

CAPÍTULO VIII
ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES
DE CALEFACCIÓN

Combustión

Se denomina combustión a la combinación química de un cuerpo con el oxígeno, cuando se produce con desprendimiento de calor.

Para que se produzca la combustión es necesario que exista un elemento que se quema, llamado *combustible* y el oxígeno, que recibe el nombre de *comburente*.

Los componentes esenciales de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos son el *carbono* y el *hidrógeno*, que se combinan con el oxígeno del aire. En proporciones pequeñas y variables contienen azufre, nitrógeno, agua y sedimentos.

Para que pueda producirse o iniciarse la combustión es necesario que exista una temperatura suficientemente elevada, que depende del combustible, llamada temperatura de encendido o de ignición,

Proceso de la combustión

La combustión del *carbono* del combustible, si es completa, da lugar a la formación de anhídrido carbónico al combinarse con el oxígeno del aire, con desprendimiento de 8.000 kcal/kg de carbono quemado. La proporción de oxígeno en la combustión debe ser la adecuada, dado que si falta, por ejemplo, en lugar de anhídrido carbónico

se forma óxido de carbono con mucho menor desprendimiento de calor.

A su vez, la combustión del hidrógeno da lugar a la formación de agua con alta disipación de calor, aproximadamente 30.000 kcal/kg de hidrógeno quemado.

Se deduce que un combustible con buen porcentaje de hidrógeno aumenta considerablemente el desprendimiento de calor, pero como contrapartida ocurre que el vapor de agua producido se condensa generalmente en la parte final de los conductos de humo, produciendo o facilitando la acción corrosiva, en el caso que ellos sean metálicos. Esta condensación se produce cuando en las calderas se trabaja a baja temperatura (60 a 70 °C), especialmente en el caso de marcha a régimen reducido de funcionamiento, debido a que se está por debajo de la temperatura del punto de rocío de la mezcla de humos.

El problema se agrava en el caso de combustibles líquidos que tienen cierta proporción de azufre, pues los vapores sulfurosos que se producen en la combustión se combinan con el vapor de agua, produciendo ácidos sulfuroso y sulfúrico, los cuales atacan intensamente las partes metálicas de la caldera y conducto de humos.

COMBUSTIBLES

Los combustibles que se utilizan pueden clasificarse según su estado físico natural en *sólidos*, *líquidos* o *gaseosos*.

Combustibles sólidos: son de origen vegetal, la *leña* o el *carbón de leña* y los carbones fósiles, como la *turba*, *lignito*, *hulla* o *antracita*. Un elemento que se utiliza mucho es el *coque*, que es el residuo de la destilación de la hulla.

Combustibles líquidos: son los derivados de la destilación del petróleo crudo. Se pueden mencionar: el *kerosene*, *gas oil*, *diesel oil* y *fuel oil*. Los más utilizados son el *gas oil* y el *diesel oil*. El *fuel oil* es un combustible muy viscoso, de difícil transporte por cañerías al quemador, especialmente los días fríos. Para allanar este inconveniente se utilizan precalentadores, o se los mezcla, para reducir su viscosidad con *diesel oil*, en proporción de 70 % de *fuel oil* y 30 % de *diesel oil*.

Combustibles gaseosos: se utiliza el *gas natural* que es una mezcla de hidrocarburos livianos a presión y temperaturas normales. Está compuesto básicamente de *metano*. El *gas envasado*, en cambio, es una mezcla de *propano* y *butano*, que se licua a cierta presión. Este último sólo se utiliza en instalaciones muy pequeñas.

QUEMADORES AUTOMÁTICOS

Definición: un quemador es un dispositivo destinado a producir la mezcla íntima del combustible y el comburente (oxígeno del aire) lo cual es condición indispensable para la realización del proceso de la combustión.

El propósito de un quemador es el de transformar el combustible en energía calórica útil, debiendo presentar las siguientes características:

- Ser controlable en un amplio rango de su capacidad, sin retorno o apagado de llama.
- Asegurar una distribución uniforme de calor sobre el área calentada.
- Ser capaz de realizar una perfecta combustión.
- No levantar llama más allá de la boca de descarga.
- Asegurar la rápida ignición con un desplazamiento de llama rápido y positivo.
- Operar en forma estable durante la combustión, encendido y apagado.
- Ser de construcción robusta para resistir las condiciones severas de calentamiento y enfriamiento durante toda su vida útil.

Quemadores de gas natural

Se compone esencialmente de un inyector, de gas a presión que induce el aire primario.

La mezcla de *aire primario* toma al salir por los orificios del quemador el aire complementario de la atmósfera, al que se llama *aire secundario* (fig. 1-VIII).

En los quemadores a gas el problema consiste en producir la distribución correcta de la mezcla aire-gas.

Se utiliza la propiedad de un encendido rápido y seguro de una llama grande, por medio de una pequeña constantemente encendida llamada *llama piloto*.

Las características fundamentales de un quemador a gas deben ser las siguientes:

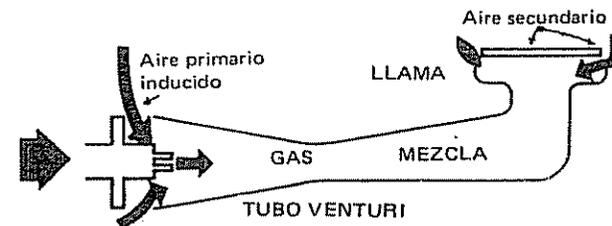


FIG. 1-VIII. Quemador a gas.

