integral de engranajes. El motor tiene en su interior un interruptor que limita el ángulo a través del cual el brazo actuante puede girar hasta un valor definido.



A-208

Fig. 3-3b - Detalle del Registro y el Quemador para la Caldera de 15-40 hp  
(Nota: Aquí la entrada al registro es la salida del Soplador)

## SECCION 2 - DISTRIBUCION DEL COMBUSTIBLE (GAS)

## A. FLUJO DEL GAS

(Consulte el Diagrama Esquemático del Flujo de Combustible, Fig. 3-4)

Esta sección sólo trata del control de combustible (Gas) y del aire necesario para su combustión. No se refiere a los principios básicos de la combustión y conducción del calor. Se describe el sistema sin hacer referencia a la posición de montaje de los controles, válvulas, tuberías o conexiones en la caldera.

La dirección del flujo del gas está indicada por flechas y todos los controles están especificados con los mismos números usados en la foto del conjunto de la caldera.

Todos los gases entran al tren de control por la Conexión Principal de Abastecimiento de Gas (145) y pasan a las Llaves Manuales de Control (101) y (102). El flujo de gas para el abastecimiento del piloto circula de la Llave del Piloto (101) al Regulador de la Presión del Piloto (107) donde se establece la presión de operación del piloto. El flujo de gas para el piloto circula por demanda a través del Solenoide del Piloto (41) y entra en el Conjunto del Piloto (61) donde se le mezcla aire y la ignición de esta mezcla se produce por una chispa eléctrica controlada, que prende el piloto.

El abastecimiento principal de gas, ahora en la Llave (102), circula a través de la Válvula de Diafragma del Gas (430) y la Válvula de Aleta (99) hacia el quemador.

NOTA. La presión del gas debe ser por lo menos de 4 pulgadas de agua a máxima capacidad de flujo para calderas de 25-50 hp. Para calderas de 70 y 80 hp (C.F.) se requiere una presión de 5 y 6 pulgadas de agua respectivamente. Una caldera de 100 hp debe tener una presión de gas de nueve pulgadas de agua.

Al presentarse la demanda de calor, la Válvula de Diafragma del Gas (430), eléctrica, se abre y permite el flujo de gas a través de la Válvula (99) al aro del quemador. El régimen del flujo depende de la posición de la vena en la Válvula de Mariposa (99). El aro tiene varios orificios que regulan el paso del gas que entra a la zona de combustión donde hace contacto con el aire y produce la llama principal.

La Válvula de Mariposa (99) la varía mecánicamente el Motor del Registro (188) exactamente en la misma forma que el Registro de Aire Secundario (120) y así suministra la proporción adecuada de gas y aire de combustión.

Los tornillos de tope de la Válvula de Mariposa limitan el recorrido de esta y por lo tanto limitan también la cantidad de gas usado en el régimen de fogeo bajo y alto.

## B. OPERACION DEL PILOTO DE GAS

Solamente hay llama en el Piloto en el momento necesario para la ignición. (Vea la Secuencia de Operación).

El aire para el Piloto se toma del tubo del quemador a través de unos orificios.

La cantidad de aire que recibe el Piloto de gas está fijada por el diseño y el operador no puede ajustarla independientemente.

El Piloto es vigilado por el escudriñador que produce la condición favorable y permite que los circuitos electrónicos se completen en secuencia ordenada.

Para ajustar el Piloto empiece por atornillar totalmente el tornillo de ajuste del Regulador del Piloto de Gas (107). Voltee luego el tornillo regulador (desatornillando) hasta que obtenga una llama adecuada.

Las dos Válvulas (41) y (43) eléctricas, son reguladas por el Control de Programación (10). Para comprender la relación de tiempo en su funcionamiento, debe estudiarse la secuencia de operación (que se da a continuación) en conjunción con el Diagrama del Flujo, Fig. 3-4.

NOTA: Es importante tener en cuenta que la Válvula de Diafragma del Gas (430), controlada eléctricamente, no puede abrirse a menos que el Interruptor del enlace del Aire-Gas (312) esté cerrado. Cuando se abre la Válvula (430), el número "2" aparece en la ventanilla del control de programación. La presión del aire formada en la cabeza cierra el interruptor eléctrico en este sistema de interconexión (entrelace).

## C. FLUJO DEL AIRE SECUNDARIO

Un soplador centrífugo montado en la cabeza de la caldera suministra el aire secundario. Para obtener una combustión eficiente hay que forzar una determinada cantidad de aire a la cámara de combustión para que se mezcle con el gas.

Todo el aire para la combustión entra al Registro de Aire (120) donde se controla el flujo. En las calderas de 25-50 hp el punto de control está a la entrada de la cabeza. Vea la Fig. 3-3a la cual muestra la posición del registro en calderas más grandes. La rueda del soplador desarrolla la presión del aire. El aire es descargado en la parte superior de la cabeza delantera, la cual sirve de cámara plena. El aire circula a través de una pantalla de compensación y va a la parte inferior de la cabeza delantera y luego entra en el tubo del quemador. El aire pasa del tubo del quemador al difusor el cual lo dirige a la zona de combustión donde se mezcla

uniformemente con el combustible y se produce la combustión.

El régimen de suministro de aire para la combustión puede ser cambiado al acelerar su entrada al soplador lo cual se logra abriendo o cerrando el Registro de Aire Secundario (120) hasta que se obtenga el régimen exacto del flujo que se requiera para una combustión completa. La abertura y el régimen de flujo de aire es controlado por la posición del motor del registro. Este mismo motor controla la Válvula de Aleta del Gas (99) proporcionando así al combustible la necesaria cantidad de aire para una combustión adecuada ya en fogeo bajo o fogeo alto.

#### D. COMBUSTION COMPLETA DEL GAS COMBUSTIBLE

Recuerde que para obtener de su caldera el caballaje de regla (potencia), es necesario medir el gas. El verdadero flujo de gas (régimen de consumo) dependerá de la calidad del gas suministrado por su abastecedor de gas.

Considere la Curva del Análisis del Gas de Tubo basada en datos de prueba de una caldera de fogeo a gas. El porcentaje de bióxido de carbón ( $CO_2$ ) en el gas de tubo, indicado por un APARATO ORSAT está dibujado contra el % de oxígeno ( $O_2$ ) encontrado en el gas de tubo.

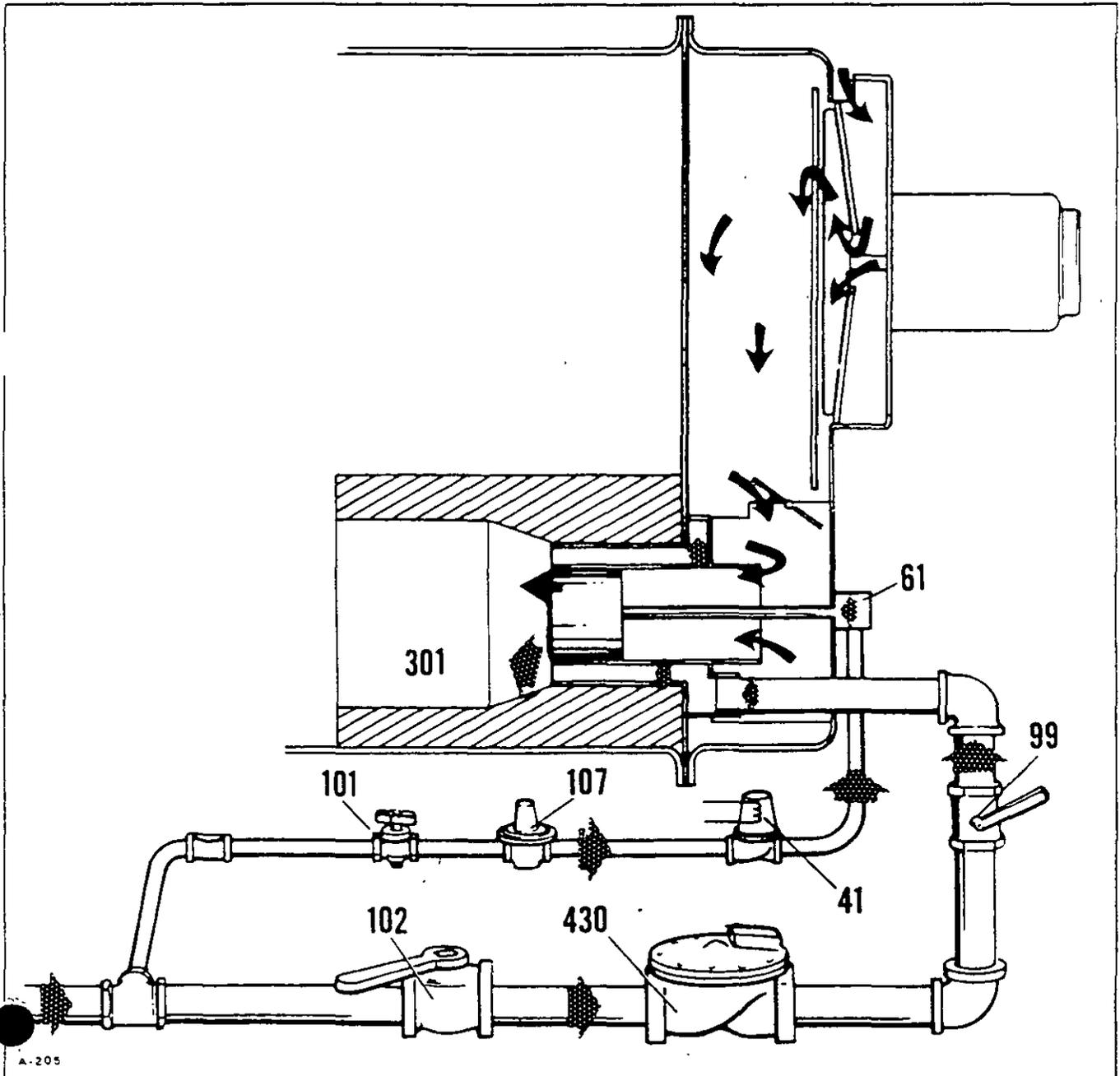


Fig. 3-4 - Diagrama Esquemático del Flujo del Gas

En primer lugar observe que el porcentaje de  $\text{CO}_2$  en el gas de tubo es más alto cuando la combustión se está efectuando justamente con la correcta cantidad de aire para quemar completamente el combustible. En ese caso el porcentaje de exceso de aire es cero. Esto ocurre en los puntos "M" de la curva. Con cualquiera otra proporción entre aire y combustible, se obtendrá menos  $\text{CO}_2$ ; es decir, operando con el máximo  $\text{CO}_2$  (cero por ciento de exceso de aire) ya sea un aumento o una disminución del aire para combustión disminuye el porcentaje de  $\text{CO}_2$ . Cuando se está operando en puntos a la derecha de "M" hay una deficiencia de aire para combustión, la cual se hace evidente por la presencia de CO (monóxido de carbón) en los gases de tubo.

Como la presencia de CO en el gas de tubo representa un desperdicio de combustible (combustión incompleta), el quemador debe operarse en la porción de la curva a la izquierda de "M". El procedimiento de operación indica cómo juzgar esta posición. Como ejemplo adicional, suponga que se lee un porcentaje de  $\text{CO}_2$  del nueve por ciento; esto puede corresponder al punto "D" o "E". Ahora,

suponga que el consumo de gas ha aumentado ligeramente (sin cambiar la cantidad de aire tomado) y la cantidad de  $\text{CO}_2$  ha subido al diez por cien' entonces el punto de operación necesariamente tie que estar en "F" puesto que el porcentaje de  $\text{O}_2$  (o sea exceso de aire) debe haberse reducido.

Debe tenerse un cuidado especial al hacer ajustes en la graduación para una combustión apropiada.

Es posible que la lectura del  $\text{CO}_2$  marque entre 9,5 y 11 por ciento y que sin embargo haya un fuego con demasiado gas (aire insuficiente).

Por esta razón un APARATO ORSAT, capaz de detectar no solamente el  $\text{CO}_2$  sino también  $\text{O}_2$  (oxígeno) y CO (monóxido de carbón) debe usarse siempre para hacer los ajustes finales en los equipos a gas.

El análisis de gas de tubo debe indicar  $\text{O}_2$ . La falta de  $\text{O}_2$  con los porcentajes de  $\text{CO}_2$  citados anteriormente, indica que está saliendo por la chimenea combustible sin quemar.

#### REQUISITOS DE LA PRESIÓN Y EL FLUJO - CALDERAS MODELO CBH

CAPACIDAD ASIGNADA en caballos de fuerza	CONSUMO SEGUN CABALLAJE (en pies <sup>3</sup> por hora, Gas de 980 Btu*)	PRESIÓN REQUERIDA en quemador y para piloto en pulgadas de agua	DIAMETRO (TUBOS) en la conexión del quemador
25	1065	4	2"
30	1280	4	2"
40	1710	4	2"
50	2200	4	2"
60	2600	4	2"
70	3000	5	2"
80	3400	5	2"
100	4400	6	2"

\*Tomado arbitrariamente como norma en esta tabla.

Donde el Btu del gas que se usa no es 980, la cantidad requerida en pies cúbicos por hora puede obtenerse de los valores dados arriba en proporción inversa.

Ejemplo:

Cuántos pies cúbicos por hora de gas de 800 Btu se necesitan para operar una caldera de 20 hp Serie CBH 700, al régimen asignado.

Solución:

$$\frac{(980)}{800} \times 875 = 1076 \text{ pies}^3 \text{ por hora (Se requiere una presión ligeramente más alta).}$$

Advertencia.

La caldera nunca debe forzarse a operar continuamente a mayor capacidad que la asignada.

SECCION 3 - SECUENCIAS ELECTRICAS

A. GENERAL PARA TODAS LAS CALDERAS DE LA SERIE CBH

(Todos los terminales numerados se refieren a números en el control de programación. Vea el diagrama del alambrado)

El ciclo normal de arranque empieza cuando se han llenado las condiciones de límite; es decir, la demanda de la carga no ha sido satisfecha y los interruptores del límite de control están cerrados, el Terminal 3 del Control de Programación (10) recibe energía y comienza la secuencia. El motor cronométrico (parte integral del control de programación) recibe energía. Este motor actúa los contactos que hacen los circuitos necesarios para la secuencia de varios controles externos. Un cuadrante numerado acoplado al motor cronómetro da una indicación visual de las etapas cumplidas en la programación.

B. EL PERIODO DE PURGA INICIAL

Al principio del ciclo de programación (el indicador de tiempo está en la posición "0" es decir, cero aparece en la ventanilla) el Arranque del Motor del (2) recibe energía del Terminal 8 y arranca el purgador (7) el que da una purga de aire por un periodo de 25 segundos. Cuando este periodo ha terminado, el indicador está en la posición "1". Durante este periodo el sistema de registro, que se usa para el regimen de fogueo, se mantiene en su posición de fogueo bajo (vea los números (188), (32), (20), (55) y (29) en el diagrama del alambrado.

C. UNIDADES DE FOGUEO A GAS

(Serie CBH 700)  
(Ignición de chispa interrumpida)

Cuando el indicador del cronómetro está en la posición "1" el Transformador de Ignición (31) y la Válvula Solenoide del Piloto (41) reciben energía del Terminal 5. Con la presencia de aire, chispa de ignición y gas, se establece la llama en el piloto. El periodo de prueba para la ignición del piloto (el tiempo que gasta el escudriñador en sentir la llama) es de siete segundos; esto es, el tiempo mientras el indicador se mueve de la posición "1" a la posición "2". La Válvula del Gas Principal (43) recibe entonces energía del Terminal 7 y así se establece la llama principal. Durante los 13 segundos siguientes la unidad trabaja a fogueo bajo y el piloto permanece prendido. Estos 13 segundos es el periodo de prueba de la ignición del quemador (llama principal). Al terminar este periodo el indicador está en "dot" (●) (punto) y vuelven a quedar sin energía el Terminal 5, el Transformador de Ignición (31), la Válvula del Piloto de Gas (41) y el motor cronométrico.

El sistema de registro puede ahora recibir energía del Terminal 9. Este sistema consta de un Motor de Registro (188) que mueve la Válvula de Aleta del Gas (99) y del Registro del Aire (120) para dar regimenes apropiados de fogueo.

D. UNIDADES DE FOGUEO A ACEITE

(Serie CBH 100)  
(Ignición de chispa interrumpida)

Cuando el indicador está en la posición "1" el Transformador de Ignición (31) recibe energía del Terminal 5 y la Válvula Solenoide de Fogueo Bajo (38) recibe energía del Terminal 6. Con la presencia de aire, chispa de ignición y aceite, se establece la llama. El periodo de prueba para la ignición es de 7 segundos (hasta que el indicador cronométrico esté en la posición "2"), entonces recibe energía el Terminal 7. La unidad continuará trabajando en fogueo bajo durante los 13 segundos siguientes (hasta que el indicador cronométrico esté en la posición "dot" (●)). En este momento vuelven a quedar sin energía los Terminales 5 y 6, el Transformador de Ignición y el Motor Cronométrico. La válvula del combustible continúa recibiendo energía del Terminal 7.

El sistema de registro puede recibir ahora energía del Terminal 9. Este sistema se compone de un motor de registro que mueve un registro de aire y el interruptor (o interruptores) auxiliar por medio de un sistema de varillaje y levas. Cuando mueven el Interruptor Auxiliar (29) se pone en circuito la Válvula de Aceite de Fogueo Alto (39) (389) magnetizada por el Terminal 9 para producir el régimen apropiado de fogueo.

E. UNIDADES COMBINADAS DE FOGUEO A GAS O A ACEITE

(CBH series 200)  
(Ignición gas-eléctrica interrumpida)

Cuando el indicador está en la posición "1" el Transformador de Ignición (31) y el Solenoide de Gas del Piloto (41) reciben energía del Terminal 5. Con la presencia de aire, chispa de ignición y gas de piloto, se establece la llama de ignición. El periodo de prueba para la ignición del piloto es de 7 segundos; al terminarse tal periodo el indicador está en la posición "2".

Estando el Selector Gas-Aceite (24) en la posición Gas, la Válvula del Gas Principal (43) recibe energía del Terminal 7 y se establece la llama principal. Por 13 segundos más la unidad trabaja en fogueo bajo y sigue la llama del piloto. Este es el periodo de prueba de la ignición del quemador (llama principal). Al terminarse este periodo el indicador está en la posición "punto" (●), y vuelven a quedar sin energía el Terminal 5, el Transformador de Ignición,

la Válvula Solenoide del Gas del Piloto y el Motor cronométrico.

Estando el Selector Gas-Aceite (24) en la posición Aceite, la Válvula Solenoide del Aceite de Fuego Bajo (38) recibe energía del Terminal 7 estableciéndose así la llama principal. Por 13 segundos más la unidad funciona en fogueo bajo y sigue la llama del piloto. Ese es el período de prueba para la ignición del quemador. Al terminarse este período (el indicador cronométrico está en la posición "punto" (●)) vuelven a quedar sin energía el Terminal 5, el Transformador de Ignición, la Válvula Solenoide del Gas del Piloto y el Motor Cronométrico.

El sistema de registro puede recibir ahora energía del Terminal 9. Este sistema consta de un motor de registro que mueve un registro de aire y un interruptor o interruptores auxiliares, por medio de un sistema de varillaje y levas.

Cuando se mueven los interruptores auxiliares se forma un circuito a las válvulas de Aceite de Fuego Alto (39) y (389) las cuales reciben energía del Terminal 9 para suministrar regímenes adecuados de fogueo.

#### F. EL CICLO DE PARADA

(Para todas las calderas CBH)

Si durante el fogueo normal, la demanda de carga se satisface, se abren los interruptores de control de límite y se desmagnetiza el Terminal 3. El motor cronométrico recibe energía al tiempo que los Terminales 7 y 9, las válvulas de combustible y el sistema de registro quedan sin energía. Esto devuelve (o mantiene) el registro en la posición de fogueo bajo. Durante los 15 segundos siguientes (hasta que el indicador cronométrico esté en la posición "0") el motor del soplador continuará suministrando aire de purga. Entonces quedan sin energía el Terminal 8, el Arranque del Soplador (2), el Motor del Soplador (7) y el Motor Cronométrico.

Si no se satisface de nuevo la demanda de carga y los interruptores del control de límite están cerrados, la unidad volverá a empezar su ciclo normal de arranque.

#### G. PROTECCIÓN CONTRA FALLA DE LA LLAMA

(Para todas las unidades CBH)

Si la ignición de llama no se produce en 32 segundos (hasta que el indicador cronométrico esté en la posición "2"), los Terminales 5 y 6 quedan sin energía. La válvula de combustible principal no recibirá energía y el Botón de Restablecimiento (10A) del control de programación (10) salta dando energía del Terminal 10 al circuito de alarma por falla de llama. El motor del soplador continuará funcionando hasta que el motor cronométrico quede sin energía (el indicador cronométrico estará en "0"). El Botón de Restablecimiento (10A) debe ser colocado en posición nuevamente a mano antes de que pueda reanudarse la operación.

Si se establece la llama de ignición, pero no la principal, los Terminales 5, 6 y 7 quedan sin energía a los 45 segundos (cuando el indicador cronométrico esté en la posición "punto" (●)). El Terminal 9 no recibirá energía (el sistema de registro continuará en la posición de fogueo bajo) y el Botón de Restablecimiento (10A) saltará dando energía del Terminal 10 al Circuito de Alarma de Falla de Llama. El motor del Soplador continuará operando hasta que el motor cronométrico quede sin energía (el indicador cronométrico estará en la posición "0"). El Botón de Restablecimiento (10A) debe colocarse a mano nuevamente en posición antes de que pueda reanudarse la operación.

Si la llama falla durante el período normal de fogueo, los Terminales 7 y 9 quedan sin energía. El Botón de Restablecimiento saltará dando energía del Terminal 10 al circuito de alarma de falla de llama. El motor del soplador continuará funcionando hasta que el motor cronométrico quede sin energía, lo cual sucede aproximadamente 70 segundos después de que se ha presentado la falla de la llama (el indicador cronométrico estará en la posición "0"). El Botón de Restablecimiento debe volverse a colocar en posición manualmente antes de que pueda reanudarse la operación.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA 283**

**MANTENIMIENTO A CALDERAS**

TEMA:

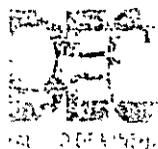
**CAPITULO IV**

**SERVICIO Y MANTENIMIENTO**

COORDINADOR: ING. ORLANDO RAFAEL RÍVERA  
MENDOZA

**DEL 25 AL 29 DE OCTUBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



UNAM  
2004

**Programa 2004**

# Capítulo IV

## SERVICIO Y MANTENIMIENTO

### A. MANTENIMIENTO GENERAL

El operador siempre debe buscar si hay escapes en las conexiones del vapor, agua o combustible y repararlas inmediatamente las vea.

