



**Calderas
humotubulares
unitarias
Manual de instalación
AGUA CALIENTE**



750-453

07/2021

ADVERTENCIA

No opere el equipo hasta que un técnico de mantenimiento autorizado haya instalado y puesto en marcha correctamente la unidad.

Para el instalador

Este manual presenta información para ayudar en la instalación de las calderas humotubulares Cleaver-Brooks. Entre los elementos que se cubren, se encuentran elevación y movimiento de la caldera, ubicación de la caldera, requisitos de la sala de calderas y conexiones a la caldera, requisitos operativos del sistema y requisitos de tratamiento de agua. Se presenta la información para permitir que el instalador instale rápidamente la unidad con el menor riesgo de daños al equipo.

Las recomendaciones que se dan en el manual son los requisitos mínimos para las calderas humotubulares CB. El seguro y los códigos normativos locales o estatales pueden contener requisitos adicionales o más estrictos que aquellos que se indican en este manual. La instalación debe cumplir con los requisitos de la aseguradora del propietario, los códigos estatales, provinciales y locales que rigen a dicho equipo o cualquier otra autoridad con jurisdicción. Antes de la instalación, también se debe consultar con las autoridades pertinentes con jurisdicción, se deben obtener los permisos y se deben tomar otras medidas de preparación según sea necesario.

Este manual contiene una lista de verificación de instalación, la que se debe completar antes del arranque inicial de la caldera. Consulte el manual 750-454 para conocer los procedimientos de arranque después de que se haya instalado correctamente la caldera.

Se puede obtener información adicional de su representante autorizado de fábrica local de Cleaver-Brooks.

Consulte el Diagrama de dimensiones específico de la caldera para conocer especificaciones del proyecto, conexiones y ubicaciones de conexión.

Los procedimientos u operaciones que requieran atención especial se enfatizan con una nota de precaución en todo este manual. Las notas se identifican con los símbolos **¡ADVERTENCIA!**, **¡PRECAUCIÓN!** o **NOTA**, que significan lo siguiente:

¡ADVERTENCIA! Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, podría provocar lesiones corporales graves o la muerte.

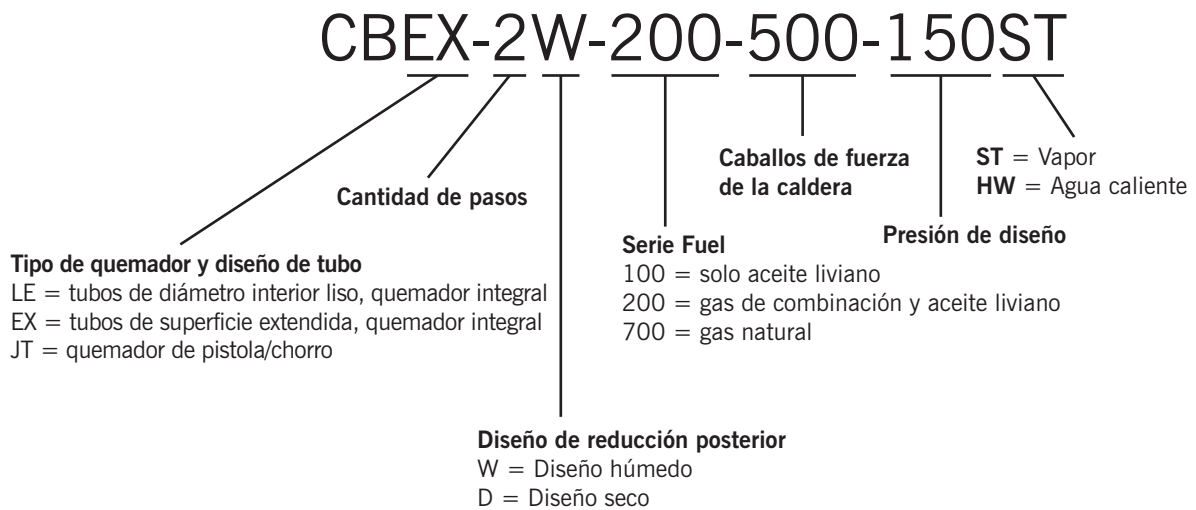
¡PRECAUCIÓN! Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, podría provocar daños al equipo.

NOTA: Indica información que es vital para la operación o el mantenimiento del equipo.



NOMENCLATURA DE PRODUCTO DE LA CALDERA HUMOTUBULAR

Las calderas humotubulares CB usan la siguiente convención de nomenclatura:



ALCANCE DE ESTE MANUAL

Este manual cubre los siguientes productos:

CBEX	CBJT	CBLE
Diseño húmedo de 2 y 3 pasos Diseño seco de 2 pasos	Diseño húmedo de 2, 3 y 4 pasos Diseño seco de 2 pasos	Diseño seco y húmedo de 4 pasos
Gas natural, aceite ligero o combinación	Gas natural, aceite ligero o combinación	Gas natural, aceite ligero o combinación
100 a 2200 caballos de fuerza	50 a 1800 caballos de fuerza	50 a 800 caballos de fuerza

RECURSOS ADICIONALES

Este manual está destinado a tener un alcance general y aplicable a todas las calderas humotubulares de Cleaver-Brooks. Para conocer las dimensiones, los valores nominales de la caldera, los requisitos de servicios y la información adicional acerca de los modelos y tamaños específicos de caldera, consulte la sección correspondiente del Libro de calderas de Cleaver-Brooks. Se puede acceder a las secciones del Libro de calderas en cleaverbrooks.com/products-and-solutions/boilers/firetube, en las páginas web del producto respectivo.

Para aplicaciones de NOx ultra bajo y para CBEX 1300-2200 HP, también consulte los siguientes manuales cuando corresponda:

- 750-220** Quemadores NTI
- 750-339** Quemadores XL (verticales)
- 750-276** Quemadores XL (horizontales)
- 750-291** Quemadores NTXL
- 750-421** Quemadores LNO

Para las calderas **CBJT**, consulte el manual del quemador ProFire® correspondiente:

QUEMADORES PROFIRE®, CALDERAS CBJT

MODELO	BHP	VALOR NOMINAL DE NOX	QUEMADOR	MANUAL DEL QUEMADOR
CBJT-2W	100-200	ESTÁNDAR	V	750-237
		30 PPM	LNV	
	250-800	ESTÁNDAR	E	750-297
		30 PPM	LNE	
	900-1200	ESTÁNDAR	XL	750-339
		30 PPM	LNXL	
CBJT-3W CBJT-4W	100-300	ESTÁNDAR	K	750-282
		30 PPM	LND	750-204
	350-800	ESTÁNDAR	D	750-204
		30 PPM	LND	
	900-1600	ESTÁNDAR	S1	750-208
		30 PPM	LNS1	
CBJT-2D	50-200	ESTÁNDAR	V	750-237



El libro de calderas

CONTENIDO

LEVANTAMIENTO Y MOVIMIENTO DE LA CALDERA	1
LA SALA DE CALDERAS	2
<i>Colocación de la caldera</i>	2
<i>Holguras</i>	3
<i>Suministro de aire de combustión/ ventilación</i>	3
CONEXIONES DE LA CALDERA (GENERAL)	5
<i>Conexiones eléctricas</i>	5
<i>Conexiones de ventilación de combustión</i>	5
CONEXIONES DE LA CALDERA DE AGUA CALIENTE	6
<i>Drenaje de la caldera</i>	7
<i>Válvula de alivio de seguridad</i>	7
<i>Válvulas de cierre</i>	8
<i>Ventilación</i>	9
<i>Circulación</i>	9
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	9
<i>Rampa de gas principal</i>	10
<i>Rampa piloto</i>	11
<i>Chasis del quemador</i>	11
<i>Tubería de aceite: Series 100 Fuel y 200 Fuel</i>	14
REQUISITOS DE AGUA	15
<i>Eliminación del aire</i>	15
<i>Temperatura del agua mínima</i>	15
<i>Reemplazo rápido del agua de la caldera</i>	15
<i>Flujo continuo por la caldera</i>	15
<i>Instalaciones de varias calderas</i>	16
<i>Bombas</i>	16
<i>Presión</i>	16
Tratamiento del agua	17
LISTA DE VERIFICACIÓN DE INSTALACIÓN	18

NOTAS

1 - LEVANTAMIENTO Y MOVIMIENTO DE LA CALDERA

Las calderas humotubulares de Cleaver Brooks están equipadas con dos orejas de enganche situadas en la línea central superior del recipiente. Estas orejas se deben usar para elevar la caldera. Para mover la caldera, no la empuje, haga palanca ni tire de la carcasa de la caldera.

Consulte el Libro de calderas de Cleaver-Brooks para conocer las ubicaciones de las orejetas de enganche de cada modelo específico por tamaño. Las siguientes recomendaciones son genéricas y aplican a todos los modelos de caldera.