Periodicamente debe inspeccionar los tornillos de ajuste, contratueras, tornillos de tope, empaquetaduras de las válvulas, etc., y apretarlas cuando sea necesario.

### B. TRATAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACION

El tratamiento del agua de alimentación varía considerablemente y depende de la presión a la cual está operando la caldera, la fuente del agua sin tratar, etc. Nosotros recomendamos insistentemente que se trate el agua de alimentación, porque este es un medio de prolongar la vida de la caldera. Debe consultarse con un técnico local competente en tratamiento de agua o una compañía y seguir estrictamente sus recomendaciones.

**LIMPIEZA DE LA TUBERIA** - Todas las calderas nuevas, así como sus sistemas de tubería de agua y vapor contienen grasa, aceite y materias extrañas. Estas impurezas deben eliminarse para evitar daños en las superficies de calentamiento de la caldera.

En los sistemas de vapor, debe eliminarse la condensación por varios días o hasta que las pruebas demuestren que las impurezas han desaparecido.

En los sistemas de agua caliente, generalmente es necesario efectuar un lavado químico y debe drenarse todo el sistema después del tratamiento. Consulte las compañías de tratamiento de agua para conocer sus recomendaciones sobre compuestos químicos y procedimientos de aplicación.

### C. LAVADO DE LA CALDERA

A más tardar tres meses después de empezar el servicio y de ahí en adelante, según las condiciones existentes, debe desocuparse la caldera, remover las cubiertas y lavarse el interior con una manguera de alta presión. Deben inspeccionarse los tubos y planchas al mismo tiempo para ver si hay sedimentos o picaduras. La efectividad del tratamiento del agua de alimentación y el porcentaje de agua fresca requerido, determinarán la frecuencia con que debe lavarse la caldera. El servicio del técnico en tratamiento de agua debe incluir inspecciones periódicas y nuevos análisis del agua.

### D. LIMPIEZA DE LOS TUBOS DE HUMO

Inspecciónese el lado de fogeo de los tubos cuando la caldera sea lavada por primera vez. Si hay hollín en los tubos, límpielos. La precisión en los ajustes del quemador determinará la frecuencia con que los tubos deberán ser limpiados. Un fuego humeante, naturalmente hace necesaria una mayor frecuencia en la limpieza de los tubos. Si el fuego es humeante, consulte el Capítulo II, Sección 1, "Ajuste del Aire Secundario".

Para limpiar los tubos, abra las puertas del frente y de atrás. Los tubos pueden cepillarse desde cualquiera de sus extremos. Debe removerse todo el hollín y otras acumulaciones. Para facilitar las futuras inspecciones, cubra las empaquetaduras de la tapa con grafito y aceite antes de cerrar las puertas.

### E. EMPAQUETADURAS Y GUARNICIONES

Inspeccione semanalmente las empaquetaduras de la bomba de alimentación y apriételas si hay excesivo goteo. Esta operación debe ser hecha cuando el motor esta funcionando, y apriete las tuercas de empaque apenas lo necesario para evitar que haya excesivo goteo. Es conveniente la salida de unas pocas gotas por minuto puesto que ayudan a mantener húmedas las empaquetaduras y evitan que se raye el eje de la bomba.

De vez en cuando remueva las tuercas de empaque e inspeccione las empaquetaduras. Cambie las secas por empaquetaduras semimetálicas o de asbestos de buena calidad con grafito.

### F. LUBRICACION

**MOTOR DEL QUEMADOR (7)** - El sistema de lubricación de los motores de los quemadores varía según el fabricante. La mayoría de los motores tienen en el frente por dónde hacerles una lubricación externa y un cojinete sellado o protegido en la extensión del eje. Los cojinetes pre-lubricados cerrados, como se empaquetan en la fábrica, no necesitan lubricación adicional por tres años. Puede aprovecharse una de las paradas periódicas de la caldera para lubricar este cojinete.

Para aplicar lubricante adicional, remueva la tapa del extremo del motor y la cubierta de los dos lados de los cojinetes; quite completamente toda la grasa vieja y vuelva a llenar la cavidad con lubricante fresco. Vuelva a colocar cuidadosamente las cubiertas de los cojinetes. Use uno de los lubricantes recomendados más adelante.

Cuando hay facilidades para la lubricación externa de los cojinetes, proceda en la siguiente forma:

- 1) Quite el tapón de drenaje.
- 2) Quite el filtro del tapón y reemplázelo con una graseira ZERK.
- 3) Agregue grasa con una graseira de presión.
- 4) Vuelva a colocar el filtro y el tapón de drenaje.

Si no hay facilidades externas para agregar grasa a los cojinetes del frente, es porque estos también son del tipo pre-lubricado sellado y por lo tanto deben tratarse en la misma forma que los cojinetes traseros.

LUBRICANTES RECOMENDADOS - Todos los cojinetes necesitan un tipo especial de lubricante. No

debe usarse cualquier tipo de grasa gruesa. Una grasa aceptable para el servicio normal y para una temperatura de los cojinetes entre 20 y 200 grados F, debe ser igual o similar a uno de los tipos siguientes, los cuales se dan solamente como guía:

FABRICANTE	TIPO
Texas Co.	Regal Starfak No. 2
Standard Oil Co.	Stanobar No. 2
Shell Oil Co.	Retinax A
Esso Standard Oil Co.	Lubricante Andok B
Socony Mobile Oil Co.	BRB No. 1
Sinclair Refining Co.	Durolube Grado 2

Para condiciones anormales, incluyendo alta temperatura, baja temperatura, aplicaciones de alta velocidad, condiciones de humedad o polvo, etc., quizás se necesiten tipos especiales de lubricantes. Para información, consulte a su abastecedor de lubricantes.

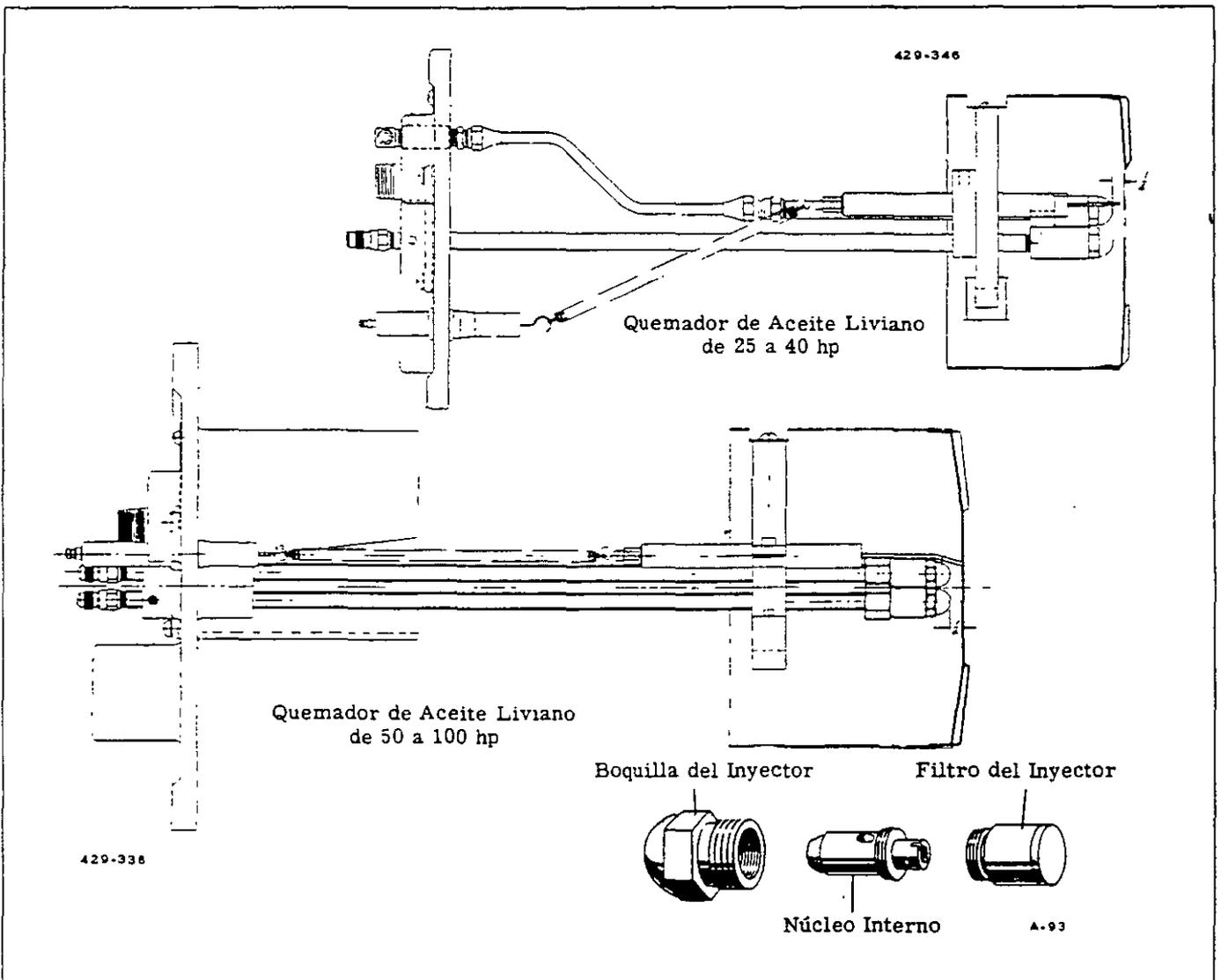


Fig. 4-1 - Detalle de la Gaveta del Quemador y del Inyector

## G. MANTENIMIENTO DEL AISLAMIENTO REFRACTARIO

Todas las calderas modelo CBH se embarcan con el refractario completo. El mantenimiento normal demanda poco tiempo y dinero y prolonga la vida del refractario.

Para renovar el aislamiento del tubo principal de humo, el cual consta de ladrillos especiales; abra primero la puerta delantera y la interior y saque el horno seco atornillado al frente del tubo de humo.

Una capa de cemento FIREFRAX No. 1 diluido en agua y que tenga una consistencia como la de la crema, aplicada de vez en cuando prolongará la vida de los refractarios y del ladrillo del horno delantero. La frecuencia con que debe darse recubrimiento varía según la intensidad de trabajo de la caldera y el operador puede determinarla mejor cuando abre las tapas para la limpieza de los tubos. El cemento FIREFRAX No. 1 viene listo y seca con el aire.

Para cuidar los aislamientos, cubra todas las juntas o grietas con cemento FIREFRAX No. 1, aplicándolo con una paleta o con los dedos. Esto debe hacerse inmediatamente haya rajaduras. Los pedazos de aislamiento que se vean quemados o rotos deben ser reemplazados con material de la misma clase.

Los ladrillos rotos o quemados y pedazos de aislamiento deben sacarse en el momento en que se vean, para evitar que se fundan en el fondo del horno y del aislamiento y obstruyan la llama. Si se ve que el refractario está quebrado o rajado y totalmente deteriorado, hay que cambiarlo (Ver Fig. 4-2).

Al colocar piezas de aislamiento en el tubo de humo principal, es necesario dejar una separación como de 1/4 de pulgada entre el aislamiento y el tubo que está encima. Eso permitirá la expansión durante el funcionamiento de la caldera. Si el encaje es muy flojo, ponga una capa de cemento FIREFRAX No. 1 debajo de los segmentos de abajo para rellena la excesiva separación. Si las piezas de aislamiento encajan demasiado apretadas y es necesario cortarlas, hágalo con un cincel afilado.

La puerta interior del frente está revestida con dos pulgadas de una MEZCLA DE V-BLOCK; debe durar indefinidamente, pero si es necesario reemplazarla, haga la renovación de las secciones deterioradas en forma similar a la que se explica para las reparaciones en la cabeza trasera.

**MANTENIMIENTO DEL REFRACTARIO - CABEZA TRASERA** - El procedimiento que aquí se cita es solamente para reparaciones menores en el refractario de la cabeza trasera. Si llegare a ser necesario cambiar completamente el refractario, debe consultarse el Departamento de Servicio de la Cleaver-Brooks en cuanto al procedimiento y a los materiales que deben usarse.

**COMO ABRIR LA CABEZA TRASERA** - Después de quitar los pernos, ábrala teniendo cuidado que el

tabique de cerámica no golpee contra el reborde de la caldera.

La mitad inferior del refractario de la cabeza trasera es de un producto de concreto refractario moldeable, FURNAS-CRETE o su equivalente. Agréguele solamente el agua necesaria para que se pueda esparcir fácilmente con una paleta (un molde es conveniente pero no necesario). Este material debe tener buena ventilación para que no se quiebre mientras se seca.

Un refractario tipo plástico como el SUPER HY-BOND o equivalente, puede resultar más fácil de emplear en la localidad. Puede moldearse con una maceta para que forma un revestimiento monolítico de gran fuerza y no necesita molde. (Vea la Fig. 4-3.) Vea revestimiento DURO-BLOCK.

Si se va a reemplazar el tabique de cerámica, use cerámica LACLEDE THINITE (viene en baldosas de cinco pulgadas de ancho y de un largo adecuado). Al instalarla, debe tenerse cuidado que el borde descéntrado quede a nivel con el frente de la puerta.

La cerámica se sostiene con una platina de acero que la agarra por el borde delantero. La platina o barra lleva por detrás un pedazo de asbesto prensado. Deben cementarse todas las juntas.

Los tornillos que pasan por unos ángulos soldados a la cabeza deben apretarse bien para sostener las baldosas en su puesto.

**SUPERFICIES DE CONTACTO** - Limpie la superficie del reborde de la puerta trasera con un cepillo metálico o raspador y limpie la superficie del refractario con un cepillo. Revise el refractario de la puerta; haga las reparaciones necesarias.

Limpie las superficies de contacto del tabique de cerámica; limpie también la superficie de contacto de la cubierta de la caldera, y quite todo el material sellante ya seco.

**INDICACIONES DE QUE EL REFRACTARIO NECESITA REPARACIÓN** - Si la puerta trasera aún tiene la pintura original, la condición de la pintura puede dar indicaciones de si existen daños en el refractario. Las áreas recalentadas tienden a cambiar el color original de la pintura de gris a blanco o castaño. Esto se notará especialmente en la región de la ventanilla de observación y en el centro de la cabeza en el reborde cerca de los tornillos. El retenedor del vidrio de la ventanilla de observación debe estar ajustado a prueba de escapes y esto debe revisarse frecuentemente.

## H. MANTENIMIENTO DEL QUEMADOR

1) **INYECTOR DEL QUEMADOR** - El inyector del quemador consta de boquilla, núcleo interno, filtro y cuerpo de bronce, como se ve en la Fig. 4-1. El buen funcionamiento del quemador depende de lo limpio que se mantenga el orificio de la boquilla. Las boquillas del inyector suministradas con las calderas CBH producen un rocío (spray) muy fino a

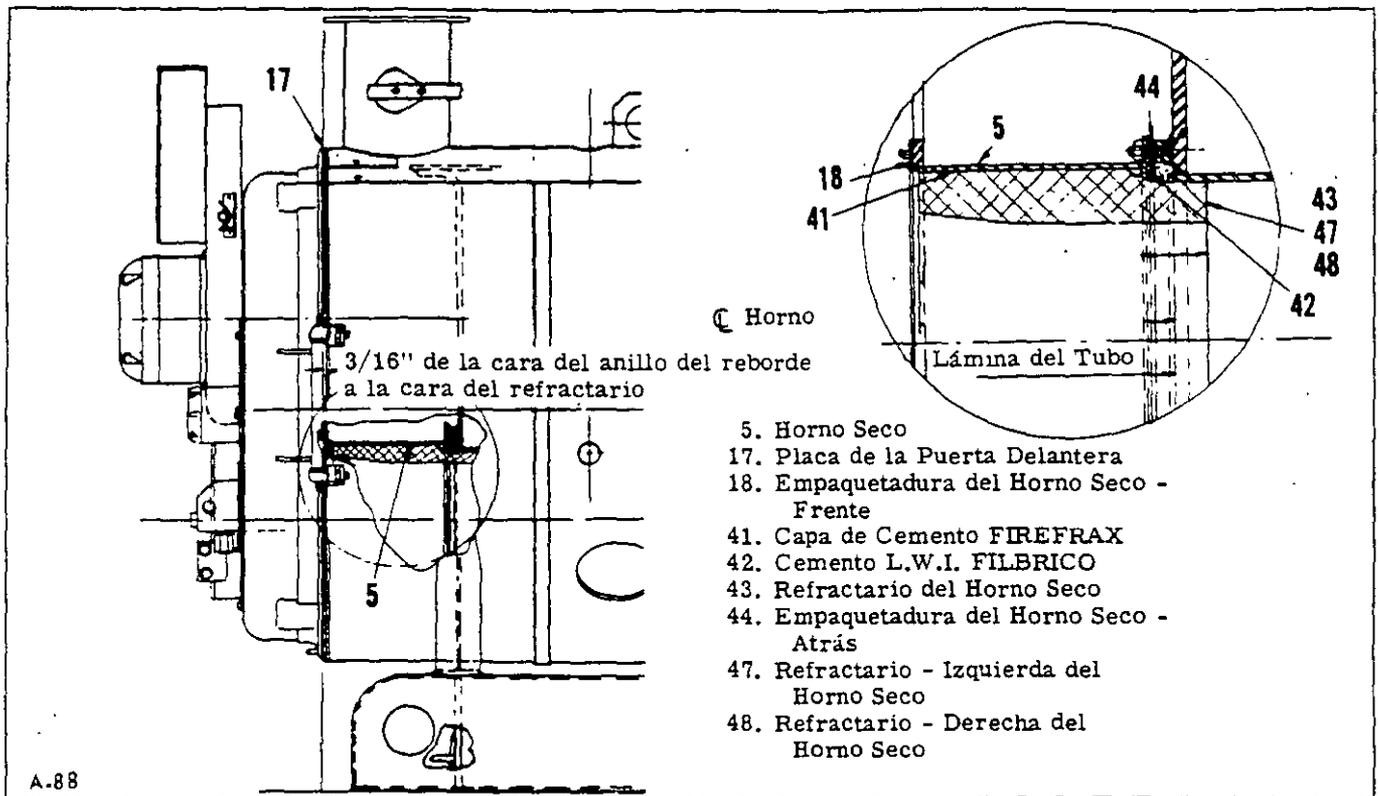


Fig. 4-2 - Detalle del Conjunto del Horno Seco

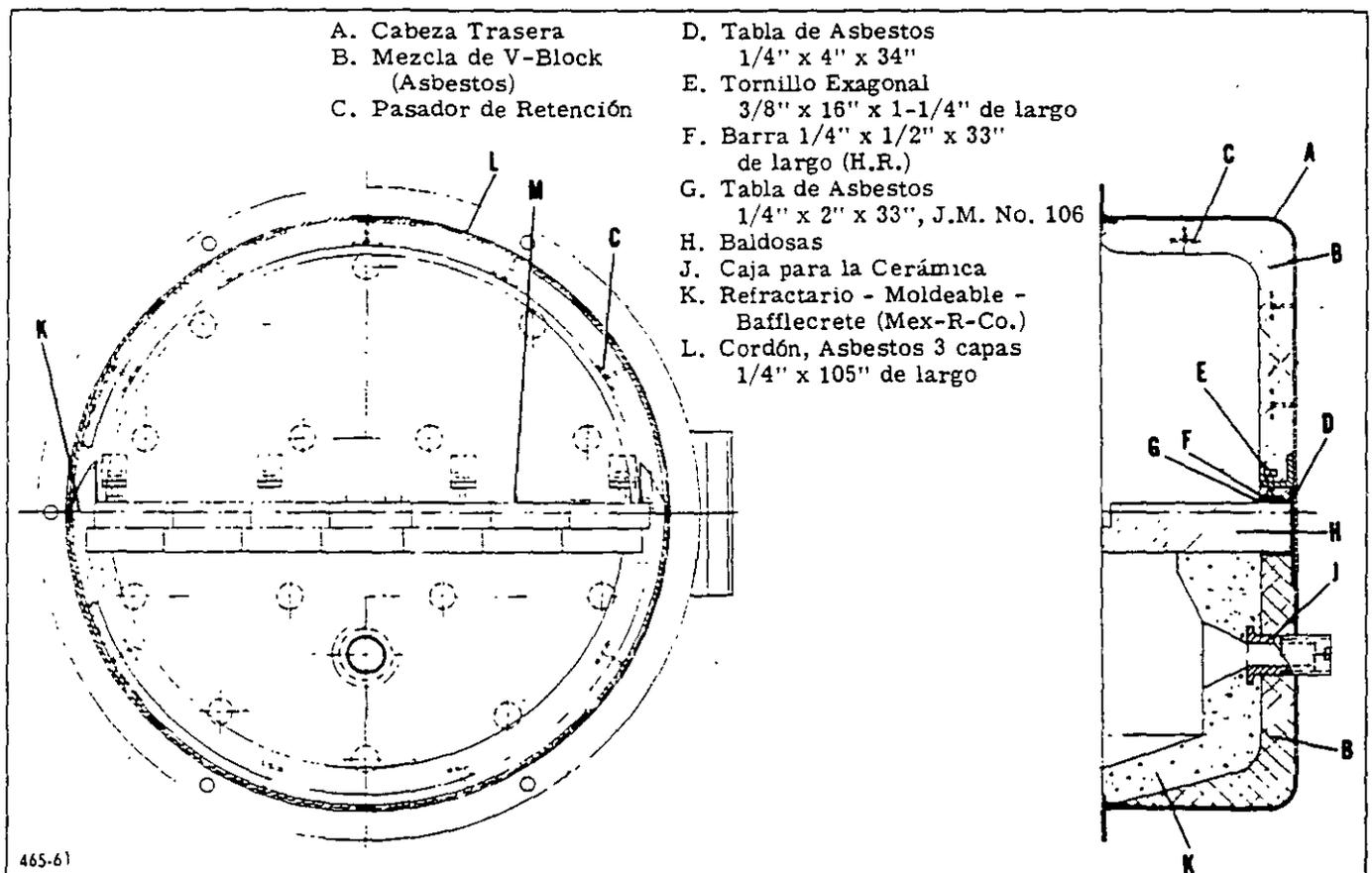


Fig. 4-3 - Detalle del Refractario de la Cabeza Trasera

un ángulo tal que asegura una mezcla adecuada con la corriente de aire. Si en algún momento la llama del quemador se pone DEBIL O DEFORMADA puede ser que el resorte de la boquilla no está en su puesto o que el inyector está obstruido. Periódicamente debe quitarse la boquilla y limpiarla para evitar un funcionamiento defectuoso. Para quitar la boquilla, desenróscuela del cuerpo del inyector, teniendo cuidado de no torcer el tubo. Para separar la boquilla del cuerpo del inyector, use dos llaves de boca fija, una colocada en la boquilla y la otra en el cuerpo del inyector.

Cuidadosamente limpie todas las piezas en un disolvente (use disolvente de laca para el orificio). Nunca use alambre o herramientas metálicas puntudas porque pueden destruir el orificio y dejar el inyector inservible. Más bien use un pedazo puntudo de madera blanda.

**ADVERTENCIA:** Cuando quite los inyectores tenga cuidado de no cambiarlos porque son de distinto calibre; uno para fogueo alto y el otro para fogueo bajo. Dando frente a la caldera, el inyector de fogueo bajo queda hacia el lado izquierdo y el de fogueo alto a la derecha.

2) **ELECTRODOS** - Aunque el ajuste de los electrodos en relación con la boquilla del inyector no es crítica, es importante, sin embargo, que se fije correctamente el espacio entre los electrodos así como su altura y distancia en frente del inyector del quemador. La Fig. 4-4 muestra en detalle la colocación correcta. La separación entre los electrodos debe ser aproximadamente de 3/16", 1/4" delante del inyector y 3/8" sobre el inyector, como se indica. Si estos ajustes se hacen con cuidado puede garantizarse una buena ignición.

3)  **AISLADORES** - Cuando se estén limpiando los inyectores, debe aprovecharse para limpiar los aisladores que sirven para conducir sin peligro la corriente de alto voltaje para la ignición a través de la tapa del frente de la caldera. Use un paño limpio humedecido en amoníaco para limpiar cualquier hollín o materias extrañas que pueda haber en los aisladores y al mismo tiempo revise que no tengan roturas o grietas. Si los aisladores están rotos o agrietados deben reemplazarse inmediatamente.

**J. MANTENIMIENTO DEL CONTROL ELECTRICO**

1) **ARRANQUES DE MOTOR** - Los arranques del motor no necesitan más mantenimiento que la aplicación, de vez en cuando, de una manguera con aire comprimido. El polvo y la mugre pueden producir excesivo calentamiento y desgaste de los contactos. Cuando hay demasiado polvo, la limpieza de los arranques debe hacerse más frecuentemente.

Los contactos de los arranques son de plata y no se dañan por descolorización o ligeras picaduras. **NO LIME LOS CONTACTOS** porque así se reduce la superficie de contacto. Solamente hay que reemplazarlos cuando la plata se ha desgastado demasiado.

Los relays térmicos son de un tipo de aleación fundente, y cuando saltan es necesario dar tiempo para que la aleación vuelva a solidificarse antes de ser colocados nuevamente en posición. Para hacer saltar el relay manualmente, empuje hacia arriba la palanca que se encuentra debajo del botón de restablecimiento; eso hace desenganchar el pequeño trinquete. La aldabita de resorte que engancha el trinquete se suelta y los contactos del relay se abren de golpe. Estos contactos abren un circuito de bobina magnética separando en esta forma los contactos y desconectando el motor.

Si los relays saltan repetidamente, estando normal la corriente del motor, ponga nuevos elementos térmicos.

2) **RELAY DE PROGRAMA (10)** - El control de programación (secuencia) FIREYE no necesita mantenimiento en la localidad, excepto limpiarlo ocasionalmente con una manguera de aire comprimido para quitarle el polvo. **NUNCA LIME LOS CONTACTOS**. Si los contactos están sucios u oxidados, límpielos con un pedazo de papel ordinario. Mantenga los contactos cerrados y pase el papel por entre los contactos. Para información más detallada, vea en el Capítulo VI, Datos del Fabricante.

Puesto que el control de programación es el verdadero corazón en la operación automática de la caldera, el operador debe familiarizarse con su funcionamiento. Especialmente, debe saber qué pasa cuando cada número aparece en la ventanilla del

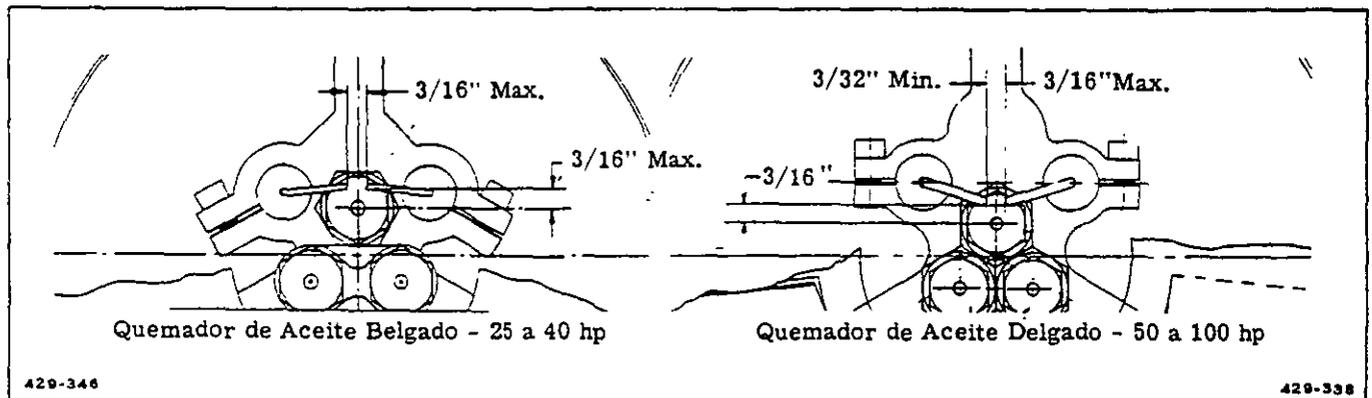


Fig. 4-4 - Ajuste de los Electrodos

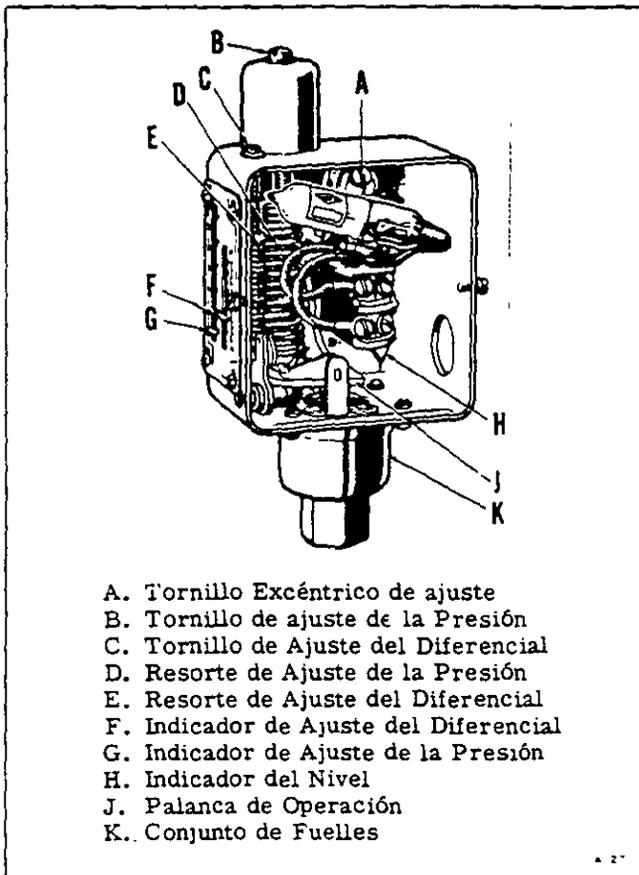


Fig. 4-5 - Control de Límite de Alta Presión

indicador cronométrico y asociar esos números con la operación externa, como se describe en la Secuencia de Programación, Capítulo III.

El funcionamiento correcto de los elementos del sistema de falla de la llama debe ser verificado por lo menos una vez a la semana si la caldera está en operación continua (Vea el Boletín FIREYE en el Capítulo VI).

3) BOTON DE RESTABLECIMIENTO (10A) - El control de programación está equipado con un interruptor curvo de seguridad que se cierra (suspende la operación) cuando se presentan anomalías en la operación. Si ocurre el cierre, el interruptor de seguridad tiene que reposicionarse a mano nuevamente lo cual se hace presionando el Botón (10A) que sale de la cubierta. El elemento curvo debe dejarse enfriar por lo menos dos minutos antes de reposicionarlo.

4) CONTROL DEL BAJO NIVEL DE AGUA (51) - Los controles de bajo nivel del agua deben inspeccionarse en la siguiente forma:

Apague la bomba de alimentación y deje salir agua de la caldera con el quemador trabajando. Si el control está funcionando correctamente, el quemador se apaga cuando el nivel del agua llega a un punto aproximadamente 1-1/4" de la base del indicador.

Arranque el quemador otra vez cerrando la válvula de drenaje y exitando la bomba de alimentación. Cuando el agua alcance una altura de 2-1/4" del fondo del indicador, la bomba de alimentación se apagará. Datos adicionales sobre mantenimiento y ajustes de este control, se encuentran en el Capítulo VI de este manual.

Con el quemador trabajando y prendida la bomba de alimentación drene la caldera. Cuando el nivel del agua llegue aproximadamente a 1-3/4" de la base del indicador de vidrio, la bomba de alimentación debe arrancar.

5) CONTROL DEL LIMITE DE ALTA PRESION O DE TEMPERATURA (53) - Estos controles usan un interruptor de tubo mercurio. El tubo de mercurio no necesita atención a menos que se dañe o rompa y en tal caso hay que reemplazarlo. Un tubo de mercurio quebrado deja entrar el aire y entonces el mercurio adquiere una costra negruzca debido a la oxidación. En estas condiciones, el mercurio tiende a separarse en glóbulos y entonces controla la operación erráticamente.

Al reemplazar el interruptor de mercurio, fíjese en el arreglo de los contactos y conductores flexibles y compruebe que estén en su posición correcta cuando se instala el nuevo interruptor. Para quitar el interruptor, corte primero el alambre protector, luego abra con la punta de una navaja el gancho que sujeta el interruptor al tubo de mercurio. Nunca trate de hacerlo con los dedos. Antes de colocar el nuevo interruptor en el gancho de sujeción envuelva dos capas de cinta aislante alrededor del nuevo interruptor para substituir el cemento "ambroid".

6) CONTROL DE LA PRESION ALTA-BAJA (55) - No se recomienda hacerle nada a este control en la localidad. Manténgalo limpio aplicandole periódicamente aire comprimido.

7) VALVULAS SOLENOIDES DEL ACEITE (38), (39) Y (389) - Limpie las bobinas de los solenoides con un paño que no suelte peluza y humedecido en un disolvente. Lave todas las partes mecánicas con el disolvente.

Para desarmarlas:

a) Quite la Cubierta del Solenoide (A) sacando el conjunto de la abrazadera (L). (Vea la Fig. 4-6.)

b) Quite el conjunto de la Bobina (H), sacando el Tornillo de Retención del Resorte (B) y levantando el Retenedor de Resorte (C), el Resorte (D), la Arandela de arriba de la Bobina (G) y luego la bobina. La Arandela de abajo (K) puede quitarse ahora sacando tres tornillos (N).

c) Saque el Tubo del Embolo (Q) del Cuerpo de la Válvula (W) usando llave en la superficie exagonal de la base del conjunto.

d) Quite la Tuerca de Retención (V) y desarme la Esfera de la Válvula (S), el Embolo (J) y el Resorte (P). No quite la Arandela de Choque (U) de la Esfera

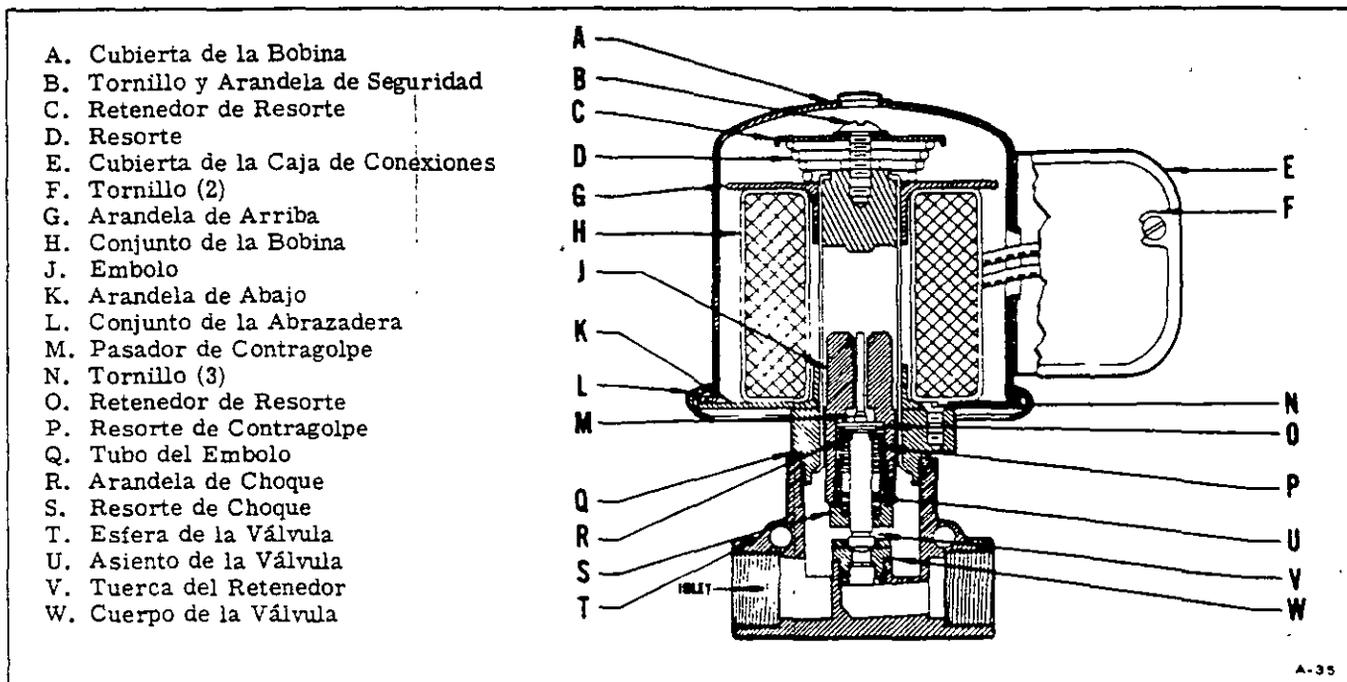


Fig. 4-6 - Válvula del Aceite (38)

de la Válvula (S). Desatornille el Asiento de la Válvula (T) del cuerpo.

e) Inspeccione todas las piezas para ver si están desgastadas o dañadas y reemplace las que parezcan que no van a funcionar bien.

f) Arme en orden inverso al de desarme.

8) MOTOR DEL REGISTRO (8) - Esta es una unidad sellada y por lo tanto no debe intentársele mantenimiento en la localidad.

#### K. MANTENIMIENTO DE EQUIPO MISCELANEO

**UNIDAD DE ACEITE COMBUSTIBLE (BOMBA) (202)** - Si el manómetro de vacío carga más que el vacío calculado, busque en la línea de succión dónde está la restricción; puede ser una válvula del tanque, torceduras en el tubo de cobre, el filtro obstruido, válvula de retención (o de pié) pegada, tubería del aceite helada, la línea del aceite demasiado angosta, o exceso de aceite movido. En caso contrario, cuando el manómetro marca menos que el vacío calculado, busque escapes de aire en las líneas, válvulas, accesorios, o en la unidad del aceite.

Un manómetro de presión aplicado en la entrada del manómetro revelará la presión a la cual ha sido regulada la unidad del combustible. Puede hacerse un ajuste para que esté de acuerdo con las condiciones de fogueo (generalmente 100 psi). También, el manómetro aplicado en la entrada del manómetro puede usarse para verificar la eficiencia de la unidad del combustible. Una unidad en condiciones satisfactorias de funcionamiento debe ser capaz de abastecer hasta un inyector de 4 gph en atomización completa, hasta 150 psi. Con inyectores más grandes

la atomización se rompe a presiones menores. Los fabricantes de unidades de combustibles les fijan a sus unidades una capacidad máxima de fogueo de 100 psi. El colapso de la atomización del inyector por debajo de los límites señalados indica: bifurcaciones, falta de o daño en el empaque de la válvula, desgaste en el pistón o en el manguito de la válvula, o desgaste del engranaje. La capacidad de bombeo también disminuye bajo más levante (o vacío) del correspondiente.

Un manómetro de presión aplicado directamente en la salida del inyector para ver la retención debe indicar la presión diferencial de apagado. Por ejemplo, operando a una presión de 100 psi, la retención debe ser de 85 psi aproximadamente. Si el manómetro de presión baja del punto de retención, esto indica un escape en la retención y por lo tanto el conjunto de la válvula debe desarmarse, limpiarse o reemplazarse si es necesario.

**CONJUNTO DE LA VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN** - Para revisar el conjunto de la válvula reguladora de presión, quite el tornillo de la válvula, el tornillo de la cubierta; y la empaquetadura del tornillo de la cubierta; inserte una llave Allen de 1/2" y retroceda el tornillo de ajuste hasta que la guía del resorte de la válvula llegue al tope de presión mínima; esto quita la presión del resorte contra el pistón y el asiento. Ahora use una llave de estrella de una pulgada y saque el conjunto de salida, con cuidado para no dañar la arandela de neopreno que sella la cámara de presión.

La guía de la válvula, que es parte del conjunto de salida, el pistón y el resorte de ajuste salen cuando se quita la guía. Inspeccione el asiento de la válvula y el pistón, límpielos o reemplácelos si es necesario.

**CONJUNTO DE SELLO** - Los sellos pueden desarmarse sacando los tres tornillos 10-24 del anillo retenedor, levantando el retenedor, el cojinete de sello, el resorte, y luego sacando el diafragma de sello. El árbol 2R (de dos etapas) no puede sacarse de la parte de atrás sin desarmar el juego de engranajes y este tipo de reparación no se recomienda hacerla en la localidad. Seque la cámara de sello arriba del reborde antes de armar de nuevo. Al armar el cojinete, esté seguro que las muescas en el cojinete encajan en los salientes del diafragma de sello. Esto puede verificarse más tarde tirando el árbol, después de armarse, para cerciorarse de que sí hay juego en el extremo del árbol.

Para examinar la recolección de sedimento en la cubierta del frente, quite la cubierta sacando con un destornillador los seis tornillos 10-24. Limpie la cubierta si es necesario y vuélvala a poner en su puesto. (Esta operación no debe ser necesaria sino a los cuatro o cinco años de estar la unidad en funcionamiento, gracias a la efectividad de la auto-limpieza que hace el filtro rotatorio.)

#### L. MANTENIMIENTO DE LA CORREA

No debe aplicarse ningún preservativo a las correas.

#### M. PARADA LARGA DE LA CALDERA

1) **INSTRUCCIONES GENERALES** - Si la caldera ha de permanecer inmóvil por un período largo, cerciórese de que ha desconectado toda la electricidad a la caldera y a los accesorios.

2) **PROTECCION DE SUPERFICIES DE FOGUEO** - Para proteger el lado del fogueo de la caldera de la acción corrosiva de los depósitos de combustión, limpie los tubos de humo, lave y proteja (washcoat) todos los refractarios.

3) **PROTECCION DE SUPERFICIES DE AGUA** - Una parada larga de la caldera exige que se preste atención especial a la protección de las superficies internas donde toca el agua.

Como son las condiciones locales las que determinan si la caldera debe dejarse seca o con agua, recomendamos que le pida información a su experto en aguas o a su compañía purificadora de agua, acerca de la protección correcta y otros requisitos. Generalmente aplican las siguientes recomendaciones:

a) **CON AGUA** - Para proteger las superficies de agua, mire primero que las conexiones de la fuente de agua de alimentación y del vapor estén bien cerradas. Después de un corto período de vaporización dirigido a la atmósfera para que desaparezcan todos los gases en disolución, llene completamente la caldera. Agregue suficiente sulfito de sodio para que se forme una concentración residual de 100 ppm. (Debe ser suficiente 1,5 libras de sulfito de sodio para 100 galones de agua de alimentación.) Agregue soda cáustica para producir una concentración alcalina de más de 400 ppm. Se necesitan aproximadamente tres libras de soda cáustica por cada mil galones de agua. Para asegurarse de que hay una concentración adecuada y protectora deben practicarse pruebas periódicamente. Una forma sencilla y efectiva de probar es colgar un pedazo de hierro dentro de la caldera y mirarlo de vez en cuando para ver si hay corrosión u oxidación.

b) **SIN AGUA** - Saque toda el agua de la caldera, límpiela en el interior y séquela con aire completamente. Ponga en bandejas una cantidad adecuada de absorbente de humedad; por ejemplo, cal, gelatina sílica o aluminio activado; y coloque las bandejas dentro de la caldera para absorber cualquier humedad; luego tape completamente todas las aberturas para que no entre aire ni humedad.