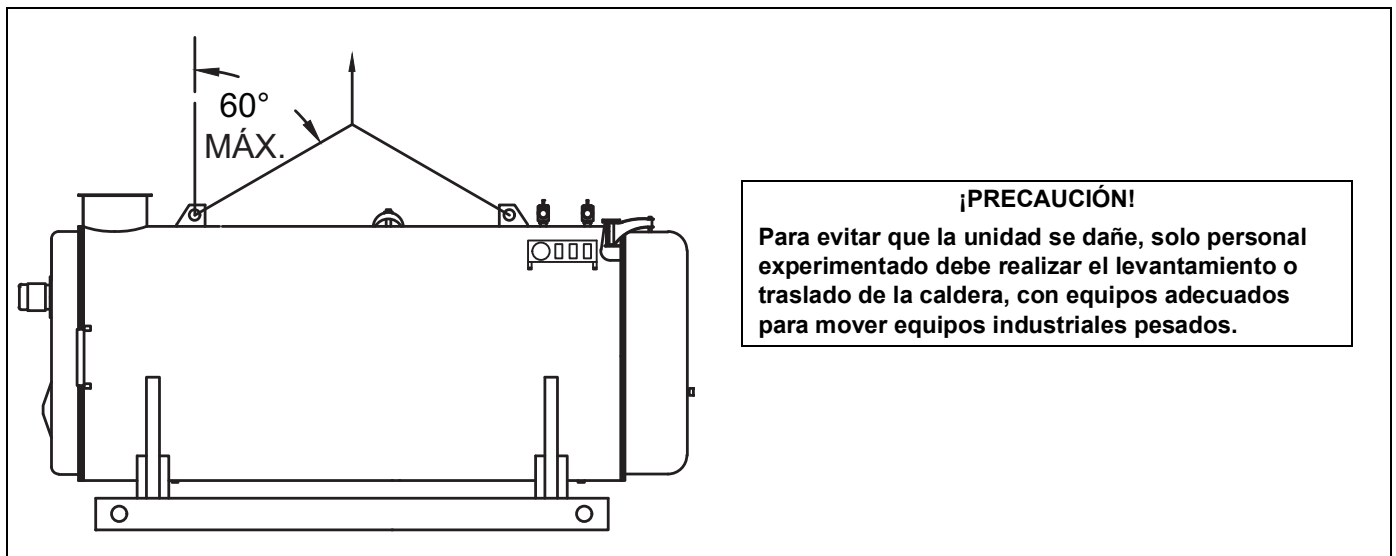


FIGURA 1. Levantamiento de la caldera

Cuando llegue la caldera al lugar del proyecto, debe haber disponible un equipo apto que sea adecuado para levantar y apoyar a la caldera en forma segura dentro de las restricciones de los ángulos de la cadena. En el Libro de calderas de Cleaver-Brooks se pueden encontrar los pesos de envío aproximados (peso en seco) de modelos específicos.

Si se usan rodillos para el transporte de la caldera, se deben ubicar debajo de la base, en línea con las orejas de enganche (consulte más adelante). Si se usan tuberías u otros rodillos para trasladar la caldera, en todo momento debe ser apoyada al menos por tres rodillos espaciados de manera uniforme.

Si no se dispone de un dispositivo de levantamiento, se pueden soldar placas de conexión a los rieles de la base para permitir el levantamiento por la base para la colocación de rodillos. Las placas deben quedar lo más cerca posible de las patas de la caldera, para evitar que se doblen los rieles de la base.

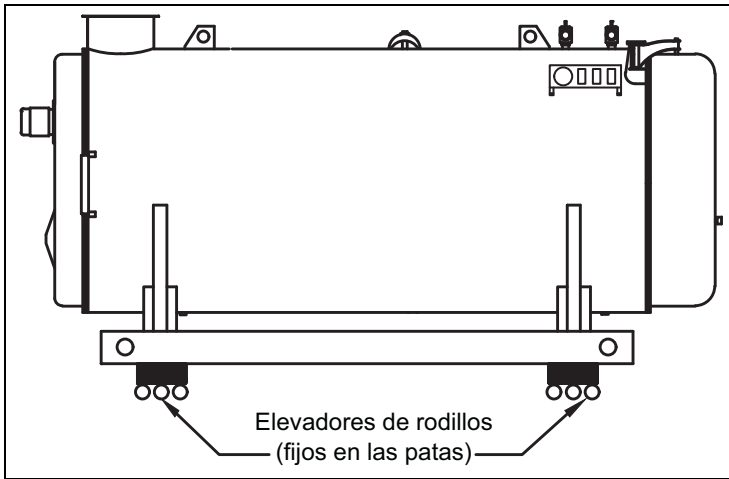


FIGURA 2. Colocación de rodillos

Si la abertura para la caldera es demasiado estrecha como para permitir que pase, determine qué controles se pueden retirar del paquete para permitir el acceso. Esto se debe tratar con el representante local de Cleaver Brooks antes de quitar algún elemento.

2 - LA SALA DE CALDERAS

2.1 - Colocación de la caldera

La caldera se debe instalar sobre suelo incombustible nivelado. Si no está nivelado, espigones o una plataforma elevada facilitarán la instalación y nivelación de la caldera.

Se recomienda el uso de espigones de montaje de seis pulgadas de altura debajo del marco de la base de la caldera. El uso de estos espigones aumenta la accesibilidad de inspección en la caldera y ofrece una mayor altura para el lavado del área que está debajo de la caldera. Consulte el Libro de calderas para conocer las dimensiones de longitud y anchura de los espigones de montaje de modelos específicos.

El suelo, la plataforma o los espigones deben poseer suficiente resistencia portante para apoyar de manera segura el peso de funcionamiento de la caldera y de cualquier equipo adicional que se instale con ella. En la sección del modelo correspondiente del Libro de calderas se pueden encontrar los pesos aproximados de funcionamiento de la caldera.

Después de colocar la caldera, se la debe nivelar entre ambos lados y entre adelante y atrás. Si se requieren cuñas, se debe distribuir el peso de la caldera de manera uniforme entre todos los puntos de apoyo.

Precaución

Las patas de apoyo del recipiente a presión van soldadas a los patines de montaje por delante y se fijan mediante pernos en la parte posterior del recipiente a presión. Los pernos se aprietan para el envío. Cuando se instale la caldera y antes del primer encendido, se deben soltar los pernos que fijan las patas traseras al patín para permitir la expansión y contracción que causan las diferencias de temperatura entre el recipiente a presión y los patines y para evitar daños en el equipo.

2.2 - Holguras

La caldera se debe instalar de modo que sea posible acceder a todos los componentes para realizar inspección, limpieza o mantenimiento. Las tuberías y las conexiones eléctricas con el quemador o con la caldera que se instalen en campo deben quedar organizadas de manera que permitan la salida por oscilación del quemador.

Además de mantener las holguras con respecto a las paredes u otras obstrucciones, las superficies de la caldera que se calientan durante el funcionamiento requieren holguras mínimas frente a materiales combustibles.

La anchura total de la sala de calderas debe ser suficiente para alojar las dimensiones A (distancia mínima entre la caldera y la pared) y las dimensiones B (distancia entre las calderas), como se aprecia a continuación. En la sección correspondiente del Libro de calderas se pueden encontrar estas dimensiones de modelos específicos.

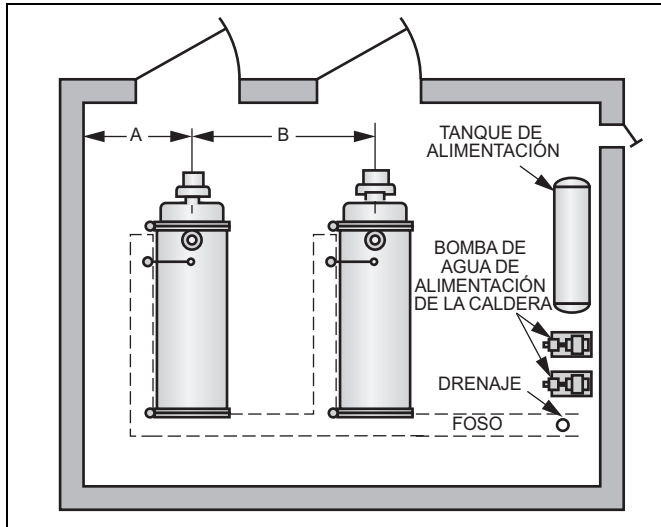


FIGURA 3. Disposición típica de la sala de calderas

2.3 - Suministro de aire de combustión/ ventilación

Se deberá contar con un método de suministro de aire de combustión, que sea satisfactorio para la combustión completa del combustible en la caldera y para la adecuada ventilación de la sala de calderas.

El volumen de aire requerido y la abertura del ducto o del suministro de aire se determinará en pies cuadrados en función del valor nominal del quemador y de la altitud de la instalación del proyecto. Las entradas de aire se dimensionarán de conformidad con las pautas de ingeniería y con los códigos reguladores aplicables.

Al determinar los requisitos de aire de la sala de calderas para un espacio no confinado*, se debe revisar el tamaño de la sala, el flujo de aire y la velocidad del aire, como se aprecia a continuación:

1. Tamaño (área) y ubicación del suministro de aire de combustión de la caldera:

- a. Se recomiendan dos (2) aberturas permanentes para el suministro de aire en las paredes exteriores de la sala de calderas. Coloque uno (1) en cada extremo de la sala de calderas, de preferencia, a menos de 7 pies de altura. Esto permite que el aire barra la longitud completa de la caldera.
- b. Las aberturas para el suministro de aire pueden ser con persianas para protección contra la intemperie, pero no se deben cubrir con alambre de malla fina, porque este tipo de cobertura posee malas cualidades de circulación de aire y se somete a la obstrucción con polvo o suciedad.
- c. No se recomienda un ventilador en la sala de calderas, pues podría crear un ligero vacío en determinadas condiciones y provocar variaciones en la cantidad de aire de combustión. Esto generaría un rendimiento insatisfactorio o inseguro del quemador.
- d. **En ningún caso** la superficie total del suministro de aire deberá ser inferior a un pie cuadrado.
- e. Dimensione las aberturas con la siguiente fórmula:

$\text{Área [pies}^2\text{]} = \text{cfm} / \text{fpm}$ <p>Donde cfm = pies cúbicos por minuto de aire y fpm = pies por minuto de aire</p>

2. Cantidad de aire requerido (cfm) en pies cúbicos por minuto:

- a. Aire de combustión: Bhp máximo x 8 cfm
- b. Aire de ventilación: Bhp máximo x 2 cfm **O** un total de 10 cfm por Bhp hasta 1000 pies de elevación. Agregue 3 % más por cada 1000 pies de elevación añadida.

3. Velocidad de aire aceptable en la sala de calderas en pies por minuto (fpm).

- a. Desde el suelo hasta 7 pies de altura : 250 fpm
- b. Sobre 7 pies de altura : 500 fpm
- c. Ducto entre el suministro de aire y la caldera : 1000 fpm

EJEMPLO: Determinar la superficie para la apertura de suministro de aire de la sala de calderas para una caldera de 60 hp a 700 pies de elevación con una apertura de aire ubicada a 8 pies sobre el nivel del suelo:

$$\begin{aligned} \text{pies}^2 &= 10 \text{ cfm (60)}/500 \text{ fpm desde los pasos 2 y 3 en adelante.} \\ &= 600/500 = 1.2 \text{ pies cuadrados de apertura como mínimo.} \end{aligned}$$

*Tener al menos 50 pies cúbicos de área abierta por cada 1.000 Btu de entrada (NFPA).

3 - CONEXIONES DE LA CALDERA (GENERAL)

NOTA: Pueden variar los tamaños y las ubicaciones de las conexiones y de los componentes asociados de resguardo de la caldera. Para fines de instalación, consulte el Diagrama de dimensiones suministrado con la caldera.

3.1 - Conexiones eléctricas

El suministro de energía eléctrica de la caldera debe poseer el voltaje, la fase y los hertz apropiados, como se indica en la placa de identificación del quemador o de las características eléctricas. Todas las conexiones que se efectúen con la caldera deben cumplir con los requisitos del código local y se deben organizar de modo tal que todos los componentes queden accesibles para realizar inspección, limpieza y mantenimiento. Consulte el diagrama de cableado (WD, por sus siglas en inglés) preparado por Cleaver-Brooks para el proyecto específico cuando realice el cableado con la caldera.

3.2 - Conexiones de ventilación de combustión

El diámetro de la caja de humo entre la caldera y la chimenea o el tubo de escape no debe ser menor al diámetro de la conexión suministrada con la caldera. Se requiere un adecuado dimensionamiento de las chimeneas de escape y de la caja de humo para mantener la velocidad apropiada de los gases de combustión con una condición de tiro estático (0" de columna de agua), si bien el quemador puede funcionar dentro de una varianza de +/- 0.25". Por tanto, la caída de presión de la caja de humo y de la chimenea de escape no debe superar estos parámetros.

El recorrido horizontal hacia la chimenea de escape debe permanecer en el mínimo y todos los recorridos horizontales deben tener una inclinación mínima de alejamiento de la caldera de 0.25" por cada 100 pies. Se debe suministrar una conexión de drenaje en todos los puntos bajos. Se recomiendan cajas de humo o chimeneas de escape redondas, las que son más eficaces que las formas cuadradas o rectangulares. En aplicaciones con varias calderas, las conexiones con la caja de humo común deben ser mediante codos de barrido; evite conectores T de cabeza redonda.

El tipo de material de la caja de humo y de la chimenea de escape se regirá por los códigos y las jurisdicciones locales. A estos efectos, la caldera se considera como un aparato de clase III, definido como un producto de ventilación de presión positiva sin condensación. Por tanto, el diseño de la chimenea de escape o de la caja de humo debe ser de presión positiva, por lo común, de doble pared (si es de pared simple, la chimenea de escape o la caja de humo deben estar aisladas). Las penetraciones en el techo o en la pared se deben ajustar a los requisitos de UL y de los códigos locales.

La carga máxima en la conexión de ventilación de combustión es de 2000 libras. Las calderas se pueden reforzar para que soporten hasta 3000 libras.

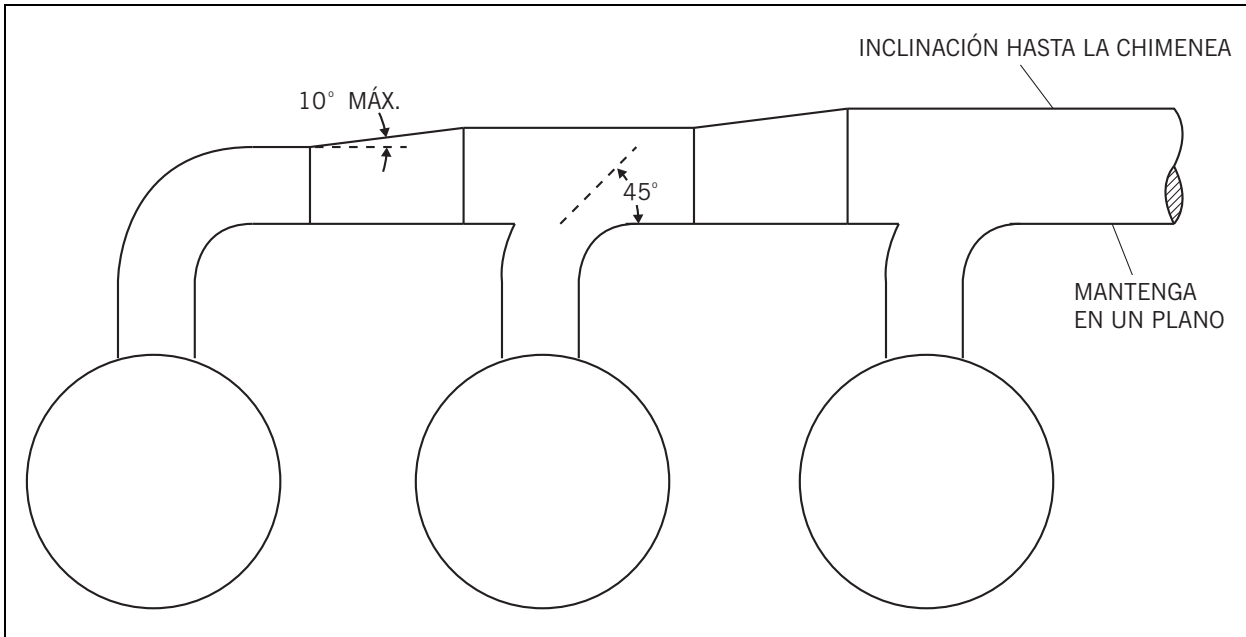


FIGURA 4. Disposición de la caja de humo, varias calderas

El tamaño de la caja de humo para varias calderas debe tomar en cuenta el volumen de los gases de combustión que fluirán mediante sucesivas adiciones de recorridos de calderas y cajas de humo. No dimensione únicamente la caja de humo con varias calderas en relación con la conexión de escape de cada caldera. Se deben efectuar cálculos preliminares y la chimenea de escape o la caja de humo común se deben diseñar de manera acorde.

NOTA para aplicaciones con <9 ppm, <7 ppm, <5 ppm de NOx:

Cada caldera requiere su propia chimenea de escape independiente

O

Si se usa una chimenea de escape libre simple o similar para varias calderas, cada caldera requiere su propia caja de humo independiente hacia a la chimenea de escape y la aplicación necesita una aprobación de C-B.

4 - CONEXIONES DE LA CALDERA DE AGUA CALIENTE

Entre las conexiones estándar de la superficie interior del circuito de agua para las calderas de agua caliente se cuentan las conexiones de suministro y retorno de agua, de los drenajes delanteros y posteriores, de la válvula de alivio y de la ventilación.