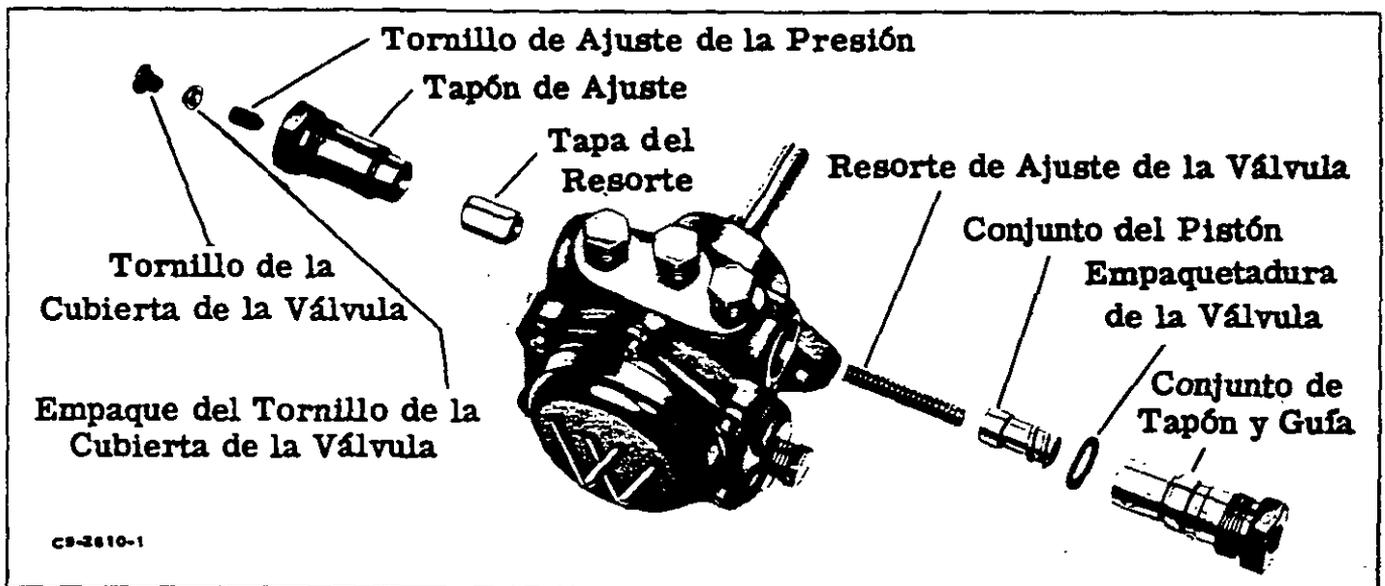


Fig. 4-7

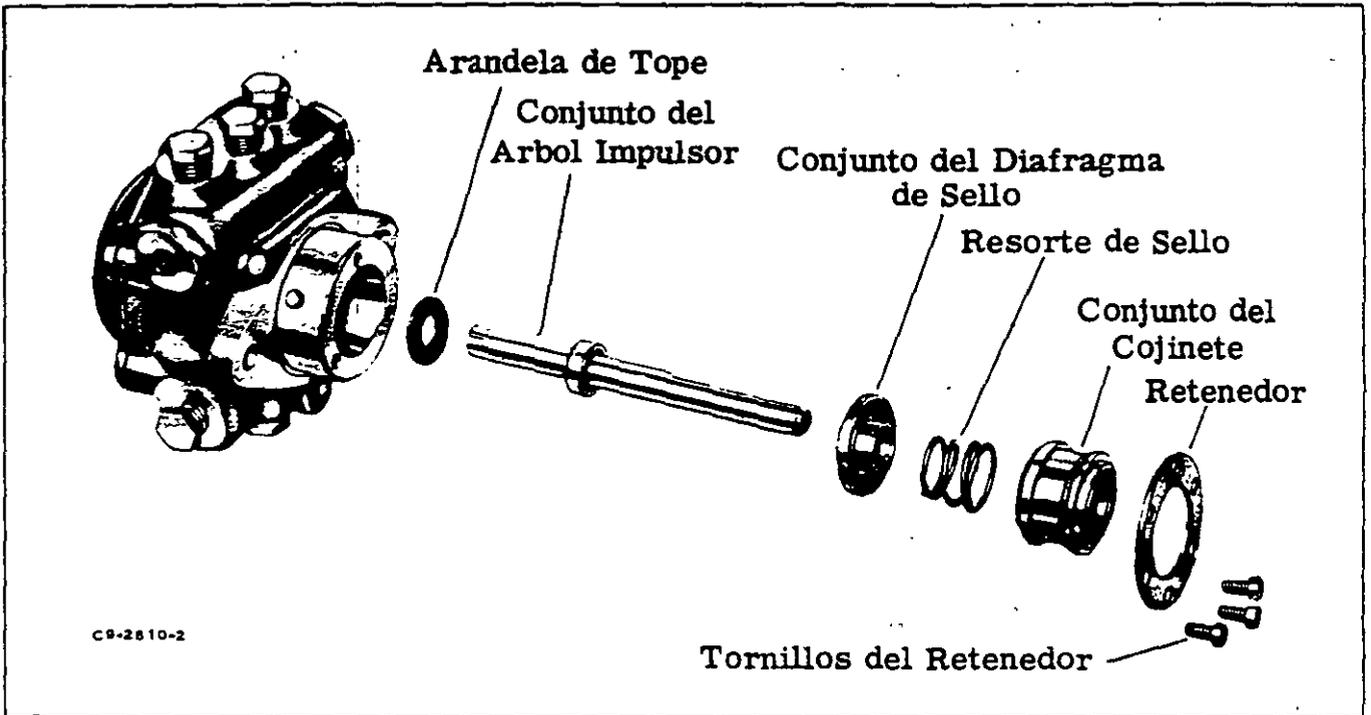


Fig. 4-8

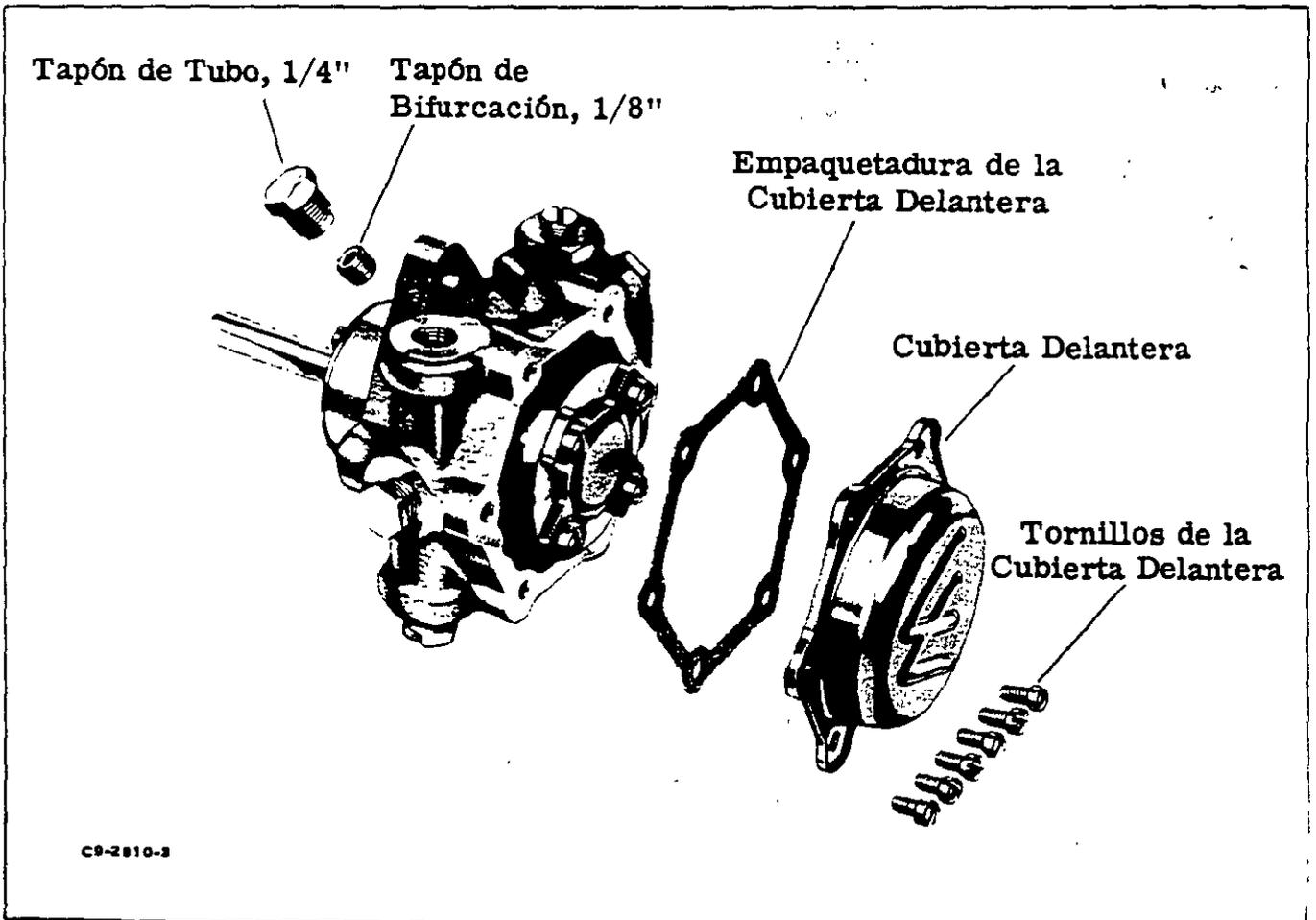


Fig. 4-9



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA 283**

**MANTENIMIENTO A CALDERAS**

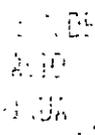
TEMA:

**CAPITULO V  
LISTA DE REPUESTOS**

COORDINADOR: ING. ORLANDO RAFAEL RÍVERA  
MENDOZA

**DEL 25 AL 29 DE OCTUBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



## Capitulo V

# INSTRUCCIONES PARA PEDIR REPUESTOS

Al ordenar repuestos suministre información completa. Al ordenar repuestos para su caldera, no olvide incluir el número de serie (Serial No.) de la caldera, el cual aparece en la Placa de Identificación la cual se encuentra en la cabeza delantera de la caldera. Su pedido debe contener el número del repuesto Cleaver-Brooks, nombre y descripción del mismo. También especifique la cantidad deseada y por cual medio de transporte quiere que se le haga

el despacho. Indique la fecha para la cual necesita el material pedido. Si las piezas que pide son para equipo accesorio, tal como motores eléctricos, bombas, etc., los cuales pueda que no aparezcan en los libros de repuestos, esté seguro de dar todos los datos que aparezcan en la placa de identificación que tenga el accesorio par el cual está pidiendo los repuestos.

### DONDE PEDIR LOS REPUESTOS

Piezas de repuesto o de reemplazo para las calderas CBH deben pedirse por medio de su representante

Cleaver-Brooks o directamente a la Cleaver-Brooks Company, Milwaukee 12, Wisconsin.

NO. DE SERIE

**Cleaver Brooks**  
CALDERA INTEGRADA MODELO CBH

MODELO \_\_\_\_\_ PRESION DE VAPOR \_\_\_\_\_ PULG.<sup>2</sup>

NO. DE SERIE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

ENTRADA \_\_\_\_\_ BTU/HR \_\_\_\_\_ GAS \_\_\_\_\_ GPH ACEITE

**Cleaver-Brooks Company**  
MILWAUKEE, WIS. & LEBANON, PA. E.U.A.

### DEVOLUCIÓN DE PARTES PARA REPARACIÓN

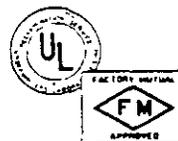
Deben enviarse a la Cleaver-Brooks, 15th and Willow Streets, Lebanon, Pennsylvania, -- Attention Service-Parts Department. Una orden de compra o una carta autorizando las reparaciones y dando detalles completos debe enviarse a la Cleaver-Brooks Company, Milwaukee 12, Wisconsin -- Attention Export Department. Antes de hacer el envío, quite de la pieza que va a ser reparada las partes o accesorios que no necesitan ser enviados. Para cumplir con las disposiciones de despacho, seque y limpie bien la pieza e incluya dentro del paquete una nota de

empaque identificando la pieza o piezas con el nombre y dirección de su compañía.

Si Ud. desea enviar piezas por razones distintas a las de reparación o cambio, antes de hacer el envío escriba al "Export Department" de Milwaukee, estableciendo las razones para el envío y espere la respuesta antes de mandar la pieza.

(Esté seguro de incluir el número de Serie de su caldera en todos los pedidos de repuestos y en la correspondencia.)

Sistema FP-2  
usando  
Tipo 26RJ8-Modelo CB-1



**CARACTERÍSTICAS**

El sistema FP-2 suministra protección contra fallas en la ignición o en la llama en quemadores industriales y comerciales de fogueo a gas, por aceite o combinación aceite/gas. En asociación con los dispositivos de funcionamiento, límite de seguridad; este sistema programa automáticamente cada período de arranque, operación y apague. El sistema FP-2 consta de un control de programación Tipo 26RJ8 y un escudriñador Tipo 48TP1 el cual usa la célula "Firetron" para supervisar visualmente las llamas de aceite y gas.

El sistema FP-2 supervisa tanto la llama principal como la del piloto y no permite que reciba energía la válvula del combustible principal a menos que la llama del piloto haya sido establecida y probada. Con una conexión alterna para los quemadores que tengan ignición de chispa directa, la prueba sin control del período de ignición es restringida precisamente a un corto intervalo de seguridad.

El control 26RJ8 programa la operación del soplador y/o del motor del quemador, sistema de ignición, válvula del combustible y sistema de modulación en una secuencia apropiada que incluye adecuados períodos de purga antes de la ignición y después del apague del quemador. Además, está diseñado para suspender la energía a todas las válvulas de combustible de 1 a 4 segundos al perderse la señal de la llama. El control repite automáticamente los ciclos cada vez que la operación o el control de límite se apaga, o después de una falla de la fuerza eléctrica, pero en caso de falla de llama tiene que reposicionarse a mano.

El sistema FP-2 incluye un circuito de comprobación de seguridad, efectivo en cada arranque. Cualquier condición que impida saltar al relevador de la llama durante el período de comprobación, hará suspender el programa antes de que cualquiera de los circuitos de ignición haya recibido energía, y si la anomalía continúa, resultará un cierre de seguridad.

**ESPECIFICACIONES**

El sistema FP-2 consta de Control Tipo 26RJ8, Modelo CB-1, y Escudriñado Tipo 48PT1.

**VOLTAJE:**

120 voltios (Mín. 102 V., Max. 132 V.)  
60 ciclos, Monofásico

**CAPACIDAD EN VOLTIAMPERIOS:**

Consumo del 26RJ8: 35 VA  
Max. carga conectada simultáneamente: 1965 VA

**TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION:**

Escudriñador Tipo 48PT1 . . . . . 125 grados F.  
Control Tipo 26RJ8 . . . ambiente, 125 grados F.

**PESO DE EMBARQUE: 22 libras**

CAPACIDAD MAX. DE LOS TERMINALES  
PARA EL MODELO CB-1 TIPO 26RJ8

Terminal No.	Carga Típica	Capacidades a 120 V., 60 C. (excepto los marcados)
5 ó 5 y 6 Combinados	Dispositivos de Ignición	Transformador de 500 VA., Piloto de 125 VA.
7	Válvula(s) Principales de Combustible	130 VA. para Piloto
8	Quegador, Soplador, o Arranque	Ampieros @
		Carga completa
		Rotor Inmóvil
		Alterno: 250 VA. para Piloto
9	Alarma	50 VA. para Piloto
10, 11, 12, 13 Combinados	Modulador	125 VA. para Piloto
		Alterno: 2a. Max. a 30 V. Max. (N.E.C. Clase 2)

Para ver si las capacidades alternas de válvulas de ignición y de Combustible, sirven para válvulas motorizadas o combinaciones de válvulas solenoides y motorizadas, consulte con la fábrica.

SECCUENCIA DE OPERACION: SISTEMA FP-2 CON TIPO 26RJ8 MODELO CB-1

Rotación del Cronómetro (Segundos)	El Indicador Marca	ACCION DE ARRANQUE DEL QUEMADOR
0	0	Se cierra el control de operación. Reciben energía (Terminal 8) el Relay maestro, motor del cronómetro y motor del quemador. Se abre el Circuito del fogeo bajo del modulador (Term. 10-12). Se cierra el circuito de fogeo alto (Term. 10, 13).
7		Se abre el circuito de arranque. El interruptor del flujo de aire (si se usa) debe estar ya cerrado.
20		Se abre el circuito de fogeo alto del modulador (Term. 10-13). Se cierra el circuito de fogeo bajo (Term. 10-12).
27-40	X	Si por alguna razón el relay de la llama no se abre, el cronómetro para hasta que salte el interruptor de seguridad. Cuando la operación es normal no hay pausa aquí.
45	1	Ignición encendida (Term. 5).
55	2	Se abre la válvula del combustible (Term. 7) (asumiendo que el piloto fue probado).
70	3	Se apaga la ignición (Term. 5). Se abre el circuito de fogeo bajo del modulador (Term. 10-12). Se cierra el circuito automático (Term. 10-11).
105	PUNTO (Índice)	Fin del período de arranque; el motor cronométrico se para. El quemador trabaja hasta que se satisfaga la demanda de calor.
105	PUNTO (Índice)	<u>APAGUE DEL QUEMADOR</u> Se abre el control de operación: quedan sin energía el relay maestro y la válvula del combustible (Term. 7). Motor cronométrico magnetizado; se abre el circuito automático del modulador (Term. 10-11), se cierra el circuito de fogeo bajo (Term. 10-12)
120	0	Se apaga el circuito del motor del Quemador (Term. 8) y el motor cronométrico.
		<u>El sistema está listo para arrancar cuando el control de operación se cierra de nuevo.</u>

Piloto sin prueba o ignición de chispa directa (Terminales 6 y 7 conectados juntos).

Rotación del Cronómetro (Segundos)	El Indicador Marca	ACCION DE ARRANQUE DEL QUEMADOR
0	0	Se cierra el control de operación. Reciben energía (Terminal 8) el Relay maestro, motor del cronómetro y motor del quemador. Se abre el Circuito del fogeo bajo del modulador (Term. 10-12). Se cierra el circuito de fogeo alto (Term. 10, 13).
7		Se abre el circuito de arranque. El interruptor del flujo de aire (si se usa) debe estar ya cerrado.
20		Se abre el circuito de fogeo alto del modulador (Term. 10-13). Se cierra el circuito de fogeo bajo (Term. 10-12).
27-40	X	Si por alguna razón el relay de la llama no se abre, el cronómetro para hasta que salte el interruptor de seguridad. Cuando la operación es normal no hay pausa aquí.
45	1	Reciben energía la ignición (Term. 5) y la válvula de combustible (Term. 7).
55	2	No hay acción a menos que no se haya establecido y/o visto la llama, en tal caso quedan sin energía la válvula del combustible y la ignición.
70	3	Se apaga la ignición (Term. 5). Se abre el circuito de fogeo bajo del modulador (Term. 10-12). Se cierra el circuito automático (Term. 10-11).
105	PUNTO (Índice)	Fin del período de arranque; el motor cronométrico se para. El quemador trabaja hasta que se satisfaga la demanda de calor.
105	PUNTO (Índice)	<u>APAGUE DEL QUEMADOR</u> Se abre el control de operación: quedan sin energía el relay maestro y la válvula del combustible (Term. 7). Motor cronométrico magnetizado; se abre el circuito automático del modulador (Term. 10-11), se cierra el circuito de fogeo bajo (Term. 10-12).
120	0	Se apaga el circuito del motor del Quemador (Term. 8) y el motor cronométrico.
		<u>El sistema está listo para arrancar cuando el control de operación se cierra de nuevo.</u>

CIRCUITO ESQUEMATICO

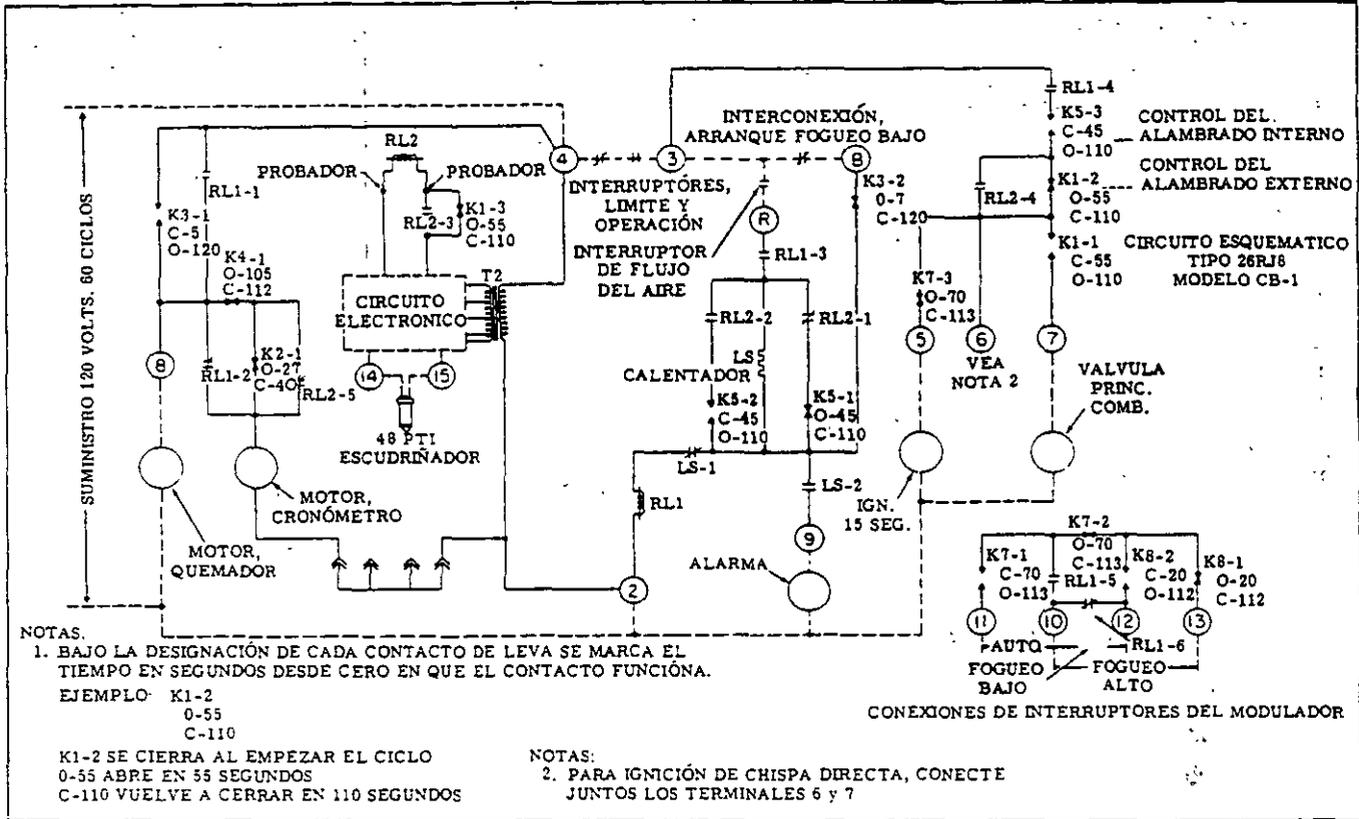


FIGURA 1

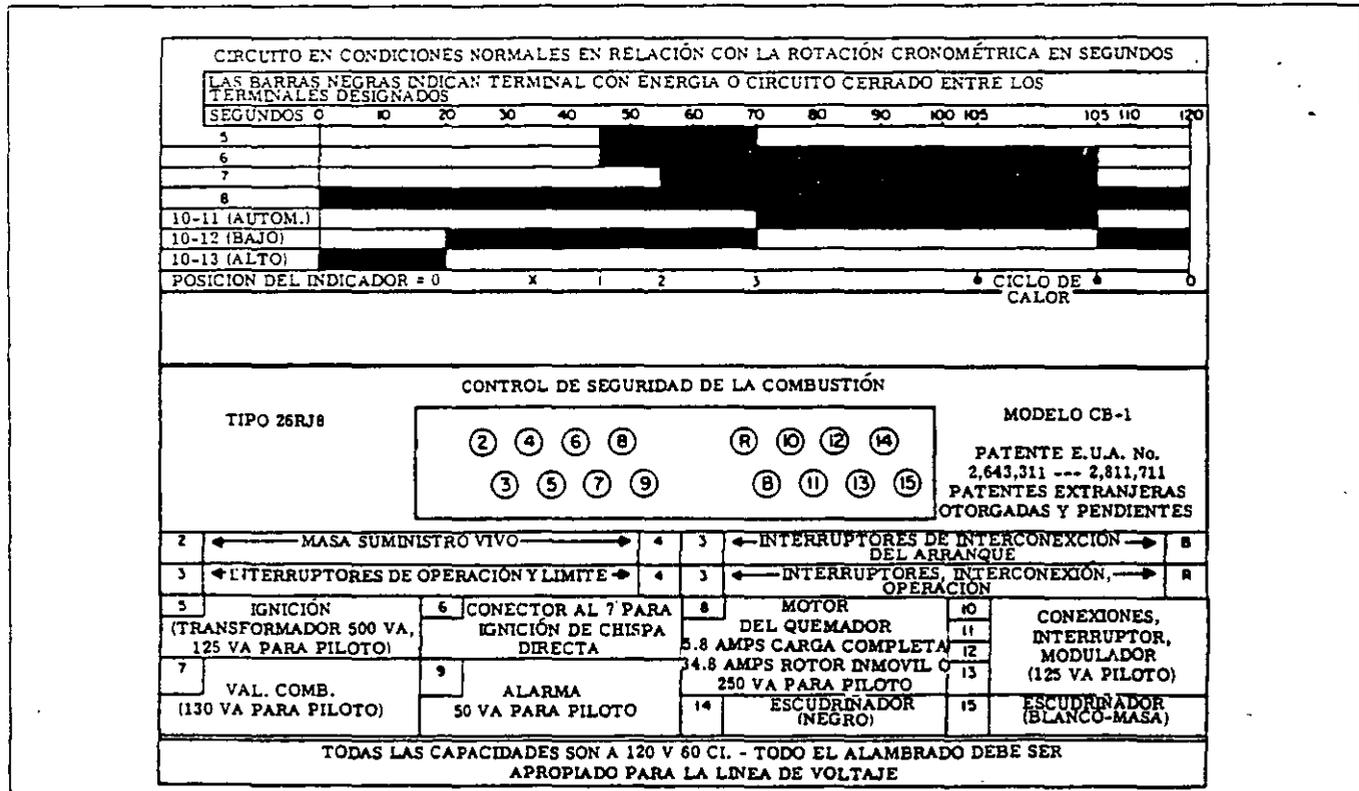


FIGURA 2

## PRUEBAS DE INSTALACIÓN

### ACCESORIOS DE PRUEBA

Se recomienda el siguiente equipo de prueba para inspeccionar instalaciones nuevas y descubrir problemas de rutina:

1. Voltímetro CD (1000 ohmios por voltio o más). Capacidad: 0-150 voltios (Fig. 4). Cualquier buen multímetro sirve y puede usarse para medir voltajes CD o CA, probar continuidad y corto-circuitos. Los alambres del voltímetro CD se pueden enchufar en las tomas de pruebas del chasis de control. Para un funcionamiento satisfactorio, el medidor debe marcar cero voltios cuando no hay llama y constante de 60 a 100 voltios cuando el escudriñador "ve" la llama. Los voltajes de CA y de carga pueden probarse en los terminales externos en la parte inferior del chasis.