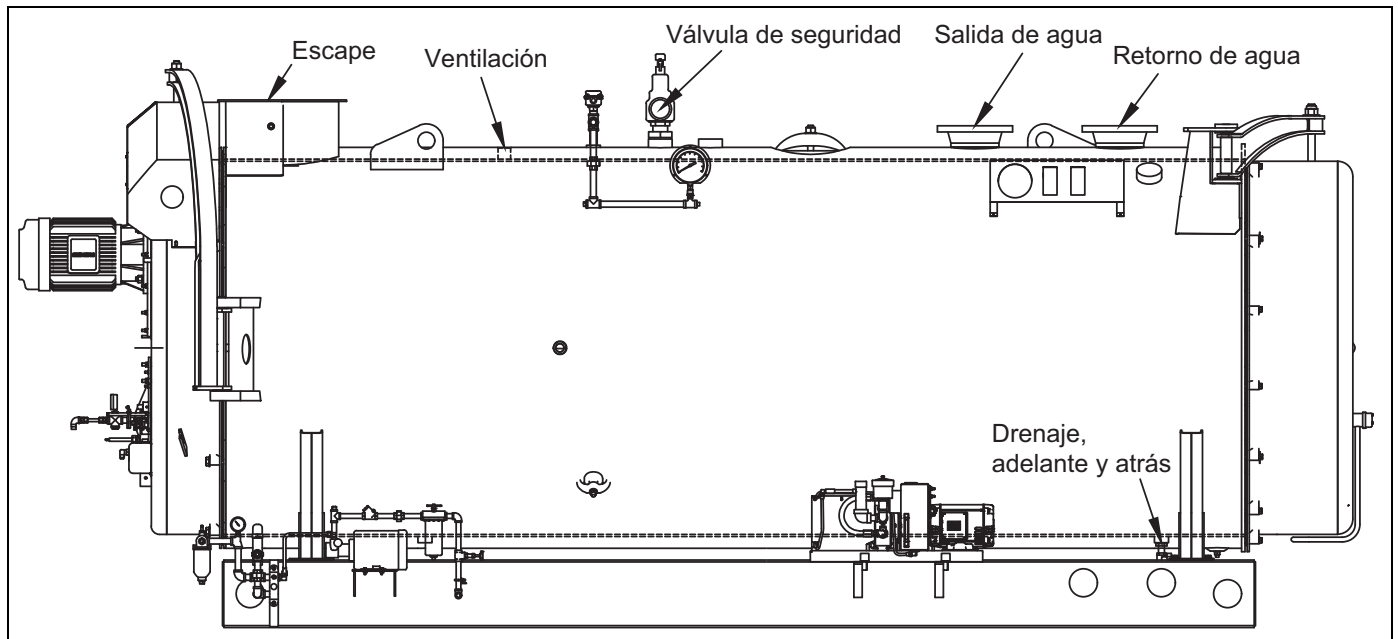


FIGURA 5. Conexiones de la caldera de agua caliente

4.1 - Drenaje de la caldera

Las conexiones para drenaje de una caldera se suministran por delante o por detrás del tambor inferior.

Desde esta conexión se debe canalizar una válvula de drenaje hasta un punto seguro de descarga; la tubería no se suministra con la caldera. Con arreglo a los códigos locales, las especificaciones del proyecto o los requisitos del cliente, se puede usar una válvula de compuerta o una válvula de bola para calderas de agua caliente con una clasificación de válvula superior a 250 F o con presión de 160 psig.

Se deben emplear válvulas de cierre en las tuberías de suministro y retorno para permitir el drenaje de la caldera sin vaciar el sistema; consulte "Válvulas de cierre" más adelante.

4.2 - Válvula de alivio de seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo de seguridad esencial. Su propósito consiste en aliviar la acumulación de presión dentro del recipiente por encima de la presión máxima de diseño. El tamaño, la clasificación y la cantidad de válvulas de una caldera se determinan de conformidad con los requisitos del código A.S.M.E. o de otros códigos u otras especificaciones. Revise el diagrama de dimensiones de la caldera para conocer el número y el tamaño de los dispositivos de seguridad de la caldera. La ubicación de las válvulas de alivio es en la línea central superior del recipiente, cerca de la parte posterior. Las válvulas de alivio de seguridad se envían sin montar, generalmente en una caja por separado.

Todos los dispositivos de alivio se deben montar en posición vertical, sin dispositivos de cierre con respecto a la conexión de la caldera. Las tuberías de descarga se deben canalizar en forma correcta hacia un drenaje. Las tuberías de descarga de la válvula de seguridad no son suministradas por Cleaver-Brooks.

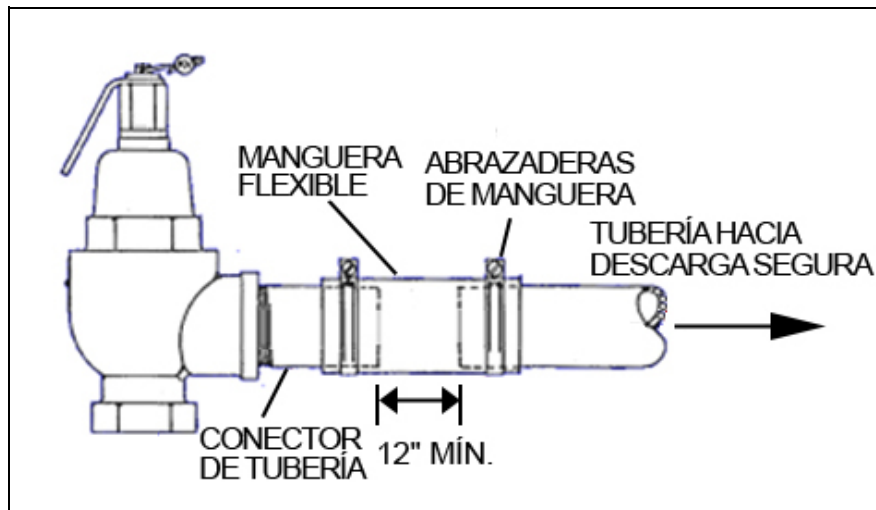


FIGURA 6. Válvula de alivio de seguridad

Las tuberías de descarga se deben organizar y apoyar en forma adecuada, de modo que el peso de las tuberías no descansa sobre la válvula; las tuberías deben ser lo más cortas y directas que sea posible.

No pinte, lubrique ni cubra de otro modo ninguna parte interior o pieza de trabajo de la válvula de alivio. Una válvula de alivio no necesita lubricación o revestimiento protector para funcionar correctamente.

Asegúrese de que la capacidad de alivio coincida con el requisito de potencia de la caldera, según lo indicado en la caldera y en la válvula de alivio.

NOTA: Las tuberías de descarga de las válvulas de alivio, las válvulas de desagüe y de los demás drenajes se deben organizar de forma tal que todos los componentes permanezcan accesibles para realizar inspección, limpieza o mantenimiento. Las válvulas de alivio y sus tuberías de descarga se deben instalar conforme a los requisitos del Código A.S.M.E.

¡PRECAUCIÓN! Se debe tener cuidado en la instalación de una válvula de alivio para garantizar que la válvula funcione conforme al diseño. Solo aplique una cantidad moderada de compuesto para tuberías en las roscas macho. Evite apretar demasiado, ya que esto puede distorsionar las superficies de asentamiento de la válvula. Use solo llaves aplanadas en las superficies planas de la válvula.

¡ADVERTENCIA! La instalación incorrecta o inadecuada de la válvula de alivio puede afectar al funcionamiento de la válvula. Solo personal con certificación, como el representante del fabricante de la válvula de alivio, debe ajustar o reparar la válvula de alivio de la caldera. *No considerar estas instrucciones puede provocar lesiones graves o la muerte.*

4.3 - Válvulas de cierre

Se deben instalar válvulas de cierre en la tubería de suministro que sale de la caldera y en la tubería de retorno hacia la caldera.

Las válvulas de cierre se deben situar lo más cerca que sea posible de la caldera, para permitir las pruebas o el drenaje de la caldera, lo cual elimina el requisito de drenar todo el sistema.

Por lo común, las válvulas de cierre son de tipo mariposa con estilo de orejeta y funcionamiento manual o podrían ser de tipo motorizado con accionamiento eléctrico. En general, estas válvulas de cierre son suministradas por el contratista de la instalación.

¡PRECAUCIÓN! Asegúrese de que las válvulas de cierre del suministro y de retorno, al margen del tipo de válvula que esté instalado, estén fijas en posición abierta en todo momento mientras el quemador esté encendido.

4.4 - Ventilación

En la línea central superior del recipiente, cerca de la parte delantera, hay una conexión intermedia de ventilación. El objetivo de esta conexión intermedia es liberar los gases disueltos que se forman dentro de la caldera y que quedan atrapados.

Canalice esta conexión hacia el tanque de expansión. Si se usa un tanque de expansión de tipo fuelle, se debe proporcionar algún medio de liberación del aire arrastrado. Esto se puede lograr con una válvula de ventilación automática o con una válvula manual. Se puede haberse suministrado cualquiera de los dos tipos de válvula con la caldera como opción.

NOTA: Si se emplea una válvula de ventilación automática, considere que, a medida que se enfría la caldera, atrae el oxígeno libre y esto se debe tener en cuenta en relación con el tratamiento de agua para la corrosión por O₂.

4.5 - Circulación

Se requiere una adecuada circulación de agua mientras el quemador esté encendido, para evitar molestas desconexiones por límite alto y posibles problemas.

Asegúrese de que se emplee un interruptor de flujo que establezca interbloqueos con la caldera o que se disponga de algún otro método para garantizar el funcionamiento de la bomba y la circulación del agua durante el funcionamiento del quemador.

Revise el diagrama de cableado y el diagrama de dimensiones para determinar si se ha suministrado un interruptor de flujo como elemento suelto en el envío (para ser montado en la tubería de retorno) o si el panel tiene terminales para las conexiones de interfaz con un interruptor de flujo o un interbloqueo de la bomba.

5 - SISTEMA DE COMBUSTIBLE

A continuación, una rampa de gas típica. Es posible que los códigos locales, las especificaciones del proyecto o los requisitos de seguros exijan la instalación de tuberías de ventilación en algunos componentes.