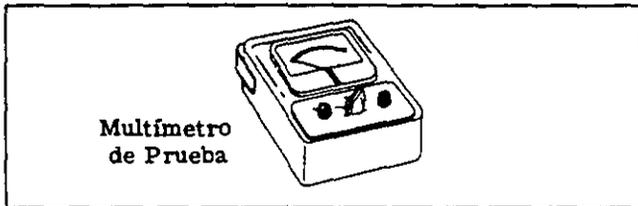


Fig. 4

2. Atenuador de la señal de la Llama. Directamente encima de los tubos electrónicos en el chasis, hay una clavija hundida que al conectarla al chasis por medio de un alambre con pinza (Fig. 5) reduce en un 40% la sensibilidad del amplificador de la señal de la Llama, para fines de prueba.

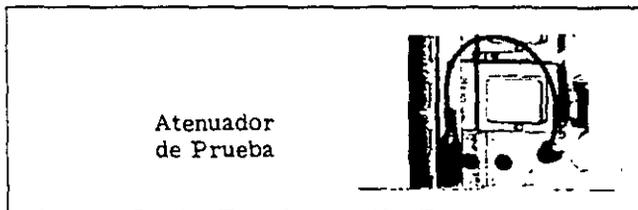


Fig. 5

### PARA QUEMADORES CON IGNICION DE PILOTO

#### PRUEBA DE LA CAPACIDAD DEL ESCUDRIÑADOR PARA VER LA LLAMA DEL PILOTO

1. Revise que el control y el escudriñador hayan sido instalados y alambrados correctamente.
2. (Opcional) Conecte la clavija del atenuador al chasis.
3. Enchufe los alambres del Voltímetro CD en las tomas de prueba del chasis de control (Rojo-más; Negro-Menos).

4. Coloque el interruptor del quemador en "On". Deje que el cronómetro se mueva normalmente de la posición "0" más allá de la posición "X". Cuando se acerque a la posición "1" agarre la clavija de la línea de CA (que se encuentra en la parte superior izquierda del chasis) y esté listo para sacarla.

5. Cuando el cronómetro acabe de pasar por la posición "1" y haya recibido energía la ignición, saque la clavija para hacer parar el cronómetro. Si la llama del piloto no se establece en 15 segundos, apague el interruptor del quemador, vuelva a colocar la clavija de la línea de CA, vuelva a prender el interruptor del quemador y repita desde la etapa 4. Repita todas las veces que sean necesarias hasta que se establezca la llama del piloto.

6. Observe lo que marca el voltímetro. Debe marcar en forma constante entre 60 y 100 voltios, cd. Si el indicador fluctúa, será necesario ajustar la llama del piloto. Continúe haciendo el ajuste hasta que se obtenga la marca constante y correcta.

NOTA Si no se descubre el piloto en 60 segundos, el control cierra y no funciona. Entonces será necesario esperar dos o tres minutos hasta que se enfríe el elemento térmico y luego restablecer manualmente el control. Luego repita desde la etapa 4.

#### PRUEBA DE LA CAPACIDAD DEL ESCUDRIÑADOR PARA VER LA LLAMÁ PRINCIPAL

7. Apague el interruptor del quemador, vuelva a colocar la clavija de la línea CA, vuelva a prender el interruptor del quemador y deje que el control repita normalmente el ciclo.

8. A medida que el indicador llegue a la posición "2" vea si se ha establecido la llama principal. Si la llama no se establece dentro de 5 segundos. Apague el interruptor del quemador, luego vuélvalo a prender y deje que el control repita normalmente el ciclo para un nuevo ensayo de encendido.

(Nota: En un intento inicial de arranque, porciones de la línea del combustible pueden estar desocupadas y es necesario esperar que se llenen. Para conseguir esto es mejor repetir varias veces cortos períodos de ensayos de encendido con períodos intermedios de purga, que arriesgar la entrada prolongada de combustible en un momento en que los ajustes del quemador no han sido terminados y no se ha hecho la prueba mínima del piloto. No repita atentados de encendido infructuosos sin haber inspeccionado otra vez los ajustes del quemador y del piloto, si no hay llama en 5 segundos después de que se verifique la entrada del combustible o asumir razonablemente que ha entrado).

9. Cuando se establece la llama principal, deje el quemador en "ON" y permita que el cronómetro progrese hasta que se cierre la ignición (el indicador en la posición "3"). Si el escudriñador ve bien la llama principal, el relevador de la llama continuará

con energía, la llama principal seguirá prendida, y el motor del cronómetro continuará hasta que el indicador esté en la posición "Punto" y se parará. Si la llama se apaga debido a inestabilidad sin ignición, reajuste el quemador y repita el procedimiento de apague.

10. Habiendo terminado la etapa 9 y con el quemador aún encendido con el cronómetro en la posición "Punto", reajuste el quemador hasta obtener un buen tamaño en la llama y una combustión óptima. Revise nuevamente el encendido. Si el escudriñador está bien graduado, el voltímetro CD registrará ahora en forma constante 60 voltios o más con la llama del piloto solamente y con la llama principal solamente. Repita los ajustes del quemador hasta obtener esta condición si no existe inicialmente.

11. Cumplidas satisfactoriamente todas las etapas hasta la 10, quite la conexión del atenuador (si se usa) y proceda a efectuar la prueba de piloto mínimo.

#### PRUEBA DE PILOTO MÍNIMO

Esta prueba asegura que el escudriñador no responderá a una llama muy pequeña como para apagar la llama principal. Debe hacerse; (a) en toda instalación nueva, y (b) después de cualquier cambio en la posición o ángulo de observación del escudriñador. No haga esta prueba con la clavija del atenuador a masa.

12. Repita la etapa 4. Cuando el indicador cronométrico apenas acabe de pasar la posición "1" y el piloto prenda, saque la clavija de la línea de CA para parar el cronómetro.

13. Reduzca el tamaño del piloto hasta que suelte el relai de la llama; luego aumente lentamente el tamaño de la llama piloto exactamente hasta el punto en que el relai de la llama haga contacto. Esto es la llama piloto mínima. (Vea las Fig. 6, 7, y 8).

14. Repita la etapa 7. Cuando el indicador cronométrico llegue a la posición "2", fíjese que la llama prenda. **ADVERTENCIA:** Si la llama principal no prende en aproximadamente el mismo tiempo en que lo hizo con una llama piloto normal, inmediatamente apague el interruptor del quemador. Vuelva a alinear el tubo de mira del escudriñador de tal manera que haga el descubrimiento con una llama piloto más grande. Repita la prueba de piloto mínimo. Repita este proceso hasta que la llama principal encienda positivamente en varias pruebas.

15. Después de la prueba de piloto mínimo, aumente la llama piloto a un tamaño normal.

#### PRUEBA DEL DESCUBRIMIENTO (LLAMA) EN CAMARA CALIENTE DE COMBUSTION

Terminados los ajustes del quemador y practicadas las pruebas descritas anteriormente, ponga en operación el quemador (teniendo en cuenta las instrucciones que da el fabricante para el calentamiento) hasta que la cámara de combustión alcance la temperatura máxima esperada. Revise otra vez

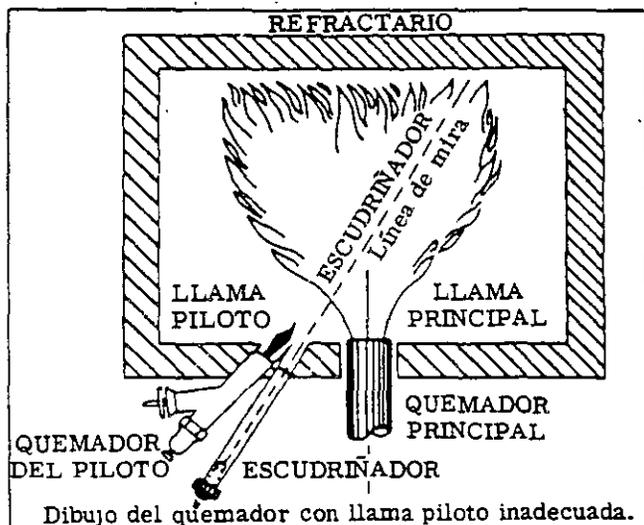


Fig. 6

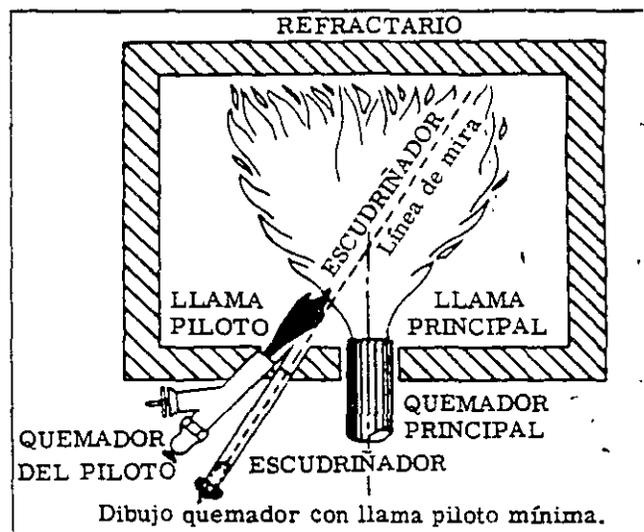


Fig. 7

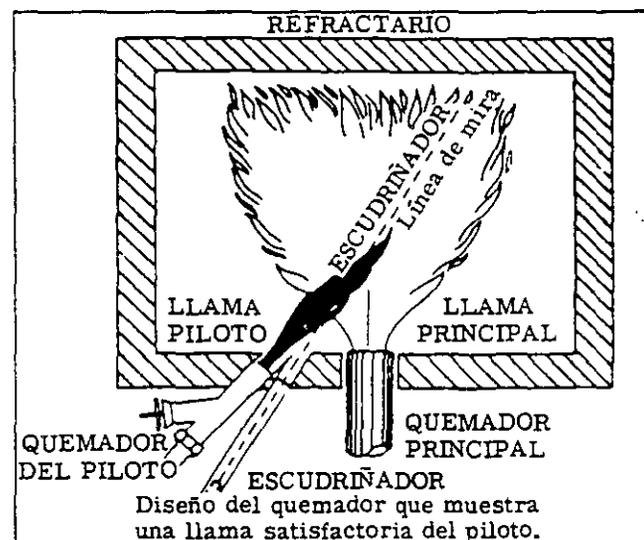


Fig. 8

## RELAY, INTERRUPTOR DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN DEL CRONÓMETRO

- A. El Relai Maestro (RL1) está colocado arribita del centro del chasis. Cuando todos los circuitos de arranque están cerrados el RL1 toma contacto. Sólo cuando el RL1 está magnetizado puede haber electricidad a los circuitos de ignición y válvula de combustible. El RL1 continúa con energía desde el comienzo de un programa hasta que un control de límite o de operación se abra o hasta que salte el interruptor de seguridad.
- B. El Relai de la Llama (RL2) está colocado en la señal que da la llama. Permanece con energía hasta que se extinga la llama ya sea al abrir un control de operación o de límite, o como resultado de condiciones inestables de la combustión.
- C. El Interruptor de Cierre (LS) está colocado en el chasis a la derecha del RL2. Salta (los contactos pasan a la posición de seguridad) al presentarse falla en la llama, falla en la ignición, o falla del RL2 en permanecer desmagnetizado durante el período de prueba de seguridad. Es un dispositivo térmicamente accionado que salta cuando su calentador ha recibido energía continua durante un minuto. Sus contactos no se desenganchan automáticamente de la posición de seguridad y tienen que ser re-posicionados manualmente después de dos o más minutos de enfriamiento.
- D. El Cronómetro (K) está en la parte inferior derecha del chasis. Consiste de interruptores de cuchillas múltiples accionados por levas movidas por un motor sincrónico. Los interruptores trabajan en un programa cronometrado no ajustable que controlan (junto con el RL1 y RL2) todas las cargas externas, excepto la de alarma. El cronómetro en sí es variadamente controlado por el RL1, RL2 y sus propios contactos. Un indicador de tipo tambor enseña la posición del árbol cronométrico.

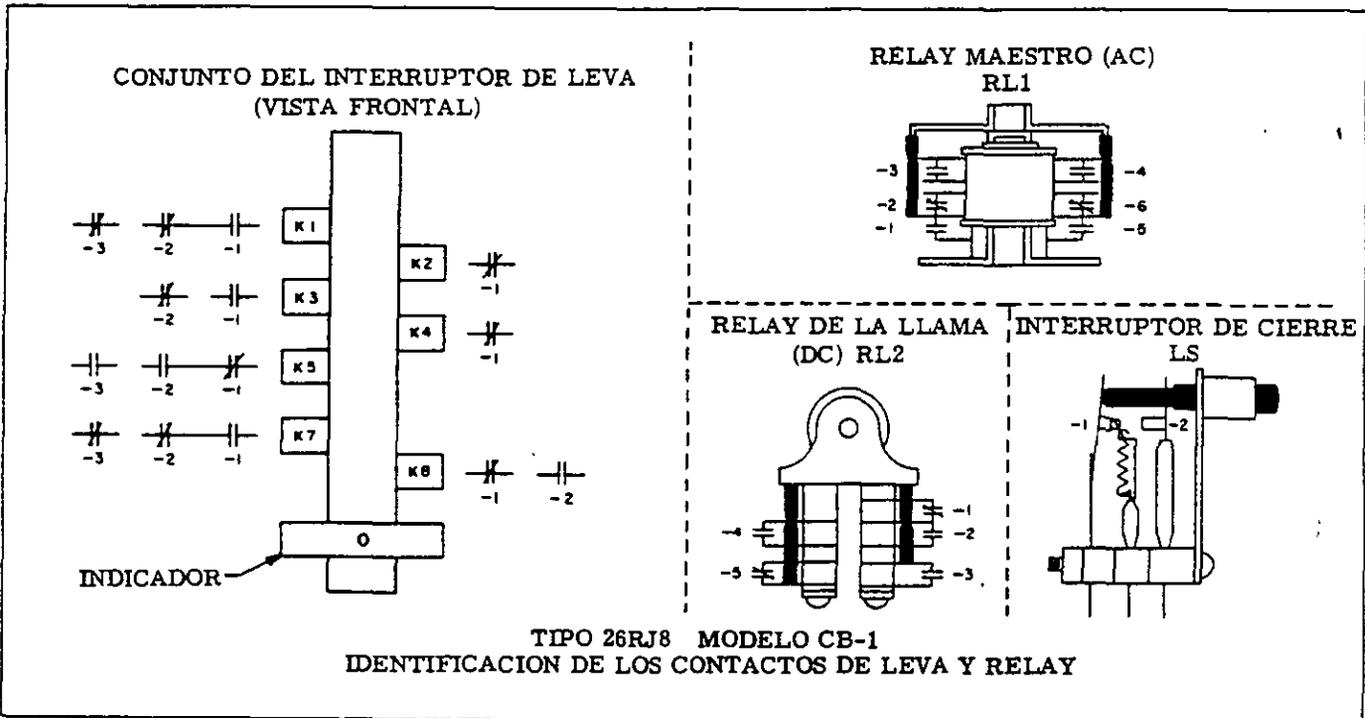


FIGURA 3

que haya buena señal con la llama principal, y separadamente con la llama piloto. Si en las tomas de prueba no obtiene un voltaje de salida estable de 60 o más voltios CD, vuelva a alinear la mira del escudriñador hasta que obtenga el voltaje correcto de salida y luego repita todas las etapas hasta la número 15.

#### PARA LOS QUEMADORES CON IGNICIÓN DE CHISPA (SIN PILOTO)

#### PRUEBA DE LA VIGILANCIA DEL ESCUDRIÑADOR, LLAMA PRINCIPAL

1. Proceda de acuerdo con las etapas 1, 2, y 3 descritas arriba.
2. Ponga el interruptor del quemador en "ON". El relay hará contacto y el motor cronométrico arrancará.
3. A medida que el indicador cronométrico llegue a la posición "1", fíjese si prende la llama principal. Si no ha prendido cuando el indicador llega al "2", apague el interruptor del quemador, vuélvalo a prender y deje que el control repita el ciclo normalmente.

**ADVERTENCIA:** Si se ve que el combustible entra a la cámara de combustión y la ignición no se efectúa inmediatamente apague el interruptor del quemador y revise la colocación (el ajuste) de los electrodos. No haga más intentos de encendido a menos que vea una buena chispa en tal posición para que el combustible prenda fácilmente.

4. Si el quemador prende y arde correctamente, el voltímetro CD marcará en forma estable, 60 voltios o más. Si el voltímetro registra satisfactorio hasta que se apague la ignición en la posición "3" y luego se vuelve inestable, reajuste el quemador para

obtener una llama estable tanto con la ignición prendida como apagada.

5. Quite la conexión del atenuador (si se usa).

#### PRUEBA DE LA PROTECCION DE FALLA DE LA LLAMA PILOTO

1. Cierre el combustible que va al quemador del piloto.
2. Empiece el ciclo de control.
3. Después de un período de purga de 45 segundos, el conjunto del piloto recibirá energía.
4. Como no hay llama piloto, el conjunto del piloto se apagará a los 10 segundos. La válvula del combustible principal no recibirá energía.
5. El cronómetro de programación completará su ciclo durante el cual el interruptor de cierre saltará, efectuando un cierre de seguridad y haciendo funcionar la alarma (si se usa).

#### PRUEBA DE LA PROTECCION DE FALLA DE LA LLAMA PRINCIPAL

1. Prenda el quemador en la forma normal.
2. Cuando el programa de arranque esté terminado, cierre el suministro del combustible principal.
3. Al momento de presentarse la falla de la llama, la válvula del combustible principal se cierra y aproximadamente a los 60 segundos, salta el interruptor de cierre y hace funcionar la alarma.
4. Después de un período de post-purga o reducción de 15 segundos, se para el motor del soplador.
5. El interruptor de seguridad puede ser restablecido cuando se haya enfriado 2 minutos aproximadamente el elemento térmico.

#### SERVICIO

Las fallas en los sistemas FP-2 pueden localizarse fácilmente si se sigue, en el orden indicado, el procedimiento que recomendamos a continuación. Sin embargo, antes de tratar de corregir cualquier falla, cerciórese de que:

1. La instalación y el alambrado están hechos de acuerdo con las instrucciones.
2. El chasis está bien puesto y los tornillos de aleta apretados; la clavija de la línea de CA está en el receptáculo; el interruptor de cierre está reposicionado.

En la tabla siguiente, las fallas aparecen dentro de las casillas y las posibles causas debajo de las casillas.

**CONDICIÓN:** Voltaje cero en los terminales 2 y 4.

1. Interruptor desconectado.
2. Un fusible fundido.
3. Un alambre roto.
4. Alambrado incorrecto.

**CONDICIÓN:** Voltaje insuficiente en los terminales 2 y 4.

1. El voltaje mínimo de operación es 102 voltios.

**CONDICIÓN:** Voltaje cero en los terminales 2 y 3.

1. El circuito del interruptor de límite abierto (Presión, LWSO etc).
2. Un alambre roto.
3. Alambrado incorrecto.

**CONDICIÓN:** El relay maestro (RL1) no hace contacto.

1. El circuito está abierto entre los terminales 3 y B.
2. El interruptor de cierre abierto.
3. El inducido del RL1 puede estar mecánicamente abierto y pegado.
4. Control de programación defectuoso; reemplácelo.

**CONDICIÓN:** El relay maestro entra pero el motor cronómetro no arranca.

1. Los contactos RL1 o K4-1 están sucios o abiertos.
2. El motor cronométrico está trancado mecánicamente; pruébelo girando el indicador cronométrico.
3. Control de programación defectuoso; reemplácelo.