5.1 - Rampa de gas principal

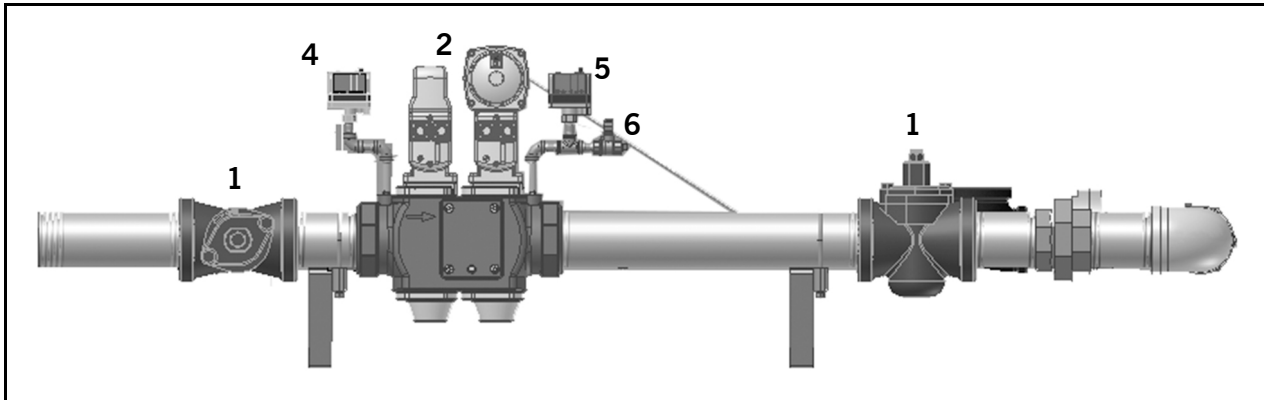


FIGURA 7. Rampa de gas principal

Según los requisitos de la compañía de seguros u otra agencia reguladora, la rampa de gas pueden tener algunos o todos los siguientes elementos.

1. Llaves de cierre: Para abrir y cerrar en forma manual el suministro de gas combustible principal aguas abajo del regulador de presión de la tubería de gas principal. Se instala una segunda llave de cierre aguas abajo de las válvulas principales de gas, con el fin de ofrecer un medio de corte de la tubería de gas para cada vez que se realice una prueba de fuga en la válvula de gas principal.
2. Válvula de gas principal: Válvula de corte de seguridad con doble cuerpo. Las válvulas de accionamiento eléctrico se abren simultáneamente para admitir gas hacia el quemador. La válvula aguas abajo está equipada con un accionador de regulación y un interruptor de prueba de cierre conectado al circuito de interbloqueo de pre-encendido.
3. Válvula de ventilación de gas principal (si se requiere; no se muestra): Una válvula de solenoide normalmente abierta instalada entre las dos válvulas de gas principales para ventilar el gas hacia la atmósfera, en caso de quedar algo de gas en la tubería de gas principal cuando las válvulas de gas están desactivadas. La válvula de ventilación se cierra cuando las válvulas de gas están activadas.
4. Presostato de nivel bajo de gas: Un interruptor accionado por presión; se cierra cada vez que la presión de la tubería de gas principal supera la presión preseleccionada. Si la presión desciende por debajo de dicho ajuste, los contactos del interruptor abrirán un circuito y provocarán el cierre de las válvulas de gas principales o evitará el arranque del quemador. El interruptor suele estar equipado con un dispositivo que se deba restablecer en forma manual después de una desconexión.
5. Presostato de nivel alto de gas: Un interruptor accionado por presión; se cierra cada vez que la presión de la tubería de gas principal está por debajo de la presión preseleccionada. Si la presión aumenta sobre dicho ajuste, los contactos del interruptor se abrirán y provocarán el cierre de las válvulas de gas principales o evitará el arranque del quemador. El interruptor suele estar equipado con un dispositivo que se deba restablecer en forma manual después de una desconexión.
6. Llaves de prueba: El cuerpo de la válvula de gas posee conectores NPT de 1/4 de pulgada para la conexión de la prueba de presión.
7. Válvula de gas de mariposa (no se muestra): El disco oscilante de la válvula es impulsado en forma directa por un accionador de servomotor para regular el caudal de gas que va hacia el quemador. En los sistemas opcionales de un solo punto de 700 a 800 HP, la válvula es impulsada por el motor de modulación mediante la conexión articulada.

5.2 - Rampa piloto

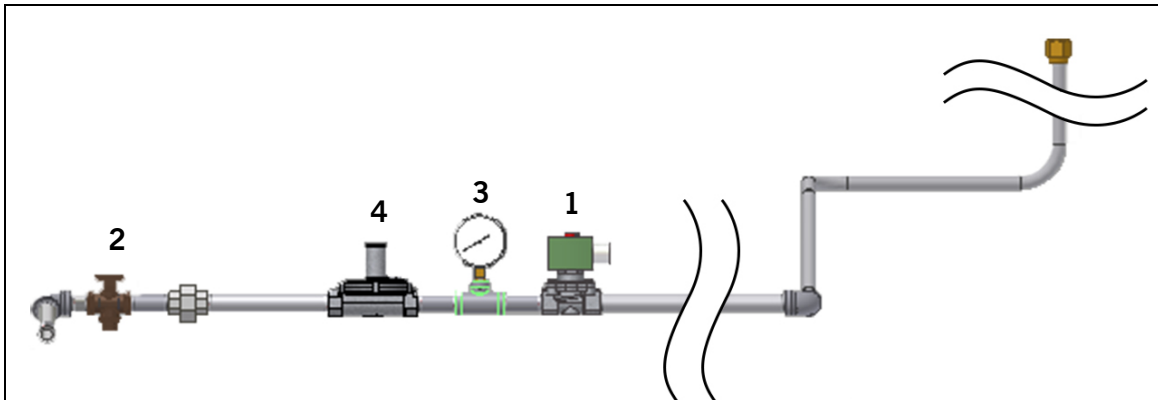


FIGURA 8. Rampa piloto

1. Válvula piloto de gas: Una válvula de solenoide que se abre durante el período de encendido para admitir el paso de combustible hacia el piloto. Esta se cierra después de que se enciende la llama principal. La secuencia de activación y desactivación está controlada por el relé de programación. Las regulaciones sobre seguros pueden exigir una segunda válvula piloto de gas.
2. Llave de cierre de gas del piloto: Para abrir o cerrar en forma manual el suministro de gas hacia la válvula piloto de gas.
3. Manómetro de gas: Indica la presión de gas hacia el piloto.
4. Regulador de presión de gas: Reduce la presión del gas entrante para adaptarse al piloto.

5.3 - Chasis del quemador

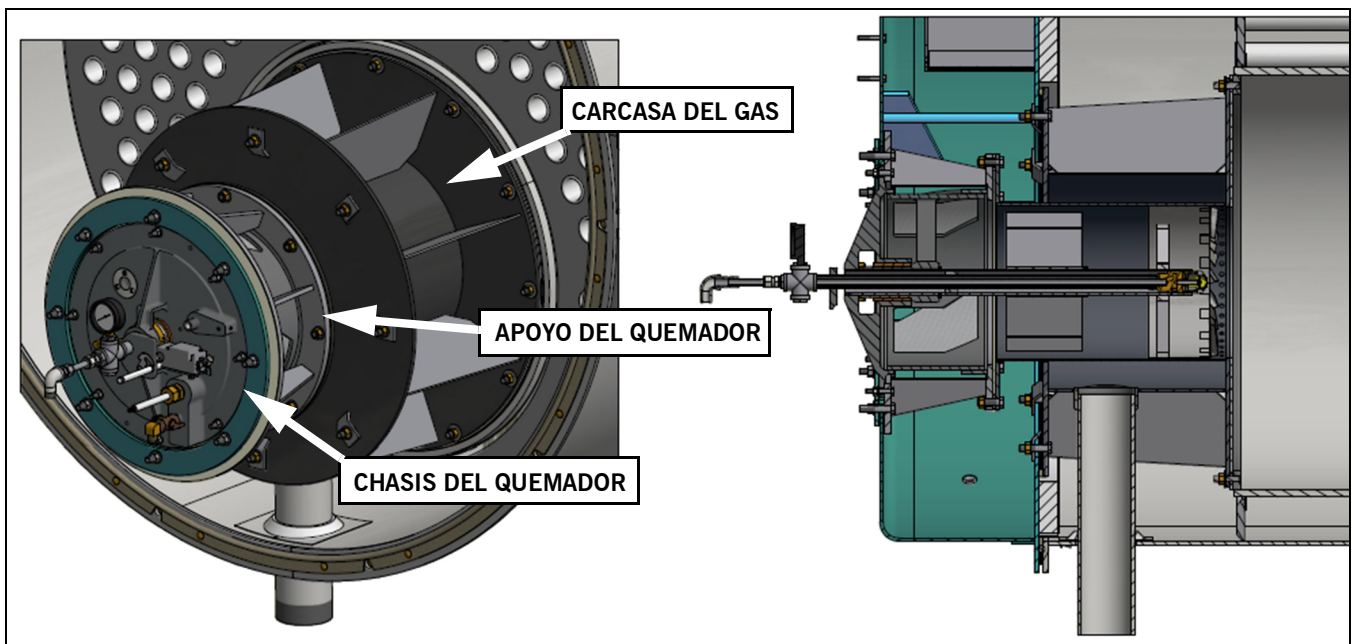


FIGURA 9. Chasis del quemador

El quemador tiene un diseño de orificio de mezcla en la boquilla con un piloto de gas interrumpido. Los quemadores equipados para aceite usan un sistema de aceite de baja presión y atomización por aire.