**CONDICIÓN:** El cronómetro de programación arranca. El motor del soplador no arranca.

1. Voltaje insuficiente entre los terminales 2 y 8.
2. Fusible del motor fundido.
3. Sobrecargas del motor de arranque, saltadas.
4. El motor del quemador erróneamente alambrado.
5. El motor o el arranque, defectuosos.

**CONDICIÓN:** El motor modulador no va hacia la posición de registro abierto.

1. El motor modulador no tiene energía.
2. El sistema de palancas está trabado.
3. Alambrado incorrecto.
4. Los contactos RL1-5, K7-2, K8-1 están sucios o abiertos.
5. Los contactos RL1-6 no abren.
6. Equipo modulador, defectuoso.

**CONDICIÓN:** El cronómetro se para cuando la "X" aparece en la ventanilla.

1. El alambrado del escudriñador, incorrecto.
2. El escudriñador ve una llama producida por escapes en las válvulas de combustible, o por carbón.
3. Relay de la llama, mecánicamente retenido.
4. Tubo defectuoso.
5. Control o escudriñador defectuosos.

**CONDICIÓN:** El relay maestro se desconecta después que arranca el cronómetro.

1. Contactos RL1-3, sucios o abiertos.
2. El interruptor del flujo del aire no está cerrado (de 3 a R).
3. El calentador del interruptor de cierre está abierto.

**CONDICIÓN:** El motor modulador no va hacia la posición de registro cerrado en 20 segundos más o menos.

1. El motor modulador no tiene energía.
2. Sistema de palancas, trabado.
3. Alambrado incorrecto o defectuoso.
4. Contactos RL1-5, K7-2, K8-2, sucios o abiertos.
5. Equipo modulador defectuoso.

**CONDICIÓN:** El indicador cronométrico llega a la posición "1" pero la llama piloto no prende.

1. Voltaje insuficiente entre los terminales 2 y 5.
2. Contactos RL1-4, K1-2, K5-3, ó K7-3, sucios o abiertos.
3. Válvula del gas defectuosa.
4. Transformador de ignición o electrodo defectuosos.
5. Mal ajuste del electrodo.
6. Quemador del piloto obstruido.
7. Presión del gas insuficiente.
8. Ajuste del quemador del piloto incorrecto.
9. Conjunto de ignición, erróneamente alambrado.

**CONDICIÓN:** El relay de la llama (RL2) no hace contacto cuando la llama piloto prende.

1. Llama piloto muy pequeña. Fíjese que la presión del gas no sea menor a la especificada para el quemador del piloto.
2. El tubo de mira del escudriñador está obstruido, o los lentes del escudriñador están sucios.
3. Posición de la mira del escudriñador, incorrecta.
4. Alambrado del escudriñador incorrecto. El alambrado correcto es el alambre blanco al terminal 15; el alambre negro al terminal 14.
5. El escudriñador está muy caliente.
6. El escudriñador ve el refractario caliente.
7. El relay de la llama está mecánicamente trabado.
8. Tubo o célula defectuosos, o los tubos están invertidos.
9. Contactos K1-3 sucios o abiertos.
10. Escudriñador defectuoso.
11. Control defectuoso.

**CONDICIÓN:** El indicador cronométrico llega a la posición "2" y la válvula del combustible principal sigue cerrada.

1. Voltaje insuficiente entre los terminales 2 y 7.
2. Contactos RL2-3, RL2-4 ó K1-1, sucios o abiertos.
3. Válvula defectuosa.
4. Alambrado incorrecto.
5. La llama del piloto no es descubierta.

**CONDICIÓN:** La válvula del combustible recibe energía pero no se enciende la llama principal.

1. Piloto inadecuado.
2. Ajuste del quemador, incorrecto.
3. No hay combustible principal.

**CONDICIÓN:** La llama principal se enciende y luego se apaga.

1. Ha saltado el interruptor de cierre. Deje que se enfríe por dos minutos y reposiciónelo.
2. Circuito de control de operación y limite o interruptor del flujo del aire, abiertos.
3. Contactos RL2-2 o K5-2, sucios o abiertos.

**CONDICIÓN:** El interruptor cronométrico llega a la posición "3" y la llama piloto no se apaga.

1. Válvula de piloto de gas, abierta y pegada.
2. Contactos K7-3 se quedaron cerrados y pegados.
3. Alambrado del circuito de control incorrecto, o fases cruzadas.

**CONDICIÓN:** El indicador cronométrico llega a la posición "3". El motor modulador no responde al control de modulación.

1. El motor modulador no tiene energía.
2. Graduación en el control de modulación, incorrecta.
3. Sistema de palancas, trabado.
4. Alambrado incorrecto.
5. Contactos K7-1, RL1-5, sucios o abiertos.
6. Equipo modulador defectuoso.

**CONDICIÓN:** La llama principal se apaga cuando el piloto se apaga.

1. El escudriñador no "ve" la llama principal.
2. Ajuste del quemador, incorrecto.
3. Alambrado a la válvula solenoide del combustible, incorrecto.

**CONDICIÓN:** El cronómetro no se para cuando llega a la posición "punto" (dot).

1. Contactos K4-1, RL1-2 cerrados y pegados.

**CONDICIÓN:** El cronómetro no gira a "O" cuando el control de operación o el control de límite abren.

1. Contactos RL1-2, ó K3-1, sucios o abiertos.
2. Interruptores de límite, alambrados incorrectamente.

**CONDICIÓN:** El motor modulador no gira hacia la posición de registro cerrado durante el período de post-purga.

1. El motor modulador no tiene energía.
2. Sistema de palancas, trabado.
3. Alambrado incorrecto.
4. Contactos RL1-6 sucios o abiertos.
5. Equipo modulador defectuoso.

**CONDICIÓN:** El cronómetro no para cuando llega a "O".

1. Contactos RL1-1 ó K3-1 cerrados y pegados.
2. Alambrado del circuito de control tiene la fase cruzada.
3. Circuito del interruptor de operación y límite, cerrado.

**CONDICIÓN:** El motor del quemador no se para cuando el indicador cronométrico llega a la posición "O".

1. Contactos RL1-1 o K3-1 cerrados y pegados.
2. El alambrado del circuito de control tiene las fases cruzadas.
3. Circuito del interruptor de operación y límite, cerrado.
4. Arranque del motor, trabado mecánicamente.
5. Arranque del motor, incorrectamente alambrado.

## MANTENIMIENTO

**Célula Firetron:** Se calcula que tiene una vida de 20.000 horas cuando opera dentro de los límites de la temperatura del ambiente. Los lentes del escudriñador deben limpiarse con la frecuencia que exijan las condiciones de operación.

**Tubos:** Tipos 12AX7; 12BH7A de una vida aproximada de 10.000 horas. Se recomienda reemplazarlos anualmente. Los tubos de reemplazo pueden conseguirse en cualquier tienda de tubos de radio.

**Contactos:** Todos los contactos de los relays tienen una acción de frotamiento para su auto-limpieza en

condiciones normales de operación. En ambientes con excesos de polvo o vapores de aceite, quizás sea necesario limpiar los contactos de vez en cuando. Para limpiarlos use solamente tela de pulir (tela de esmeril) fina. No los lime.

**Efectos de la humedad:** Se recomienda dejar con energía el control 26RJ8, aún cuando no este en operación, para protegerlo contra escape de alta resistencia en el circuito electrónico, que se presenta cuando hay mucha humedad. Si es necesario apagarlo por un largo período de tiempo, debe conectársele la electricidad 48 horas antes de poner el control en operación nuevamente.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA 283**

**MANTENIMIENTO A CALDERAS**

**TEMA:**

**NORMA OFICIAL MEXICANA  
NOM-020-STPS-2002**

**COORDINADOR: ING. ORLANDO RAFAEL RÍVERA  
MENDOZA**

**DEL 25 AL 29 DE OCTUBRE DE 2004**

**PALACIO DE MINERÍA**



**DEC**  
PALACIO DE MINERÍA

DIVISIÓN DE  
EDUCACIÓN  
CONTINUA

**Programa 2004**

**PODER EJECUTIVO****SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL**

Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad.

**SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL**

**NORMA Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice, Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social

CARLOS MARIA ABASCAL CARRANZA, Secretano del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512 y 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 17 fracciones II y IX, 29 al 34, 36, 37 y 39 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3o., 5o. y 22 fracciones III, VIII y XVII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

**CONSIDERANDO**

Que con fecha 18 de julio de 1997 fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo;

Que esta dependencia a mi cargo, con fundamento en el artículo cuarto transitorio primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida Norma Oficial Mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado;

Que con fecha 28 de noviembre de 2000, en cumplimiento a lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo, para quedar como NOM-020-STPS-2001, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad, y que el mismo día el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como proyecto en el **Diario Oficial de la Federación**,

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 4 de mayo de 2001, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el Proyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que dentro del proceso de revisión de las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo que efectúa la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, algunas de las normas se han unificado para su mejor comprensión por contener elementos afines, por lo que al reducirse su número, las claves correspondientes a las normas que se cancelan quedan disponibles para ser asignadas a otras nuevas normas o revisiones de las ya existentes, por lo que para mantener la continuidad de las claves de las normas oficiales mexicanas en esta materia, la clave de la presente Norma queda como NOM-020-STPS-2002;

Que atendiendo a lo dispuesto por el artículo 22 fracción XVII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de diciembre de 2001, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral cambió su denominación por la de Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo;

Que habiendo recibido comentarios de nueve promoventes al presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo procedió a su estudio y resolvió sobre los mismos, publicando esta dependencia las respuestas respectivas en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de junio de 2002, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, después de revisarla e incluir las adecuaciones procedentes, otorgó la aprobación respectiva en su cuarta sesión ordinaria, celebrada el 30 de abril de 2002, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-STPS-2002, RECIPIENTES SUJETOS A PRESION  
Y CALDERAS-FUNCIONAMIENTO-CONDICIONES DE SEGURIDAD**

**INDICE**

1. Objeto
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Condiciones mínimas de seguridad de los equipos
8. Procedimiento para obtener la autorización de funcionamiento
9. Demostración de la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad
10. Recipientes criogénicos
11. Inspecciones
12. Unidades de verificación
  - Apéndice A Formato N-020
  - Apéndice B Formato N-020-C
13. Vigilancia
14. Bibliografía
15. Concordancia con normas internacionales

**1. Objeto**

Establecer los requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y calderas en los centros de trabajo, para la prevención de riesgos a los trabajadores y daños en las instalaciones

**2. Campo de aplicación**

2.1 La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en donde funcionen recipientes sujetos a presión interna o externa, calderas o recipientes criogénicos.

2.2 Los equipos que cumplan con las variables de cualquiera de los incisos citados en los apartados 2.2.1 y 2.2.2 no requieren de la autorización de funcionamiento ante la Secretaría, pero para ellos se debe cumplir con lo establecido en los apartados 5.1, 5.3, 5.5, 5.6 y 5.7.

**2.2.1 Recipientes sujetos a presión:**

- a) que su sección transversal más amplia sea menor de 15.2 cm sin importar la longitud del recipiente, y que además contenga fluidos no peligrosos;
- b) que trabajen con agua, aire y/o fluidos no peligrosos, que su temperatura de operación no exceda de 70°C y que la presión de calibración del dispositivo de seguridad sea inferior a 5.0 kg/cm<sup>2</sup>. Los equipos que trabajen a vacío sí requieren autorización de funcionamiento;
- c) que se destinen a contener líquidos criogénicos, cuyo volumen sea menor a 1 m<sup>3</sup>, su diámetro no exceda de 100 cm en la sección más amplia del recipiente interior, y la presión de calibración del dispositivo de seguridad se encuentre entre 0 y 5 kg/cm<sup>2</sup>;
- d) que trabajen interconectados en una misma línea de proceso donde la presión de operación del conjunto de equipos, y la de cada uno de los equipos, se encuentre entre 0.3 y 2 kg/cm<sup>2</sup> de presión manométrica, y al final de la línea de proceso se encuentren abiertos a la atmósfera;
- e) que sean receptores de aire asociados con los sistemas de frenos de equipo móvil.

**2.2.2 Calderas:**

- a) que cuenten con una superficie de calefacción menor de 10 m<sup>2</sup> y que la presión de calibración del dispositivo de seguridad sea menor a 3.5 kg/cm<sup>2</sup>;
- b) que su temperatura de operación no sea mayor de 70°C.

**2.3 Quedan exceptuados del cumplimiento de esta Norma:**

- a) las campanas de buceo;
- b) las cámaras o campanas hiperbáricas;
- c) los recipientes utilizados como extintores;
- d) las tuberías y sus componentes (juntas de expansión y conexiones);
- e) los recipientes portátiles que contengan gases comprimidos;
- f) las partes para contener presión de otros componentes o mecanismos que sirven para mezclado, separación, aspersión, distribución, medición o control de fluidos;
- g) los equipos que contengan gas licuado de petróleo que se encuentran regulados por otras disposiciones legales cuya vigilancia compete a la Secretaría de Energía;
- h) carros-tanque que transporten gases comprimidos, cuyas regulaciones se encuentran a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**3. Referencias**

Para la correcta interpretación de esta Norma, deben consultarse las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-1998	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
NMX-B-482-1991	Capacitación, calificación y certificación de personal de ensayos no destructivos.

**4. Definiciones**

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

**4.1 Alteración:** es el cambio físico a un equipo o el incremento de la temperatura o presión de trabajo máxima permisible, con implicaciones que afecten su capacidad para soportar presiones más altas de las establecidas en su diseño. El reemplazo de componentes por otros de las mismas características y el reforzamiento de boquillas no deben considerarse una alteración.

**4.2 Aparato auxiliar:** es el accesorio instalado en el generador de vapor o caldera que sirve para supervisar las variables de la operación del equipo. Ejemplos de ellos son: columnas de agua, indicadores de nivel, controles de presión, entre otros.

**4.3 Autoridad del trabajo; autoridad laboral:** las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el

trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

**4.4 Autorización de funcionamiento:** es la autorización que otorga el inspector en el acta correspondiente, como resultado satisfactorio de la visita de inspección inicial o la que se derive de ésta (incluyendo la demostración de la seguridad del equipo), o la autorización que otorga la Delegación por el reconocimiento del dictamen emitido por una Unidad de Verificación.

**4.5 Baja:** es la cancelación de la autorización de funcionamiento del equipo, en los controles de la Delegación, como consecuencia de la notificación por escrito del patrón. No se requiere respuesta de la Delegación. La Autoridad Laboral podrá corroborar, mediante una inspección extraordinaria, que efectivamente los equipos motivo de la notificación se encuentran fuera de operación.

**4.6 Caldera; generador de vapor:** es un aparato que se utiliza para generar vapor de agua o para calentar un fluido en estado líquido, mediante la aplicación de calor producido por la combustión de materiales, reacciones químicas, energía solar o eléctrica, utilizando el vapor de agua o los líquidos calentados fuera del aparato.

**4.7 Campana; cámara hiperbárica:** es un tipo de recipiente sujeto a presión, diseñado para que en su interior permanezcan personas con fines de compresión y descompresión de su organismo.

**4.8 Certificado de fabricación:** es el documento emitido por el fabricante del equipo, en el que se establece, bajo protesta de decir verdad, que los materiales, el diseño, la fabricación, las pruebas y la inspección del equipo, fueron efectuados de acuerdo a lo establecido en el código o norma empleada para su fabricación.

**4.9 Código:** es el conjunto de reglas técnicas en que está basado el diseño y la construcción del equipo.

**4.10 Delegación:** es la Delegación o Subdelegación Federal del Trabajo de las Entidades Federativas y del Distrito Federal.

**4.11 Dictamen:** es el documento emitido por la Unidad de Verificación, en el que se determina si fueron o no fueron cumplidos todos los requerimientos establecidos en la presente Norma.

**4.12 Dispositivo de seguridad:** es cualquier válvula de seguridad, válvula de alivio de presión, disco de ruptura o cualquier otro elemento diseñado para desahogar una presión, que exceda el valor de calibración o de desfogue establecido para la operación segura del equipo.

**4.13 Equipo nuevo:** es aquel recipiente sujeto a presión o caldera que no ha sido usado.

**4.14 Equipo:** es cualquier caldera o recipiente sujeto a presión, incluyendo los recipientes criogénicos.

**4.15 Fluidos no peligrosos:** son aquellas sustancias químicas que en sus tres tipos de riesgos (a la reactividad, a la inflamabilidad y a la salud) son 0 y 1, exclusivamente, según lo establecido en la NOM-018-STPS-2000.

**4.16 Funcionamiento:** es la operación de un equipo en condiciones de seguridad, que se complementa con su mantenimiento y revisión.

**4.17 Gas licuado de petróleo; gas L.P.:** es un combustible en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

**4.18 Inspección de comprobación:** es la visita derivada de una inspección inicial o extraordinaria que tiene por objeto verificar que las medidas dictadas por el inspector se hayan cumplido.

**4.19 Inspección extraordinaria:** es aquella visita del inspector realizada de oficio, a solicitud del patrón, de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, de los trabajadores o con motivo de quejas presentadas por terceros ante la Autoridad del Trabajo, a fin de constatar que se cumple con los requerimientos establecidos en esta Norma, o antes de otorgar, en su caso, la ampliación de la vigencia a la autorización de funcionamiento. También es la visita de la UV, a petición de parte, a fin de verificar que se cumplen los requerimientos de la Norma antes de obtener, mediante la presentación del Formato N-020, la ampliación de la vigencia a la autorización de funcionamiento.

En la inspección extraordinaria también se pueden valorar las modificaciones o alteraciones realizadas a un equipo autorizado, al que se le han modificado sus condiciones de operación o su ubicación dentro del mismo centro de trabajo, y con base en ello la Delegación determinará si dicho equipo continúa o no funcionando con el mismo número de control.

**4.20 Inspección inicial:** es una inspección ordinaria que se realiza en la primera visita de la Autoridad del Trabajo para revisar los equipos, con el fin exclusivo de constatar que se cumple con los requerimientos establecidos en esta Norma, antes de otorgar la autorización de funcionamiento.

**4.21 Método alternativo:** es la iniciativa presentada por el patrón, en sustitución de las opciones de demostración de la seguridad del equipo, indicadas en la presente Norma.

**4.22 Patrón:** es la persona física o moral en cuyo centro de trabajo opera algún equipo y que es responsable de su funcionamiento. Para recipientes criogénicos, la responsabilidad de contar con la autorización de funcionamiento, será tanto del patrón usuario como del patrón propietario del equipo.

**4.23 Permiso provisional:** es aquel que por oficio otorga la Delegación, en tanto se realiza la inspección inicial y en el cual se otorga el número de control al equipo.

**4.24 Presión máxima de trabajo permitida:** es la más alta presión que, según su diseño o con los espesores actuales, puede resistir un equipo sin deformarse permanentemente, ni presentar fugas.

**4.25 Recipiente criogénico:** es un recipiente sujeto a presión de doble pared, cuyo recipiente interior contiene un líquido criogénico (oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono o argón), y que entre sus dos cuerpos tienen un espacio, vacío o con aislante térmico, para evitar la transferencia de calor.

**4.26 Recipiente sujeto a presión:** aparato construido para operar con fluidos a presión diferente a la atmosférica, proveniente dicha presión de fuentes externas o mediante la aplicación de calor desde una fuente directa, indirecta o cualquier combinación de éstas.

**4.27 Registro:** es una evidencia objetiva de la realización de actividades de operación, revisión y mantenimiento del equipo, en medios magnéticos, libros, bitácoras u otros.

**4.28 Revisión:** son las actividades realizadas por personal con conocimientos en la materia, para determinar que el equipo puede continuar funcionando en condiciones seguras.

**4.29 Riesgo inminente:** es la condición de funcionamiento de un equipo, fuera de sus parámetros normales de operación, que pone en peligro su integridad física, la de los trabajadores y/o las instalaciones del centro de trabajo.

**4.30 Secretaría:** Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

**4.31 Temperatura extrema:** es la temperatura exterior de un equipo, que en caso de entrar en contacto con la piel de una persona le provoca quemaduras. La temperatura extrema puede ser elevada o abatida.

**4.32 Transitorios relevantes:** son aquellas condiciones ocurridas fuera de los parámetros normales de operación segura de un equipo.

**4.33 Unidad de verificación (UV):** es la persona física o moral acreditada y aprobada en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para verificar el grado de cumplimiento de la presente Norma.

## 5. Obligaciones del patrón

**5.1** Mostrar a la Autoridad del Trabajo, cuando ésta se lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o a poseer, incluyendo la autorización de funcionamiento de aquellos equipos que la requieran.

**5.2** Presentar a la Secretaría, bajo protesta de decir verdad, la documentación e información para obtener la autorización de funcionamiento y mantenerla vigente, con el número de control asignado según lo establecido en el capítulo 8 y, en su caso, para notificar la baja de los equipos que cuenten con número de control otorgado por la Secretaría.

5.3 Contar con un listado de todos los equipos que se encuentren instalados en el centro de trabajo, no importando si requieren o no de la autorización de funcionamiento. Dicho listado debe contener al menos la siguiente información por equipo:

- a) nombre genérico del equipo;
- b) nombre o número de identificación del equipo;
- c) número de serie del fabricante, y fecha de fabricación, cuando exista;
- d) número de control asignado por la Secretaría, cuando así corresponda;
- e) presión de operación;
- f) fluidos manejados en el equipo;
- g) superficie de calefacción o capacidad volumétrica, la que aplique;
- h) lugar en donde se ubica el equipo físicamente dentro del centro de trabajo.

**Nota:** Para los recipientes portátiles que funcionen sin ubicación fija en un centro de trabajo, y para aquellos destinados a contener líquidos criogénicos que pueden ser cambiados por otros de las mismas características y especificaciones, se debe contar con un registro para poder identificar su ubicación en cualquier momento.

5.4 Demostrar ante la autoridad del trabajo o ante la unidad de verificación, según aplique, la seguridad de los equipos que requieran de autorización de funcionamiento y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, de conformidad con lo establecido en los capítulos 7 y 9. Las pruebas que, en su caso, se practiquen a los equipos y a sus dispositivos de seguridad, deben ser realizadas por personal capacitado, asignado o contratado por el patrón, para lo cual éste debe implementar las medidas de seguridad necesarias. Ejemplos de dichas medidas son: que no haya personas expuestas en caso de una falla en el equipo, equipo de protección personal requerido, pisos libres de grasa y/o agua, servicios médicos disponibles durante el desarrollo de las pruebas, entre otros, según aplique.

5.5 Contar, para todos los equipos que no requieran de la autorización de funcionamiento, con las condiciones mínimas de seguridad, de conformidad con lo establecido en los apartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6 y 7.1.7.

5.6 Cada uno de los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo deben tener una etiqueta, placa, marcado por golpe o similar, con el nombre del equipo o número de identificación, utilizando los medios apropiados para no dañar las paredes expuestas a presión. Dicha identificación debe estar relacionada en el listado a que se refiere el apartado 5.3.

5.7 Contar con personal capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el apartado 7.2.1 para la operación, mantenimiento o reparación de los equipos.

5.8 Notificar a la Delegación, por escrito, cuando los equipos que cuenten con autorización de funcionamiento dejen de operar definitivamente en el centro de trabajo o cambien de localización dentro del propio domicilio. Para los recipientes criogénicos aplica lo establecido en el apartado 10.1 inciso c).

## 6. Obligaciones de los trabajadores

6.1. Participar en la capacitación y adiestramiento que el patrón proporcione para el funcionamiento de los equipos.

6.2 Operar, revisar y dar mantenimiento a los equipos, de conformidad con la capacitación otorgada por el patrón.

6.3 Notificar al patrón las anomalías y condiciones inseguras de funcionamiento de los equipos, aunque las hayan subsanado por sí mismos

## 7. Condiciones mínimas de seguridad de los equipos

### 7.1 Condiciones físicas y operativas.

7.1.1 Los equipos ubicados cerca de pasillos de tránsito de vehículos o maniobras, deben ser resguardados contra golpes o impactos, acorde con las características de los vehículos que por esa zona circulen.

7.1.2 El sistema de soporte de los equipos debe mantenerse en condiciones tales que no afecten la operación segura del equipo, considerando, según se requiera, medidas contra la corrosión, degradación, inestabilidad, vibraciones y nivelación.

7.1.3 Los equipos deben disponer de los espacios libres necesarios para las actividades de operación, mantenimiento y revisión.

7.1.4 Los equipos que operen a temperaturas extremas deben estar protegidos y, en caso de posible contacto con personas, señalizados de conformidad con lo establecido en la NOM-026-STPS-1998.

7.1.5 Los equipos deben contar con aparatos auxiliares, cuando aplique, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad, de acuerdo con lo siguiente.

- a) el rango de los instrumentos de medición de presión debe abarcar entre 1.5 y 4 veces la presión normal de operación;
- b) los instrumentos de medición de presión, aparatos auxiliares y dispositivos de seguridad deben estar sujetos a programas de revisión y mantenimiento y, en su caso, de calibración;
- c) el punto de ajuste de los dispositivos de seguridad y de alivio de presión, debe estar de acuerdo con los requisitos para la operación segura del equipo, tomando en cuenta que, en ningún caso, será mayor a la máxima presión de trabajo permitida.

7.1.6 Los aparatos auxiliares de las calderas o generadores de vapor, deben mantenerse en condiciones seguras de operación.

7.1.7 El desahogo de los fluidos a través de las válvulas de seguridad en los equipos, debe dirigirse a un lugar donde no dañe a trabajadores ni al centro de trabajo.

## 7.2 Condiciones documentales.

7.2.1 Se debe contar con los procedimientos impresos en idioma español, que incluyan al menos las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común siguientes:

- a) de operación, para:
  - 1) el arranque y paro seguro de los equipos;
  - 2) la atención de emergencias;
  - 3) la capacitación y adiestramiento requeridos por el personal operador;
  - 4) el uso de los instrumentos de medición,
  - 5) los valores de los límites seguros de operación y los transitorios relevantes,
  - 6) el registro de las actividades,
  - 7) la conservación de esta información;
- b) de mantenimiento, para:
  - 1) definir la periodicidad y el alcance del mantenimiento preventivo;
  - 2) la capacitación y adiestramiento requerido del personal designado para efectuarlo;
  - 3) el uso de instrumentos de medición,
  - 4) implementar las medidas de seguridad de las actividades de reparación y mantenimiento;
  - 5) el registro y su conservación, de las actividades realizadas,

c) de revisión, para:

- 1) los requisitos de seguridad en el acceso a los equipos, cuando aplique;
- 2) la frecuencia de las revisiones;
- 3) la capacitación y adiestramiento requeridos del personal que realice las revisiones;
- 4) el uso de instrumentos de medición en las actividades de revisión;
- 5) registrar los reportes de resultados de las revisiones;
- 6) la conservación de esta información.

7.2.2 La siguiente información puede estar en el certificado de fabricación o en un documento respaldado por un ingeniero mediante su nombre, firma y anexando copia de su cédula profesional:

- a) presión y temperatura de diseño y de operación;
- b) presión de trabajo máxima permitida;
- c) dispositivos de seguridad (presión de calibración, área de desfogue y ubicación);
- d) capacidad volumétrica, para recipientes sujetos a presión y recipientes criogénicos;
- e) capacidad generativa, para calderas;
- f) fluidos manejados;
- g) especificaciones de los materiales de las paredes sujetas a presión (designación y esfuerzo a la tensión);
- h) normativa o código de construcción aplicable

**Nota:** Las especificaciones técnicas de los incisos b), c), d), e) y g) deben tener respaldo en cálculos o tablas de la normativa o del código de construcción aplicable, basados en las condiciones de diseño o de servicio del equipo.

7.2.3 Dibujos o planos de los equipos, que al menos contengan:

- a) cortes principales del equipo;
- b) detalles relevantes (ubicación de boquillas, por ejemplo);
- c) acotaciones básicas (espesores, diámetros, longitudes, entre otras);
- d) arreglo básico del sistema de soporte.

**Nota:** Los dibujos, planos o documentos deben estar avalados por el fabricante o constructor del equipo, o por un responsable técnico designado por el patrón. Si existe la necesidad de generar dibujos, planos o documentos nuevos por carecer de los de fabricación, el responsable técnico que los avale debe ser un profesional con experiencia en el área de diseño, mantenimiento o inspección de los equipos. La información presentada debe incluir la condición actual del equipo, y las modificaciones efectuadas deben estar avaladas como se indica, ya sea en documentos separados o en una revisión del dibujo, plano o documento.

7.2.4 Registros de:

- a) operación;
- b) mantenimiento;
- c) revisiones

## 8. Procedimiento para obtener la autorización de funcionamiento

8.1 El patrón puede optar por cualquiera de las opciones establecidas en los apartados 8.2 y 8.3, para obtener la autorización de funcionamiento de los equipos que la requieran.

8.2 Trámite sin participación de UV para obtener la autorización de funcionamiento del equipo.

8.2.1 Presentar en la Delegación el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, seleccionando en el bloque 1 la opción "solicitud de autorización de funcionamiento".

**8.2.2** Al Formato N-020 se debe adjuntar el croquis de localización del equipo en el centro de trabajo.

**8.2.3** Seleccionar en el Formato N-020 una de las opciones indicadas en el bloque 6 para demostrar la seguridad del equipo, y otra para la demostración de la confiabilidad de los dispositivos de seguridad, de acuerdo a lo siguiente:

- a) para el equipo:
  - 1) prueba de presión, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.1;
  - 2) exámenes no destructivos, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.2;
  - 3) expediente de integridad mecánica, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.3;
  - 4) método alternativo, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.4;
- b) para los dispositivos de seguridad:
  - 1) prueba de funcionamiento, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.5;
  - 2) demostración documental, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.6.

**8.2.4** Como resultado de la presentación del Formato N-020 la Delegación emitirá, en caso de ser procedente, una autorización provisional con un número de control para cada equipo y programará la visita de inspección inicial. En el caso de que se soliciten métodos alternativos, es requisito indispensable para emitir la autorización provisional, contar con la autorización de métodos alternativos que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo establecido en el apartado 9.4

**8.2.5** Cuando los resultados de la inspección inicial sean satisfactorios, se otorgará la autorización de funcionamiento en el acta de inspección, cuyo número de control será igual al de la autorización provisional. La vigencia de la autorización de funcionamiento será de cinco años para equipos usados y diez años para equipos nuevos, y al menos 30 días antes de su término, el patrón debe tramitar la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento, mediante cualquiera de las opciones establecidas en los apartados 8.5 y 8.6.

**8.2.6** El tiempo máximo de respuesta de la Delegación a la solicitud está sujeta a la opción seleccionada, de acuerdo a lo siguiente:

- a) 10 días naturales, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea vía prueba de presión o exámenes no destructivos o expediente de integridad mecánica;
- b) 45 días naturales, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea a través de métodos alternativos.

**8.3** Trámite con participación de UV para obtener la autorización de funcionamiento del equipo.

**8.3.1** Presentar en la Delegación, el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, indicando en el bloque 1 la opción "aviso de funcionamiento", anexando el dictamen favorable emitido por una UV. Para que el dictamen emitido por la UV sea reconocido por la Delegación, éste debe ser presentado dentro de los 90 días posteriores a su emisión

**8.3.2** En el Formato N-020 se debe seleccionar una de las opciones citadas en el bloque 6, como se establece en el apartado 8.2.3, para indicar la demostración de la seguridad del equipo y otra de las opciones para la demostración de la confiabilidad de los dispositivos de seguridad, ambos ante la UV. Las visitas de verificación a realizar por la UV, serán en fechas establecidas de común acuerdo con el patrón.

**8.3.3** Si el patrón elige la opción de un método alternativo para demostrar la seguridad del equipo, debe obtener previamente la autorización de la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo y, hasta contar con ésta, coordinará con la UV la verificación. La documentación para obtener la autorización de los métodos alternativos, debe presentarse en la Delegación o directamente en la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los términos del artículo 8o. del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y con el contenido establecido en el apartado 9.4.

**8.3.4** Si el patrón determina demostrar la seguridad del equipo mediante la práctica de una prueba de presión, de exámenes no destructivos o por demostración documental (expediente de integridad mecánica), éste y la UV se deben apegar, según corresponda, a lo establecido en los apartados 9.1, 9.2 o 9.3.

**8.3.5** El dictamen emitido por la UV debe cumplir con lo establecido en el capítulo 12.

**8.3.6** Como resultado de la presentación del aviso de funcionamiento, acompañado del dictamen favorable emitido por una UV, la Delegación, en su caso, reconocerá el dictamen y asignará el número de control al equipo mediante oficio de autorización de funcionamiento, con una vigencia de 10 años para equipos nuevos y cinco años para equipos usados.

**8.3.7** El tiempo máximo de respuesta de la Delegación para reconocer el dictamen y emitir la autorización de funcionamiento con el número de control, es de cinco días hábiles.

**8.4** Al menos 30 días antes del término de la vigencia, se debe tramitar la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento mediante cualquiera de las opciones establecidas en los apartados 8.5 y 8.6

**8.5** Trámite para la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento sin participación de UV

**8.5.1** Presentar en la Delegación el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, seleccionando en el bloque 1 "solicitud de ampliación de la vigencia" y anotando el número de control del equipo previamente asignado por la Secretaría.

**8.5.2** Adjuntar el croquis de localización del equipo.

**8.5.3** Como resultado de la presentación del Formato N-020, la Delegación, en su caso, programará una visita de inspección extraordinaria. En el caso de que se haya solicitado un método alternativo para la demostración de la seguridad del equipo, se debe contar con la autorización del método alternativo que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo establecido en el apartado 9.4.

**8.5.4** El tiempo de respuesta de la Delegación, será de 10 días naturales a partir de:

- a) haber recibido la solicitud, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea vía prueba de presión, exámenes no destructivos o demostración documental; ...
- b) haber recibido la autorización de métodos alternativos, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea a través de métodos alternativos

**8.5.5** Cuando los resultados de la inspección extraordinaria sean satisfactorios, se ampliará la vigencia de la autorización de funcionamiento en el acta de inspección por cinco años más

**8.6** Trámite para la ampliación de la vigencia con participación de UV.

**8.6.1** Al menos 30 días antes del término de la vigencia de la autorización de funcionamiento, se debe presentar en la Delegación el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, anotando en el bloque 1 "aviso de ampliación de la vigencia", el número de control del equipo asignado previamente por la Secretaría y adjuntar el dictamen favorable expedido por una UV, en el que ésta dictamine que los equipos cumplen con lo establecido en la presente Norma para su funcionamiento en condiciones de seguridad. Para que el dictamen emitido por la UV sea reconocido por la Delegación, éste debe ser presentado dentro de los 90 días posteriores a su emisión.

**8.6.2** Al Formato N-020 se debe adjuntar el croquis de localización del equipo en el centro de trabajo.

**8.6.3** En el Formato N-020 se debe indicar una de las opciones citadas en el bloque 6, como se establece en el apartado 8.2.3, tanto para la demostración de la seguridad del equipo, como para la demostración de la confiabilidad de los dispositivos de seguridad.

**8.6.4** Las vistas de verificación realizadas por la UV serán en las fechas que ésta establezca de común acuerdo con el patrón.

**8.6.5** Si el patrón determina demostrar la seguridad del equipo mediante la práctica de prueba de presión, de exámenes no destructivos o de demostración documental, éste y la UV se deben apegar, según corresponda, a lo establecido en los apartados 9.1, 9.2 o 9.3.

**8.6.6** Si el patrón elige la opción de un método alternativo para demostrar la seguridad del equipo, debe contar en la visita de verificación, con la autorización que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo. La documentación para obtener la autorización del método alternativo, debe presentarse en la Delegación o directamente en la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los términos del artículo 8o. del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y con el contenido establecido en el apartado 9.4.

**8.6.7** El dictamen emitido por la UV debe cumplir con lo establecido en el capítulo 12.

**8.6.8** Como resultado de la presentación ante la Delegación del aviso de ampliación de la vigencia, al que se adjunte el dictamen favorable emitido por una UV, la Delegación, en su caso, reconocerá el dictamen y ampliará la vigencia por cinco años.

**8.6.9** El tiempo máximo de respuesta de la Delegación para reconocer el dictamen y ampliar la vigencia de la autorización de funcionamiento es de cinco días hábiles.

**Nota:** Cuando los tiempos de respuesta a que se refieren los apartados 8.2.6, 8.3.7, 8.5.4 y 8.6.9 sean concluidos y las delegaciones no hayan entregado respuesta de resolución a las peticiones de los patrones, se consideran autorizadas las solicitudes presentadas y en estos casos el interesado podrá solicitar el comprobante correspondiente, por escrito, a la Delegación, quien en un máximo de dos días deberá proporcionarlo.

## **9. Demostración de la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad**

**9.1** Prueba de presión. El equipo debe ser preparado para realizar la prueba en las visitas de inspección inicial y extraordinaria o ante la unidad de verificación, según aplique.

**9.1.1** Prueba de presión hidrostática. La prueba consiste en presurizar al equipo sin estar en funcionamiento y desenergizado, desconectado de sus partes mecánicas y neumáticas, a una temperatura no mayor de 40°C, con graficador de presión o manómetro calibrado conectado al equipo, hasta una presión de prueba que debe ser al menos 10% por arriba de la presión de calibración del dispositivo de seguridad (el de menor valor, cuando se cuente con más de un dispositivo de seguridad), con un fluido incompresible cuyo comportamiento al incremento de presión no genere riesgos, y aplicar el siguiente procedimiento genérico:

- a) determinar el valor de la presión de prueba a que será sometido el equipo;
- b) incrementar paulatinamente la presión en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente hasta 33%, 66% y 100%);
- c) mantener la presión en cada una de las dos primeras etapas, durante el tiempo suficiente para inspeccionar visualmente las posibles deformidades, lagrimeos, fugas, decrementos de presión en el manómetro o graficador de presión, o cualquier otra señal que pudiera decidir suspender la prueba y determinar los resultados como no satisfactorios;
- d) al llegar al valor de la presión de prueba, esperar al menos 30 minutos manteniendo esta presión, e inspeccionar según se establece en el inciso c), si no existe un decremento de presión de más de 5% del valor de la presión de prueba o no hay motivos para considerar que el equipo operará sin condiciones de seguridad, la prueba se considerará satisfactoria.

**9.1.2** Prueba de presión hidrostática-neumática. La prueba consiste en un incremento de presión al recipiente interior del recipiente criogénico, debiendo estar desconectado de la línea a la que suministra fluido a presión, contener el mismo líquido criogénico con el que opera, cuando menos al 60% de su capacidad y el complemento de su capacidad con un gas inerte; contar con un graficador de presión o manómetro calibrado conectado al recipiente interior y un vacuómetro conectado al espacio anular del recipiente criogénico y aplicar el siguiente procedimiento genérico:

- a) determinar el valor de la presión de prueba, de conformidad con lo siguiente: para los recipientes en servicio de gases, el valor de la presión de prueba debe ser igual a la presión de diseño del equipo; para los recipientes en servicio de líquidos, el valor de la presión de prueba debe ser igual a la presión de calibración del dispositivo de seguridad del equipo;
- b) incrementar paulatinamente la presión, en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente 33%, 66% y 100%);
- c) mantener la presión en cada una de las dos primeras etapas, durante al menos 15 minutos, para determinar posibles decrementos de presión en el manómetro o graficador de presión, incrementos de presión en el vacuómetro, o cualquier otra señal que pudiera decidir suspender la prueba y determinar los resultados como no satisfactorios;

- d) al llegar al valor de presión de prueba, esperar al menos 30 minutos manteniendo esta presión, e inspeccionar según se establece en el apartado 9.1.1 inciso c);
- e) si no existe un decremento de presión de más del 5% del valor de la presión de prueba, un incremento de la presión en el vacuómetro o no hay motivos para considerar que el equipo operará sin condiciones de seguridad, la prueba se considerará satisfactoria;
- f) durante la prueba se debe contar con el diagrama de control de flujo de las conexiones del recipiente criogénico

**Nota:** En función de los riesgos por el valor de la presión de prueba y por el fluido con que se practique la prueba, el patrón debe adoptar las medidas de seguridad durante su desarrollo para proteger a los trabajadores, a los responsables de la inspección y a las instalaciones del centro de trabajo

**9.1.3 Prueba neumática.** Esta prueba sólo puede ser aplicada en recipientes sujetos a presión en que la presión de calibración de su dispositivo de seguridad sea igual o menor de 10 kg/cm<sup>2</sup>; que su capacidad volumétrica no sea superior a 10 m<sup>3</sup>; que la presión interna máxima sea al menos de 20 kg/cm<sup>2</sup> (tomando como referencia los espesores reales del equipo) y el fluido que maneje sea exclusivamente aire. La prueba se debe efectuar con una variación máxima de 1°C de la temperatura en el recipiente sujeto a presión y con las medidas de seguridad para garantizar que no existan riesgos a las instalaciones ni al personal. La prueba consiste en someter al recipiente sujeto a presión, sin estar en funcionamiento, desconectado de sus partes eléctricas, mecánicas y neumáticas hasta la primera brida no soldada, con un graficador de presión o manómetro conectado al recipiente y utilizando aire o gas inerte y a una temperatura no mayor de 40°C, a un valor de presión de prueba que debe estar entre 10% y 15% por arriba del valor de la presión de calibración del dispositivo de seguridad, y se debe aplicar el siguiente procedimiento genérico:

- a) determinar el valor de la presión de prueba;
- b) incrementar paulatinamente la presión en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente hasta 33%, 66% y 100%). Cualquier comportamiento del equipo en los incrementos de presión que a juicio del inspector o de la unidad de verificación represente un riesgo (abombamientos, deformidades o fugas, por ejemplo), será motivo para suspender la prueba y determinar el resultado de ésta como no satisfactoria;
- c) al llegar al valor de la presión de prueba, bloquear el suministro de presión; esperar al menos 15 minutos y observar. Cualquier comportamiento del equipo que a juicio del inspector o de la unidad de verificación represente un riesgo (abombamientos, deformidades o fugas, por ejemplo) será motivo para suspender la prueba y determinar el resultado de ésta como no satisfactoria;
- d) si existe decremento de presión de más del 5% del valor de la presión de prueba, ésta se considerará no satisfactoria.

**Nota:** Esta prueba es considerada de alto riesgo, por lo que se recomienda realizar un análisis de los riesgos que implica optar por esta opción. El patrón asume la responsabilidad de la seguridad de los que intervienen durante su realización

**9.2 Exámenes no destructivos** El patrón debe tener el equipo preparado para realizar los exámenes no destructivos en las visitas de inspección inicial o extraordinaria que realice la autoridad del trabajo o, en su caso, en las verificaciones correspondientes de la unidad de verificación.

**9.2.1** Los procedimientos deben ser desarrollados con base en las normas mexicanas existentes, relacionadas con exámenes no destructivos aplicados a equipos, y a falta de éstas, podrán utilizarse como referencia normas o códigos extranjeros

**9.2.2** Los procedimientos impresos deben contener los requisitos de calificación del personal, para establecer las variables de condiciones esenciales de aplicación del método para realizar los exámenes, interpretarlos y evaluar sus resultados. La calificación y certificación del personal que los desarrolle, aplique, interprete y evalúe, debe cumplir con lo establecido en la NMX-B-482 o sus equivalentes normas o códigos extranjeros. Los técnicos que desarrollen, apliquen, interpreten y evalúen pruebas no destructivas, no deben realizar funciones asignadas a unidades de verificación, para los equipos motivo de su aplicación.

**9.2.3** Los exámenes y su alcance de aplicación (zonas críticas y puntos de medición, entre otros), deben ser el resultado de la revisión del equipo, del análisis efectuado de su funcionamiento y de la factibilidad para su aplicación, deben ser realizados por personal especialista en los equipos, con experiencia en el diseño, construcción, inspección en servicio, materiales, soldadura, corrosión y amplio conocimiento de códigos,

normas y especificaciones técnicas en la matena, y aplicarse, al menos una combinación de un examen volumétrico y uno superficial o uno de fuga, según el siguiente listado no limitativo:

- a) volumétricos:
  - 1) ultrasonido industrial;
  - 2) radiografía industrial;
  - 3) radiografía con neutrones (radiografía neutrónica);
  - 4) emisión acústica;
- b) superficiales.
  - 1) líquidos penetrantes;
  - 2) electromagnetismo (corrientes de Eddy);
  - 3) partículas magnéticas,
- c) de fuga
  - 1) por variación de presión;
  - 2) espectrómetro de masas;
  - 3) por burbujas.

9.2.4 Cada procedimiento debe contar, al menos, con la información siguiente:

- a) la secuencia, paso a paso, para llevar a cabo el examen al equipo;
- b) la descripción de los utensilios, materiales, accesorios y características de los aparatos e instrumentos (con certificados vigentes de calibración), a ser utilizados en la práctica de los exámenes;
- c) el dibujo del equipo (con indicación gráfica de las zonas y/o puntos a inspeccionar, cuando sea necesario);
- d) el nombre del personal designado por el patrón para desarrollar y aplicar los exámenes, y para interpretar y evaluar los resultados, con la justificación de la experiencia o capacitación recibida para dichos trabajos,
- e) los criterios para aceptar o rechazar los resultados obtenidos y que servirán de base para indicar si los exámenes practicados fueron o no satisfactorios,
- f) el código o norma utilizado como referencia para realizar el examen;
- g) las medidas de seguridad a implementarse, cuando aplique

9.3 Expediente de integridad mecánica Para acceder a esta opción, el patrón debe contar con un sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos que tenga elementos aplicables, entre otros, a la integridad mecánica

9.3.1 El sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos debe estar implementado de tal manera que se pueda demostrar, con evidencias, que se cubren al menos los aspectos siguientes:

- a) mantenimiento;
- b) reparaciones o modificaciones;
- c) revisiones;
- d) operación;
- e) planes de emergencia;
- f) análisis de riesgos;
- g) documentación y registros.