Los quemadores de combinación de gas o aceite emplean un interruptor selector de combustible montado en el panel de control. Al margen del combustible que se use, el quemador funciona con modulación completa dentro de su rango de funcionamiento nominal. El quemador regresa a la posición de encendido mínimo para el encendido.

Se debe consultar con la empresa local de gas para conocer los requisitos específicos y la autorización e inspección de las tuberías de suministro de gas. La instalación de tuberías de suministro de gas y de ventilación se debe realizar de conformidad con todas las pautas de ingeniería y todos los códigos reguladores aplicables. Todas las conexiones que se efectúen con la rampa de gas de la caldera se deben organizar de modo tal que todos los componentes queden accesibles para realizar inspección, limpieza y mantenimiento.

Se suministra una válvula de cierre de accionamiento manual en forma estándar. En algunas instalaciones, es posible que la regulación local exija la instalación de un filtro de gas aprobado entre la válvula de cierre de gas y la caldera. Los requisitos locales se deben tratar con la empresa local de suministro de gas.

Antes de realizar la conexión con el regulador de la rampa de gas de la caldera suministrado por Cleaver Brooks, se debe instalar una pata de goteo en las tuberías de suministro. Como mínimo, la pata de goteo debe ser del mismo tamaño que el conector de entrada suministrado con la caldera. Al escoger el tamaño de las tuberías de suministro de gas, se deben considerar tanto los requisitos de volumen como de presión. Las conexiones con la rampa de gas de la caldera se deben efectuar con una unión o brida, para poder desconectar con facilidad los componentes de la rampa de gas o el quemador con fines de inspección o servicio.

Si la presión de suministro de gas aguas arriba es superior a 5 psig, recomendamos instalar un regulador de presión aguas arriba para reducir la presión a 5 psig o menos en relación con el requisito de presión de entrada de la caldera específica. Se puede montar en cada caldera individual o en la tubería del colector de agua que alimenta a cada caldera.

Todas las tuberías y todos los componentes de gas de la conexión de la rampa de gas de la caldera deben cumplir, como mínimo, con los requisitos de NFPA54, de los códigos locales y de la empresa de servicios. Solo se deben usar conectores, válvulas o tuberías con aprobación para gas. La práctica estándar de la industria en tuberías de gas suele ser la tubería de hierro negro Schedule 40 con sus accesorios.

Para el adecuado funcionamiento de una instalación de unidad individual o de varias unidades, recomendamos dimensionar la tubería de gas de tal modo que no permita una caída de presión de más de 0.3" de columna de agua desde la fuente (cabezal de gas o medidor de la red pública) hasta la ubicación final de la unidad. Se debe consultar con el proveedor de gas (empresa de servicio) para confirmar que se entregue un volumen suficiente y una presión normal al edificio por el lado de descarga de la tubería del medidor o del suministro de gas.

En la instalación de una nueva caldera en un edificio existente, se debe medir la presión de gas con un manómetro para garantizar la disponibilidad de suficiente presión. Se debe efectuar un estudio de todos los dispositivos conectados que usen gas. Si la tubería de suministro de gas se conecta con otros aparatos, además de las calderas, se debe determinar cuál será la demanda de volumen de flujo de gas (pies cúbicos por hora) en un momento determinado y cuál será el requisito de caída de presión cuando todos los aparatos estén encendidos.

Se debe considerar la longitud total de las tuberías de gas y todos los conectores al dimensionar las tuberías de gas. Consulte las siguientes tablas para determinar el tamaño de tubería exigido. **No dimensione en forma automática las tuberías de suministro con el mismo tamaño que la conexión de la rampa de gas de la caldera. El tamaño de tubería dependerá de la presión disponible, la longitud total de las tuberías y la capacidad de volumen del tamaño de tubería seleccionado.** Las siguientes tablas pueden servir como una pauta mínima.

Tabla 1 muestra la capacidad de una tubería de gas natural a una presión inicial determinada con una caída de presión de 5 %. Por ejemplo, considere una caldera de 500 hp, la cual requiere 20,925 pies³ / hora. Hay una presión inicial disponible de 5 psi para 100 pies de tubería. Para encontrar el tamaño de tubería

correcto, vaya a la línea sobre una lectura de la presión inicial de gas de 5 libras. Ahora, vaya a la derecha, hasta que aparezca un número superior a 20,925. En este caso, el primer número mayor es 30,500. El número que aparece en la parte superior de esa columna muestra el tamaño de tubería apropiado, en este caso, 4". Tabla 1 supone que el gas está a 60 °F, 1000 Btu/pie³, y una gravedad específica de 0.619. Para sustituir la longitud de tubería de 300 pies del ejemplo anterior, busque el multiplicador para 300 pies en la parte inferior de la tabla. El tamaño de la tubería corresponderá a la primera columna en que el multiplicador (0.577) multiplicado por la capacidad mostrada sea mayor a 20,925 pies³ / hora. Como 0.577 x 55,400 = 31,965.8, entonces el tamaño de tubería adecuado es 5".

Tabla 1: Capacidades de la tubería de gas

PRESIÓN DE GAS INICIAL	CAÍDA TOTAL DE PRESIÓN	CAPACIDADES DE LA TUBERÍA DE GAS (PIES CÚBICOS/ HORA HASTA 100 PIES DE LONGITUD)											
		DIÁMETRO DE LA TUBERÍA EN PULGADAS											
		1/2	3/4	1	1-1/4	1-1/2	2	2-1/2	3	4	5	6	8
4" de columna de agua	0.2"	23	52	104	230	358	724	1180	2150	4510	8210	13400	27300
5" de columna de agua	0.25"	26	58	117	257	400	811	1320	2410	5050	9190	14900	30600
6" de columna de agua	0.30"	28	64	128	282	439	889	1450	2640	5540	10100	16400	33500
7" de columna de agua	0.35"	31	69	139	305	475	962	1570	2860	5990	10900	17700	36300
8" de columna de agua	0.40"	33	74	148	327	508	1030	1680	3060	6410	11700	19000	38800
9" de columna de agua	0.45"	35	79	158	347	540	1090	1780	3250	6810	12400	20200	41200
10" de columna de agua	0.50"	37	83	166	366	569	1150	1880	3430	7180	13100	21300	43500
11" de columna de agua	0.55"	38	87	175	385	598	1210	1980	3600	7550	13700	22300	45700
12" de columna de agua	0.6"	40	91	183	402	625	1280	2060	3760	7890	14300	23300	47700
1/2 psi	0.025 psi	43	98	197	433	673	1360	2220	4050	8590	15400	25100	51400
3/4 psi	0.038 psi	53	121	243	534	831	1680	2750	5000	10500	19100	31100	63500
1 psi	0.050 psi	62	141	282	622	967	1960	3190	5820	12200	22200	36100	73800
1-1/4 psi	0.062 psi	70	159	319	702	1090	2210	3600	6570	13800	25000	40800	83300
1-1/2 psi	0.075 psi	77	175	351	773	1200	2440	3970	7240	15200	27600	44900	91800
1-3/4 psi	0.088 psi	84	191	382	842	1310	2650	4320	7870	16500	30000	48900	99900
2 psi	0.100 psi	91	205	412	906	1410	2850	4660	8480	17800	32300	52600	108000
2-1/2 psi	0.125 psi	103	233	467	1030	1600	3240	5280	9620	20200	36700	59000	122000
3 psi	0.150 psi	114	259	519	1140	1780	3600	5870	10700	22400	40800	66300	136000
3-1/2 psi	0.175 psi	125	283	568	1250	1940	3940	6420	11700	24500	44600	72600	148000
4 psi	0.200 psi	135	307	615	1350	2110	4270	6960	12700	26600	48300	78700	161000
4-1/2 psi	0.225 psi	146	330	661	1460	2260	4580	7480	13600	28500	51900	84500	173000
5 psi	0.250 psi	155	352	706	1550	2420	4890	7980	14500	30500	55400	90200	184000
6 psi	0.300 psi	174	395	792	1740	2710	5490	8960	16300	34200	62200	101000	207000
8 psi	0.400 psi	211	477	957	2110	3280	6640	10800	19700	41300	75200	122000	250000
10 psi	0.500 psi	246	556	1120	2460	3820	7730	12600	23000	48200	87600	143000	292000

Para longitudes totales distintas a 100 pies, multiplique la capacidad que aparece en la tabla por el factor correspondiente para la longitud deseada, como se indica a continuación:

Longitud de la tubería en pies	10	15	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500
Multiplicador	3.16	2.58	2.00	1.41	1.00	0.817	0.707	0.632	0.577	0.535	0.500	0.447

Consulte con su representante local autorizado de Cleaver-Brooks con respecto a las presiones y los diámetros que no aparezcan.

Esta tabla muestra las capacidades de flujo de gas de las tuberías con diámetro entre 1/2" y 8", sobre la base de una caída de presión de 5 % de la presión de gas inicial para una longitud de tubería de 100 pies. Se supone que el flujo es turbulento, de ahí la proporción no lineal entre longitud y capacidad.