9.3.2 El sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos debe estar instrumentado, básicamente, en forma de procedimientos o instructivos escritos y aprobados por los responsables técnicos operativos de los equipos y por el patrón, mismos que deben contemplar la generación de evidencias documentales de las actividades.

9.3.3 El patrón debe presentar, anexo al Formato N-020, una descripción resumida del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos, y explicar como su implementación provee un grado de confianza aceptable para la operación segura del equipo.

9.3.4 En la descripción a que se refiere el apartado 9.3.3 se deben considerar al menos, los puntos siguientes, además de incluir la descripción del objetivo del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos:

- a) mantenimiento: programas, procedimientos aplicables, la capacitación o calificación mínima del personal (incluyendo al que efectúe reparaciones) y el registro de las actividades;
- b) revisión en servicio: programas, métodos y procedimientos de inspección, calificación mínima del personal operador y evaluador, criterios de aceptación y rechazo y el registro de las actividades,
- c) modificaciones a los equipos, con la descripción del tipo de control administrativo y técnico (revisión y aprobación) que se ejerce para efectuar modificaciones al equipo, y su registro de actividades;
- d) operación: procedimientos aplicables, descripción de actividades en caso de una emergencia (incluyendo medios disponibles para mitigar los efectos), las pruebas periódicas (a todo el equipo o sus partes, según aplique), calibración de los instrumentos de medición, la capacitación del personal y el registro de las actividades;
- e) documentación y registros con la descripción de cómo se asegura que se usan documentos actualizados en las actividades de mantenimiento, operación y revisión; la forma en que se asegura que se generan sistemáticamente registros de las actividades citadas, así como el manejo de los registros.

9.3.5 El patrón debe exhibir en la inspección correspondiente, un expediente de integridad mecánica, que debe ser el resultado de la implementación del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos, mediante procedimientos.

9.3.6 El expediente de integridad mecánica debe contener los documentos esenciales, que permitan conocer el estado de la integridad mecánica y operativa de cada equipo (incluyendo sus aparatos auxiliares) y dispositivos de seguridad. Este expediente debe mantenerse actualizado por toda la vida operativa del equipo.

9.3.7 En la tabla 1 se establece la documentación mínima que debe contener el expediente de integridad mecánica de cada equipo. El patrón debe agregar la información que sea necesaria para evidenciar el estado del equipo.

**TABLA 1**  
**DOCUMENTOS MINIMOS A CONTENER EN EL EXPEDIENTE DE INTEGRIDAD MECANICA**

DOCUMENTOS O REGISTROS	RECIPIENTE NUEVO	RECIPIENTE USADO
1 Índice del expediente	A	A
2 Formato N-020 (copia del presentado a la STPS)	A	A
3 De fabricación:		
a) dibujo, plano o documento (libro de proyecto, manual, catálogo) del equipo;	A	A
b) fotografía o calca de placa de datos del equipo adherida o estampada por el fabricante en el equipo;	A	A
c) certificado de cumplimiento con norma o código de fabricación;	A	A
d) certificado de pruebas hidrostáticas de fábrica.	A	A
4 Descripción breve de la operación del equipo, función, riesgos inherentes y medios de control.	A	A
5 Resumen cronológico de las revisiones y mantenimientos efectuados, congruentes con un programa que para tal efecto se tenga, debidamente registrados y documentados, de esas actividades.	N/A	A
6 Resumen cronológico de las modificaciones y alteraciones efectuadas al equipo, debidamente registrados y documentados, de esas actividades.	N/A	A
7 Resumen cronológico de las reparaciones que implicaron soldadura en el cuerpo sujeto a presión, debidamente registrados y documentados, de esas actividades.	N/A	A
8 Resumen de los resultados de las revisiones en servicio efectuadas, debidamente registrados y documentados	N/A	A
9 Identificación de los dispositivos de seguridad que protegen al equipo y documentación de las calibraciones.	A	A
10 Resumen de transitorios relevantes y resultados del análisis efectuado para determinar sus consecuencias	N/A	A

A. Aplica, N/A: No Aplica

9.3.8 La documentación del expediente de integridad mecánica debe contener la información indicada en los apartados 7.2.2 y 7.2.3

9.3.9 Todos los resultados de las revisiones deben estar avalados por escrito y firmados por el responsable técnico de mantenimiento, operación o inspección, según aplique.

9.4 Método alternativo El patrón debe contar con la autorización que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, y los documentos autorizados para su evaluación, así como tener el equipo preparado para su revisión en la visita de inspección inicial o extraordinaria.

9.4.1 La información que el patrón presente en su solicitud de autorización de métodos alternativos, debe ser la siguiente:

- a) justificación técnica o económica para solicitar la práctica de métodos alternativos al equipo;
- b) en caso de considerar pruebas, la metodología para su desarrollo, que contenga, al menos:

- 1) los procedimientos, paso a paso, para llevar a cabo las pruebas;
  - 2) la descripción de los utensilios, materiales, accesorios y características de los aparatos e instrumentos (con certificados vigentes de calibración), que se usarán en el desarrollo del procedimiento;
  - 3) el dibujo del equipo (con indicación gráfica de las zonas o puntos a inspeccionar cuando sea necesario);
  - 4) el personal designado por el patrón para desarrollar las pruebas, interpretar y evaluar los resultados, con la justificación de la experiencia o capacitación recibida para dichos trabajos;
- c) los criterios para aceptar o rechazar los resultados obtenidos y que servirán de base para determinar si el método alternativo practicado resulta satisfactorio,
- d) en su caso, las medidas de seguridad necesarias para desarrollar los procedimientos.

9.5 Prueba de funcionamiento. Los dispositivos de seguridad deben ser probados en presencia de la unidad de verificación o de la autoridad del trabajo, según aplique, para abrir a la presión de calibración en el propio equipo, o mediante simulación en un banco de pruebas, cuando por las características de operación de los equipos, por los fluidos contenidos en ellos, o por los riesgos que pudieran generarse, no sea posible efectuar la prueba en el equipo.

9.5.1 El punto de ajuste o valor de la presión de calibración del dispositivo de seguridad, debe ser mayor que la presión de operación y menor o igual que la presión de diseño del equipo

9.5.2 Cuando el valor de la presión de calibración de los dispositivos de seguridad se encuentre por debajo del valor de la presión de operación del equipo, por encontrarse conectados en circuitos de equipos, el patrón debe demostrar técnicamente a la autoridad del trabajo o a la UV, según aplique, que los dispositivos de seguridad protegen al equipo.

9.6 Demostración documental. El patrón debe contar con los documentos que validen la calibración, con patrones trazables de los instrumentos de medición con los que fueron ajustados o verificados los dispositivos de seguridad, con base en un programa de calibración establecido

## 10. Recipientes criogénicos

Los recipientes criogénicos por sus características de instalación temporal en los centros de trabajo, requieren de un tratamiento especial para su control, por lo que para ellos aplica adicionalmente este capítulo

10.1 Para obtener la autorización de funcionamiento, los patrones deben cumplir con lo establecido en el capítulo 8, con las consideraciones siguientes.

- a) el Formato N-020 debe ser firmado tanto por el patrón propietario como por el patrón usuario;
- b) la Delegación, en su caso, otorgará la autorización de funcionamiento, misma que será válida sólo en el domicilio en donde se ubique el recipiente criogénico, con el correspondiente número de control a nombre del patrón propietario y del patrón usuario, compartiendo éstos las responsabilidades aplicables;
- c) cuando el equipo sea retirado del centro de trabajo para el que fue autorizado y sea instalado para su funcionamiento en un nuevo centro de trabajo, el patrón propietario del equipo debe notificar a la Delegación correspondiente la nueva ubicación del recipiente criogénico, presentando para tal efecto el Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación, de conformidad con lo establecido en el formato N-020-C del apéndice B firmado por el patrón propietario y por el nuevo patrón usuario y adjuntando el nuevo croquis de localización,
- d) si la nueva ubicación del recipiente criogénico corresponde a una entidad federativa diferente a aquella de la que se retira el equipo, el patrón debe presentar el Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación a la Delegación de la entidad federativa en que se instale el recipiente, y presentar copia del aviso de reubicación, que funcionará como notificación de baja, a la Delegación de la entidad federativa donde el equipo deja de funcionar;

- e) la Delegación que reciba el Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación, debe tomar nota de lo anterior y, en su caso, programar la inspección correspondiente, y mantener el mismo número de control del recipiente criogénico;
- f) la Delegación donde deje de funcionar el recipiente criogénico y que reciba la copia del Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación, debe tomar nota de lo anterior y dar de baja en sus archivos el número de control del recipiente criogénico.

10.2 Para ampliar la vigencia de la autorización de funcionamiento se debe presentar el formato N-020 del apéndice A y en caso de que cambien las condiciones de operación y/o ubicación, también el formato N-020-C del apéndice B.

### 11. Inspecciones

11.1 En una visita de inspección inicial o extraordinaria, practicada con el fin de otorgar, en su caso, la autorización de funcionamiento o la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento para cada equipo, para que sea considerada como satisfactoria, el inspector verificará:

- a) que se cuente con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el capítulo 7;
- b) que el equipo cuente con el nombre o número de identificación;
- c) que el personal que lo opere o le dé mantenimiento haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el apartado 7.2.1;
- d) en su caso, que el patrón cuente con la autorización de métodos alternativos, con la documentación correspondiente para su desarrollo y con el equipo preparado para probarlo;
- e) que el patrón demuestre la seguridad del equipo y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, con base en las opciones seleccionadas en el bloque 6 del formato N-020.

11.2 En el acta de inspección en que se otorgue la autorización de funcionamiento o su ampliación, el inspector además de asentar que constató que el equipo cumple con los requerimientos que establece la presente Norma, debe anotar la opción que eligió el patrón para demostrar la seguridad tanto del equipo como la de sus dispositivos de seguridad

11.3 Para recipientes criogénicos, en una visita de inspección inicial o extraordinaria, se deben verificar los capítulos 7, 9 y 10.

11.4 Si el resultado de cualquier visita de inspección es no satisfactorio, el inspector requerirá que se corrijan las deficiencias detectadas, lo asentarán en el acta de inspección correspondiente, estableciendo un plazo máximo de 30 días naturales para su cumplimiento. Cuando no sea posible corregir las deficiencias detectadas, el inspector asentarán en el acta de inspección que dicho documento no constituye la autorización de funcionamiento o, en su caso, que no constituye la ampliación de la autorización de funcionamiento, colocará sobre los equipos, según aplique, las leyendas a que se refieren los apartados 11.6 y 11.7, y asentarán en el acta que el patrón debe notificar la baja del equipo a la Delegación, en un plazo no mayor de 15 días naturales posteriores al cierre del acta. Si el inspector coloca las leyendas a que se refieren los apartados 11.6 u 11.7, éstas sólo podrán ser retiradas por la autoridad del trabajo, siempre y cuando se demuestre que el equipo ha sido reparado y reúne las condiciones de seguridad.

11.5 En una visita de inspección practicada con objeto de comprobar el cumplimiento de la presente Norma en un centro de trabajo, para que se considere satisfactoria, el inspector verificará que se cumpla con lo siguiente:

- a) que todos los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo estén relacionados en un listado, con la información a que se refiere el apartado 5.4;
- b) que todos los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo cuenten con el nombre o número de identificación;
- c) que los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cuenten con ella o con el permiso provisional;
- d) que todos y cada uno de los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cumplan con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el capítulo 7;
- e) que los equipos que no requieren de la autorización de funcionamiento cuenten con las condiciones mínimas de seguridad a que se refieren los apartados del 7.1.1 al 7.1.7;

- f) que el personal que opere o dé mantenimiento a los equipos, cuente con la capacitación con base en los procedimientos a que se refiere el apartado 7.2.1.

11.6 Cuando en cualquier visita de inspección se detecten equipos que no reúnan las condiciones de seguridad que establece esta Norma o se detecten equipos que requiriendo de la autorización de funcionamiento no cuenten con ella o con la autorización provisional, el inspector debe hacerlo del conocimiento del patrón y de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, dejar asentado el hecho en el acta correspondiente y colocar sobre los equipos un aviso con la leyenda siguiente:

<p><b>ATENCIÓN</b></p> <p><b>EQUIPO NO AUTORIZADO PARA SU FUNCIONAMIENTO</b></p> <p>Secretaría del Trabajo y Previsión Social</p> <p>Delegación Federal del Trabajo en el Estado de _____</p> <p>La operación del presente equipo queda bajo la exclusiva responsabilidad del patrón. La Secretaría no autoriza su funcionamiento. Esta medida se toma de acuerdo al contenido del acta No _____ de fecha _____ con fundamento en los artículos 32 y 34 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.</p>
---

En caso de que el patrón no cumpla con lo ordenado por el inspector, en relación a las deficiencias encontradas, se le considerará reincidente, procediendo conforme a lo que señala el artículo 512-D de la Ley Federal del Trabajo y se ordenará la baja definitiva del equipo, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 164 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

11.7 Cuando en cualquier visita de inspección se detecten condiciones de riesgo inminente de un equipo, el inspector debe hacerlo del conocimiento del patrón y de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, dejar asentado el hecho en el acta correspondiente y colocar sobre los equipos un aviso con la leyenda siguiente.

<p><b>PELIGRO</b></p> <p><b>EQUIPO NO AUTORIZADO PARA SU FUNCIONAMIENTO Y CON RIESGO INMINENTE</b></p> <p>Secretaría del Trabajo y Previsión Social</p> <p>Delegación Federal del Trabajo en el Estado de _____</p> <p>La operación del presente equipo queda bajo la exclusiva responsabilidad del patrón. La Secretaría no autoriza su funcionamiento. Esta medida se toma de acuerdo al contenido del acta No _____ de fecha _____ con fundamento en los artículos 32 y 34 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.</p>
---

## 12. Unidades de verificación

12.1 El patrón tiene la opción de utilizar los servicios de una UV para obtener el dictamen de cumplimiento por equipo, por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo, que sirva, en su caso, para obtener la autorización de funcionamiento o su ampliación de vigencia.

12.1.1 Las UV, para otorgar dictamen por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo deben verificar.

- a) que todos los equipos motivo de la verificación estén relacionados en el listado a que se refiere el apartado 5.3;
- b) que todos los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo cuenten con el nombre o número de identificación asignado por la empresa,
- c) que los equipos que así lo requieran cuenten con la autorización de funcionamiento;

- d) que todos y cada uno de los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cumplan con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el capítulo 7;
- e) que el personal que opere o dé mantenimiento a los equipos haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el apartado 7.2.1;
- f) que los equipos que no requieren de la autorización de funcionamiento cuenten con las condiciones mínimas de seguridad a que se refieren los apartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4 y 7.1.5 incisos a) y b).

**12.1.2 Las UV para emitir el dictamen por equipo, deben verificar:**

- a) que para el equipo en cuestión se cuente con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el capítulo 7, según le aplique;
- b) que el equipo cuente con el nombre o número de identificación;
- c) que el personal que lo opere o le dé mantenimiento, haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el apartado 7.2.1;
- d) en su caso, que el patrón cuente con la autorización de métodos alternativos, con la documentación correspondiente para su desarrollo y con el equipo preparado para probarlo, de conformidad con lo establecido en el apartado 9.4;
- e) según le aplique, que el patrón demuestre la seguridad del equipo y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, con base en las opciones establecidas en el capítulo 9.

12.2 Las UV podrán orientar al patrón para el cumplimiento de las disposiciones que le apliquen, a fin de emitir el dictamen favorable de cumplimiento de todos sus equipos, dictamen favorable de cumplimiento por equipo o dictamen favorable de cumplimiento por conjunto de equipos

**12.3 Las UV no deben:**

- a) practicar la demostración de la seguridad de los equipos ni de sus dispositivos de seguridad;
- b) elaborar planos o documentos para dar cumplimiento a los apartados 5.4 al 5.8;
- c) proporcionar capacitación a los trabajadores de la empresa evaluada;
- d) realizar trámites ante la Secretaría para obtener la autorización o ampliación de funcionamiento o la autorización de métodos alternativos

**12.4 Las unidades de verificación deben emitir sus dictámenes consignando la información siguiente:**

- a) datos del centro de trabajo:
  - 1) nombre, denominación o razón social;
  - 2) domicilio completo;
  - 3) nombre o número de identificación del equipo y, en su caso, el número de control asignado por la Secretaría;
- b) datos de la unidad de verificación:
  - 1) nombre, denominación o razón social;
  - 2) número de aprobación otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
  - 3) norma verificada;
  - 4) resultado de la verificación;
  - 5) nombre y firma del representante legal;
  - 6) lugar y fecha en la que se expide el dictamen;
  - 7) motivo del dictamen (para obtener la autorización de funcionamiento o para obtener la ampliación de la vigencia);
  - 8) vigencia del dictamen.

12.5 El dictamen emitido por las unidades de verificación debe precisar la manera en que el patrón demostró la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad, y las condiciones de seguridad e higiene a que se refiere el capítulo 7, según le aplique, al momento de la verificación.

12.6 La vigencia de los dictámenes de cumplimiento general de la presente Norma es de cinco años, siempre y cuando se cuente con las autorizaciones de funcionamiento vigentes de todos los equipos, y se conserven las condiciones de seguridad establecidas en el capítulo 7, para cada uno de ellos.

12.7 La vigencia de los dictámenes por equipo emitidos por las UV, para su presentación ante la Delegación, es de noventa días.

**Apéndice A**  
**Formato N-020**  
**SOLICITUD/AVISO**

<b>Bloque 1 Tipo de trámite:</b>	
Solicitud de autorización de funcionamiento	<input type="checkbox"/>
Aviso de funcionamiento (con participación de UV)	<input type="checkbox"/>
Solicitud de ampliación de la vigencia	<input type="checkbox"/> No. de control S.T.P.S. _____
Aviso de ampliación de la vigencia (con participación de UV)	<input type="checkbox"/> No. de control S.T.P.S. _____
<b>Bloque 2 Datos del patrón:</b>	
Nombre, razón o denominación social _____	
Domicilio completo del centro de trabajo en donde se ubica el equipo. _____	
<b>Bloque 3 Identificación del equipo:</b>	
Nombre o número de identificación: _____	
Número de serie: _____	
Ubicación física del equipo en el centro de trabajo (área, planta): _____	
Tipo y uso. _____	
<b>Bloque 4 Especificaciones técnicas del equipo:</b>	
Fabricante, lugar y año de fabricación _____	
Código principal de diseño y fabricación _____	
Presión de diseño _____	
Presión de operación _____	
Presión máxima de trabajo permitida _____	
Temperatura de diseño _____	
Temperatura de operación _____	
Capacidad volumétrica (para recipientes) _____	
Superficie de calefacción (para calderas) _____	
Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración) _____	
<b>Bloque 5 Condiciones del equipo:</b>	
Nuevo <input type="checkbox"/>	En operación <input type="checkbox"/>
Años _____	De uso <input type="checkbox"/>
Años _____	
<b>Bloque 6 Demostración de la seguridad del equipo:</b>	
<i>Del recipiente</i>	
Prueba de presión (apartado 9.1) precisar _____	<input type="checkbox"/>
Exámenes no destructivos (apartado 9.2)	<input type="checkbox"/>
Expediente de integridad mecánica (apartado 9.3)	<input type="checkbox"/>
Método alternativo (se debe anexar la documentación a que se refiere el apartado 9.4)	<input type="checkbox"/>
<i>Del dispositivo de seguridad</i>	
Pruebas de funcionamiento (apartado 9.5)	<input type="checkbox"/>
Demostración documental (apartado 9.6)	<input type="checkbox"/>
<b>Bloque 7 Representación legal:</b>	
Nombre y firma _____	fecha _____

**Apéndice B**

Formato N-020-C

**AVISO DE REUBICACION Y/O CAMBIO CONDICIONES DE OPERACION  
(sólo aplica para recipientes criogénicos)**

Nombre, razón o denominación social del anterior patrón usuario: _____ _____
Domicilio completo del centro de trabajo en donde se ubicaba el equipo: _____ _____
Nombre o número de identificación: _____ No. de control (STPS) _____ Fecha de la emisión del oficio o acta de inspección emitida por la autoridad laboral en la que se otorga la autorización de funcionamiento o última ampliación de la vigencia del equipo: _____ Delegación que emitió la autorización de funcionamiento o última ampliación de la vigencia _____ Ubicación física anterior del equipo en el centro de trabajo (área, planta). _____
Nombre, razón o denominación social del nuevo patrón usuario: _____ _____
Domicilio completo del nuevo centro de trabajo en donde se ubica el equipo. _____ _____
<b>Datos técnicos anteriores del equipo</b>
Fluido y uso _____ Fabricante, lugar y año de fabricación _____ Código principal de diseño y fabricación _____ Presión de diseño _____ Presión de operación _____ Presión máxima de trabajo permisible _____ Temperatura de diseño _____ Temperatura de operación _____ Capacidad volumétrica del recipiente interior _____ Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración) _____
<b>Datos técnicos actuales del equipo</b>
Fluido y uso _____ Presión de operación _____ Temperatura de operación _____ Temperatura de diseño _____ Presión máxima de trabajo permisible _____ Capacidad volumétrica del recipiente interior _____ Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración) _____
Nombre, razón o denominación social del patrón propietario: _____ _____
Domicilio completo del patrón propietario: _____ _____
Nombre y firma del representante legal del patrón propietario _____ Nombre y firma del representante legal del nuevo patrón usuario: _____

### 13. Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

### 14. Bibliografía

NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

ANSI/ASNT CP-189-1995 American National Standard. ASNT Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel E.U.A.

Recommended Practice No. SNT-TC-1A 1996 E.U.A.

CICA0299.01 Norma Técnica de Competencia Laboral sobre Operación de Calderas.

CMECO149.01 Norma Técnica de Competencia Laboral sobre Mantenimiento a Generadores de Vapor

CAZA017 01 Norma Técnica de Competencia Laboral sobre Tratamiento de Agua

### 15. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO:** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días naturales posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

**SEGUNDO:** Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo, o bien realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma en vigor.

**TERCERO:** A la entrada en vigor de la presente Norma queda cancelada la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de julio de 1997.

México, Distrito Federal, a los nueve días del mes de agosto de dos mil dos - El Secretario del Trabajo y Previsión Social, **Carlos María Abascal Carranza** - Rúbrica.