En modelos de caldera y tamaños de rampa de gas específicos:

Consulte el libro de la caldera para conocer los requisitos de presión de gas de la entrada de la rampa de gas.

5.4 - Tubería de aceite: Series 100 Fuel y 200 Fuel

El aceite combustible ingresa al sistema mediante una bomba de suministro que entrega una parte de su descarga al quemador de aceite. El exceso de aceite se devuelve al tanque de almacenamiento de aceite a través de la válvula de alivio de aceite combustible y la tubería de retorno de aceite. Por lo común, la bomba solo funciona mientras el quemador está en funcionamiento, aunque hay un interruptor de posicionamiento disponible para el funcionamiento continuo o automático de la bomba.

Un filtro de aceite combustible impide el ingreso de materiales extraños a las válvulas de control y a la boquilla. El controlador de aceite combustible contempla una válvula de medición, un regulador y un manómetro. El regulador ajustable controla la presión. Para ayudar en la regulación, se crea contrapresión mediante una boquilla con orificio situada en la tubería de retorno de aceite, inmediatamente aguas abajo del controlador de aceite combustible.

Las válvulas de aceite de solenoide se activan o se desactivan para permitir o para cortar el flujo de aceite hacia el quemador. Se usan dos válvulas que funcionan de manera simultánea. Las válvulas se cierran cuando están desactivadas. No se pueden abrir (activarse), a menos que el interruptor de comprobación de aire de combustión y el interruptor de comprobación de aire de atomización estén cerrados. Los dos interruptores se satisfacen, respectivamente, con suficiente presión de aire de combustión desde el ventilador de tiro forzado y con aire presurizado desde la bomba de aire.

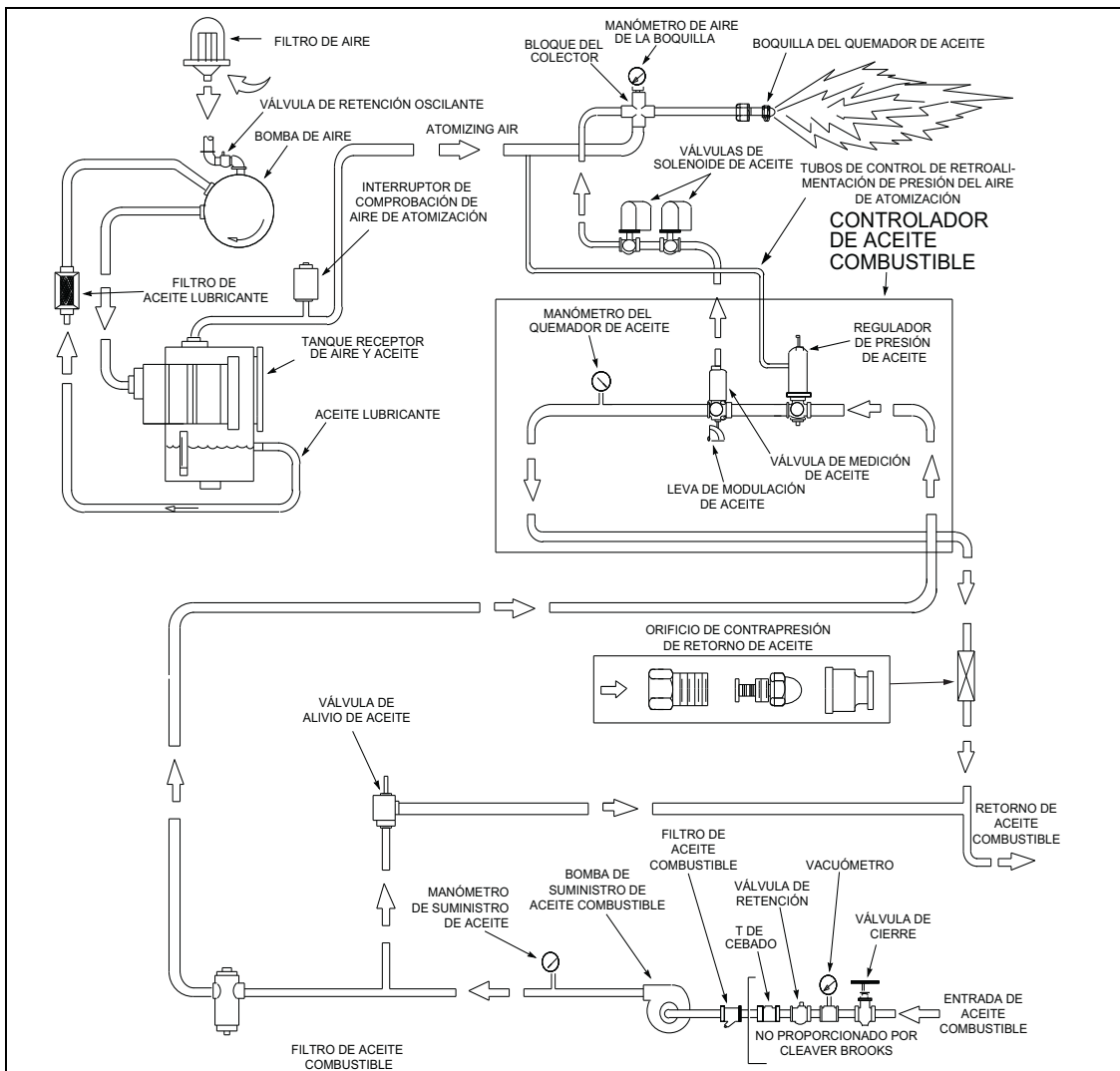


FIGURA 10. Tuberías de aceite ligero, típicas

6 - REQUISITOS DE AGUA

6.1 - Eliminación del aire

La salida de agua caliente incluye un tubo de inmersión que se extiende 2 a 3 pulgadas hacia la caldera. El oxígeno o aire liberado en la caldera se acumulará o quedará atrapado en la parte superior de su carcasa. El tubo de inmersión reduce la posibilidad de que ingrese aire en el sistema, que haya quedado atrapado en la parte superior de la carcasa.

La conexión intermedia de ventilación que está en la línea central superior de la caldera se debe canalizar con el tanque de expansión o compresión. El aire atrapado en la parte superior de la caldera saldrá de la caldera por la conexión intermedia.

6.2 - Temperatura del agua mínima

La temperatura del agua de la caldera mínima recomendada es 170 °F. Cuando se usa una temperatura del agua inferior a 170 °F, la temperatura de los gases de combustión se reduce hasta un punto donde el vapor del agua se condensa, lo cual puede provocar corrosión en la caldera y en la chimenea de escape.

La condensación es más severa en una unidad que funciona de forma intermitente y que es demasiado grande para la carga real. La condensación se puede reducir si se mantiene la temperatura del agua de la caldera sobre los 170 °F.

6.3 - Reemplazo rápido del agua de la caldera

Los controles y la disposición del sistema se deben organizar de manera que se evite la posibilidad de bombeo de grandes cantidades de agua fría en la caldera caliente, lo que provocaría golpes o esfuerzos térmicos. La temperatura del agua en una caldera de 200 °F o 240 °F no se puede reemplazar completamente por agua a 80 °F en unos pocos minutos sin provocar esfuerzos térmicos. El mismo hecho se aplica a los períodos de funcionamiento normal y durante el arranque inicial.

Cuando se usan bombas de circulación de zona individual, se recomienda mantenerlas en funcionamiento, aun cuando el usuario de agua caliente no requiera agua caliente. De este modo, el dispositivo de alivio o la válvula de derivación permiten una circulación continua por la caldera y pueden ayudar a evitar el reemplazo rápido del agua de la caldera con agua de la zona fría.

6.4 - Flujo continuo por la caldera

El sistema se debe conectar con tuberías y los controles se deben disponer para permitir la circulación del agua por la caldera bajo todas las condiciones de funcionamiento. Se debe revisar el funcionamiento de las válvulas de tres vías y los controles del sistema, para garantizar que no se derive la caldera. La circulación constante por la caldera mitiga la posibilidad de estratificación al interior de la unidad y produce temperaturas más uniformes en el sistema.

Se puede utilizar una regla general de 3/4 a 1 gpm por caballo de fuerza de la caldera para determinar la velocidad mínima de flujo continuo por la caldera bajo todas las condiciones de funcionamiento. El operador debe determinar que existe flujo de agua por la caldera antes del encendido inicial o del reencendido después del drenaje de la caldera.

NOTA: Si la temperatura del agua de funcionamiento hacia el sistema debe ser inferior a 170 °F, la temperatura del agua de la caldera de funcionamiento debe ser de 170 °F como mínimo de y se deben usar las válvulas de mezcla para evitar daños en el equipo.

NOTA: Las bombas de circulación se deben interbloquear con el quemador para que este último no pueda funcionar, salvo que la bomba de circulación esté trabajando, con el fin de evitar daños en el equipo.

6.5 - Instalaciones de varias calderas

Cuando se usan varias calderas, se debe garantizar cuidadosamente que existe un flujo adecuado o proporcional por las mismas. El flujo proporcional se puede obtener de mejor manera mediante el uso de las válvulas de compensación y medidores en la tubería de suministro desde cada caldera. Si se usan válvulas de compensación o placas perforadas, se debe aplicar una disminución de presión importante (por ejemplo, 3 a 5 psi) en todo el dispositivo de compensación, para lograr el propósito.

Si no se tiene el cuidado de garantizar un flujo adecuado o proporcional por las calderas, se pueden producir grandes variaciones en las relaciones de encendido entre las calderas.

En casos extremos, una caldera puede estar en la posición de fuego alto mientras que la otra puede estar en fuego bajo. El resultado neto sería que la temperatura del agua del colector de agua común hacia el sistema no estaría en el punto deseado.

6.6 - Bombas

Se recomienda que las bombas de circulación del sistema tomen succión desde la conexión de salida en la caldera y que realicen la descarga hacia la carga del sistema. Se prefiere el lado de succión ya que disminuye el ingreso de aire en el sistema y no impone la carga del sistema en la caldera.

Normalmente, las bombas se arrancan y detienen con interruptores manuales. También es recomendable interbloquear la bomba con el quemador para que este último no pueda funcionar salvo que la bomba de circulación esté trabajando.

6.7 - Presión

Al encender una caldera recién instalada o cuando se intercale una caldera existente en un sistema de funcionamiento, las calderas que se van a intercalar en el funcionamiento se DEBEN presurizar al nivel del sistema o de las otras calderas, antes de abrir las válvulas del colector de agua.

Se recomienda instalar un termómetro en la tubería de retorno, para indicar la temperatura del agua de retorno. Si se conoce la temperatura del agua de suministro, se puede establecer el diferencial del sistema de la caldera. Si el operador conoce la velocidad de bombeo puede detectar fácilmente cualquier condición de carga excesiva y tomar las medidas correctivas necesarias.

Precaución

No traspase agua fría a una caldera caliente ni agua caliente a una caldera fría. *Los cambios rápidos de temperatura dentro de la caldera pueden provocar daños.*

7 - Tratamiento del agua

Para proteger la integridad de la caldera y garantizar que siga produciendo buena agua caliente, es importante tratar en forma adecuada el agua de alimentación o el agua que entra a la caldera. La atención especial en la calidad del agua producirá beneficios, tales como mayor eficiencia, mejor rendimiento, una vida útil más prolongada, menos tiempos de inactividad y prevención de reparaciones costosas. El agua que se usa para llenar la caldera o para reponer las pérdidas del sistema debe estar libre de oxígeno disuelto, gases corrosivos, sedimentos u otros contaminantes y debe estar a una temperatura mínima de 70 grados Fahrenheit.

Consulte los manuales de arranque y de mantenimiento de la caldera para acceder a información adicional sobre extracción por ebullición, servicio temporal y tratamiento de aguas.

El programa de tratamiento de aguas se debe elaborar en consulta con un especialista calificado en tratamiento de aguas. Una estrategia eficaz:

- evitará depósitos en las superficies de la caldera que debiliten el metal y provoquen pérdidas de transferencia de calor,
- evitará la corrosión por oxígeno, que provoca picaduras en la tubería de la caldera y depósitos de óxido,
- evitará un pH bajo (menos de 9 provoca corrosión), y
- evitará la contaminación del agua caliente.

Debido a la variedad de factores que pueden influir en el tratamiento de aguas para aplicaciones de agua caliente, no es posible ofrecer un conjunto único de pautas adecuadas para todas las instalaciones. Es esencial procurar los servicios de un especialista calificado en tratamiento de aguas.

8 - LISTA DE VERIFICACIÓN DE INSTALACIÓN

Se entrega la siguiente lista de comprobación como un medio para garantizar que la caldera esté lista para el arranque inicial. La lista incluye elementos que, si no se completan, provocan demoras en el arranque. Antes de solicitar un arranque programado a su representante local de servicio autorizado de Cleaver-Brooks, la instalación debe estar finalizada y todos los puntos deben estar marcados. Se podría copiar esta lista de comprobación para enviarla al representante de arranque, de modo que la registre y la use en la programación.

A. GENERAL

Sí	No	
_____	_____	1. ¿La caldera, el quemador, el resguardo y los controles están en buen estado de funcionamiento? De no ser así, anote los elementos que requieren atención:
_____	_____	2. ¿Está bien instalado el suministro de combustible y el piloto del quemador?
_____	_____	3. ¿La caldera está nivelada?
_____	_____	4. Cuando así se requiera, ¿habrá operadores de caldera calificados presentes en el arranque?
_____	_____	5. ¿Habrá personal operativo disponible para capacitación durante el arranque?
_____	_____	6. ¿Habrá una persona disponible cada vez que sea necesario ayudar al técnico de servicio en las diversas tareas de la sala de calderas?
_____	_____	7. El ajuste completo del quemador requerirá una carga a plena capacidad (suficiente para un ajuste de la relación entre combustible y aire de fuego alto). ¿El sistema puede absorber esta carga y se han tomado las providencias para poner una carga completa en la caldera durante el arranque?

B. CALDERA

Sí	No	
_____	_____	1. ¿La caldera, el quemador y los equipos auxiliares están instalados de conformidad con los requisitos del fabricante y de la aseguradora y de los códigos reguladores y de seguros aplicables?
_____	_____	2. ¿Se han completado todas las tuberías del sistema hacia y desde la caldera?
_____	_____	3. ¿Están bien instaladas las válvulas de alivio de seguridad?
_____	_____	4. ¿Está bien instalada la tubería de descarga de la válvula de alivio de seguridad sin peso o tensión en las válvulas?
_____	_____	5. ¿Están bien instaladas las válvulas de drenaje de la caldera o las válvulas de purga del fondo?
_____	_____	6. ¿Las válvulas de drenaje de la caldera o las válvulas de purga del fondo y las válvulas de alivio están canalizadas hacia una descarga segura y están las tuberías de drenaje instaladas de conformidad con todos los códigos reguladores aplicables?
_____	_____	7. ¿El termómetro de temperatura del agua de retorno está instalado en el conector de retorno del sistema? (Solo aplica a las unidades de agua caliente).
_____	_____	8. ¿Se ha canalizado en forma adecuada el respiradero de la caldera o se ha suministrado un dispositivo de ventilación automática para eliminar el atrapamiento de aire? (Solo aplica a las unidades de agua caliente).
_____	_____	9. Si se suministró, ¿se ha instalado el termómetro de la chimenea de escape?
_____	_____	10. ¿Se ha instalado en forma correcta la caja de humo o la chimenea de escape?
_____	_____	11. ¿Se ha verificado y se dimensionado adecuadamente la fuente de aire de combustión?
_____	_____	12. ¿Se han considerado e instalado todos los elementos sueltos del envío?

C. COMPONENTES ELÉCTRICOS

Sí	No	
_____	_____	1. ¿Es correcto el suministro de energía eléctrica disponible (voltaje, fase y hertz) según la información de la placa de identificación y el diagrama de cableado del quemador?
_____	_____	2. ¿Se han realizado todas las conexiones eléctricas de la caldera, el quemador y todos los equipos auxiliares?
_____	_____	3. ¿Se han instalado los dispositivos de emergencia y seguridad de conformidad con los códigos reguladores?
_____	_____	4. ¿Se han realizado todas las conexiones de cableado en campo de la caldera de acuerdo con el diagrama de cableado suministrado por Cleaver-Brooks para esa instalación en particular?
_____	_____	5. ¿El equipo está conectado a tierra de manera correcta?

D. AGUA

Sí	No	
_____	_____	1. ¿Se han conectado el sistema de agua de reposición y la válvula reguladora de presión y funcionan?
_____	_____	2. ¿Se han llenado la caldera y el sistema con agua debidamente tratada a un mínimo de 70 grados Fahrenheit (21.1 Celsius)?
_____	_____	3. ¿Se ha realizado una prueba de presión en la caldera y en el sistema para revisar la existencia de fugas?
_____	_____	4. ¿Se han enjuagado y limpiado las tuberías del sistema o se realizará durante el arranque?

E. GAS

Sí	No	
_____	_____	1. ¿Se ha realizado una prueba de presión en todas las tuberías de gas de acuerdo con los códigos locales y, luego, se ha purgado el aire?
_____	_____	2. ¿La presión y el volumen de gas son suficientes para las calderas a la máxima relación de encendido que se indica en la placa de identificación del quemador?
_____	_____	3. ¿Están instalados los manómetros de gas e indican la presión de gas adecuada aguas arriba del regulador de gas montado en la caldera?
_____	_____	4. ¿Los respiraderos de gas, incluidas las válvulas de ventilación, están bien canalizados hasta un punto de descarga seguro?
_____	_____	5. ¿Se ha completado la inspección del seguro, si se requiere?
_____	_____	6. Si la presión de gas aguas arriba supera 5 psig (34.5 kpa), ¿se han instalado válvulas de alivio de presión del gas?

E. ACEITE

Sí	No	
_____	_____	1. ¿Se ha realizado una prueba de presión en la tubería de suministro de aceite?
_____	_____	2. ¿Se han verificado las presiones mínimas y máximas adecuadas para la bomba de aceite CB?
_____	_____	3. ¿La tubería de suministro está dimensionada para el doble de la capacidad nominal máxima del quemador?
_____	_____	4. ¿Se han instalado en forma correcta las válvulas de salida del tanque de aceite combustible?
_____	_____	5. ¿Se han instalado en forma correcta las válvulas de cierre del sistema de aceite, del filtro y del indicador de vacío?
_____	_____	6. ¿Hay una tubería de retorno canalizada de regreso al tanque de aceite?