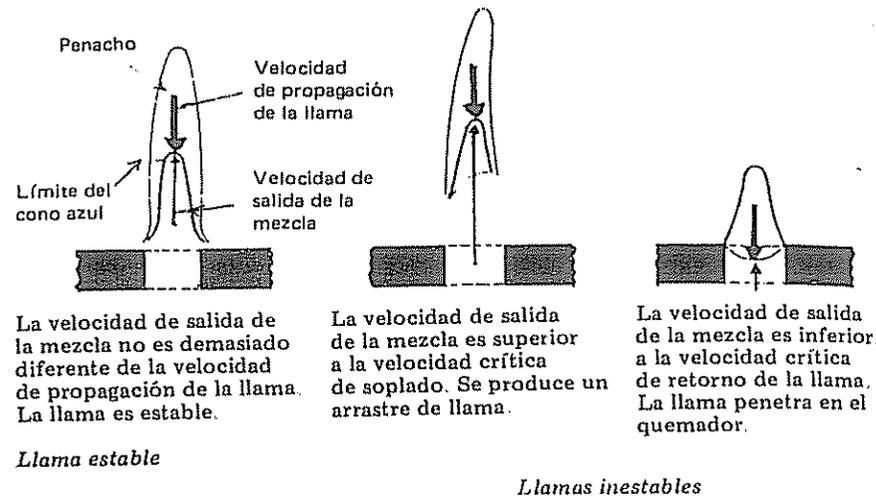


FIG. 2-VIII. Característica de la llama.

- Regular la intensidad de la llama con los efectos de no producir retroceso o arrastre (ver fig. 2-VIII).
- Proporcionar una adecuada distribución aire-gas.
- Proveer controles de seguridad para fallas en el encendido o interrupción de la combustión.

CONTROLES DE SEGURIDAD

a) Control de combustión

Se aplican con el fin de dar seguridad de corte de gas cuando se apaga la llama por cualquier motivo.

Estos controles pueden ser térmicos, electrónicos o fotoeléctricos.

Control térmico: son elementos sensibles al calor, bimetálicos o termo cuplas que actúan sobre la base del calor que reciben, ya sea de la llama piloto o de la llama del quemador principal.

Si por cualquier eventualidad se apaga la llama, este control corta el suministro de gas al quemador.

Su velocidad de reacción depende del tiempo de enfriamiento, el que puede ser demorado por la acumulación de calor en el horno

de una caldera o por la emisión de rayos infrarrojos de las paredes incandescentes.

Controles electrónicos: se basan en el fenómeno de que a altas temperaturas las moléculas de combustibles se ionizan haciéndose conductoras. Como consecuencia de ello puede circular corriente entre dos electrodos sumergidos en la llama principal o en la llama piloto. En caso de apagarse la llama cesa la circulación de corriente lo que provoca el corte del suministro del gas. Estos sistemas reaccionan entre 1 a 2 segundos.

Controles fotoeléctricos: consisten en una célula fotorresistiva sensible, a la banda de radiaciones de los productos de la combustión.

b) Control de barrido de aire

Tienen por fin no permitir el encendido del piloto sin antes asegurar que no hay gas acumulado en la cámara de combustión.

Podrían producirse bolsas de mezclas aire-gas en el interior de la cámara de la combustión, debido al mal cierre de la llave de paso de gas o a las dificultades en el encendido.

Por lo tanto, debe instalarse un sistema que ponga en marcha un ventilador por un tiempo determinado antes de encender el piloto.

Ese tiempo no conviene que sea menor de 15 segundos pudiendo establecerse también el encendido del ventilador un lapso después de apagada la caldera.

c) Control de presión de gas

En instalaciones importantes pueden colocarse elementos que regulen la presión de gas como estabilizadores de presión.

Se deben exigir las siguientes condiciones de seguridad, interrumpiendo el funcionamiento del quemador cuando:

- Se apague la llama
- Por interrupción de corriente eléctrica
- Por interrupción del tiro a través de la cámara de combustión
- Si en la caldera existiera presión excesiva (instalaciones de vapor) o temperatura elevada (instalaciones de agua caliente)

Además es importante señalar:

No se debe permitir el pasaje de gas al quemador principal mientras no se detecte la presencia de llama en el piloto.

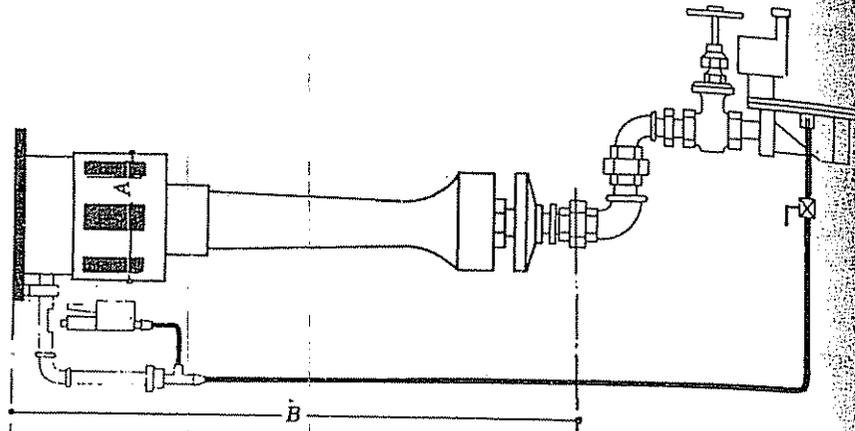


FIG. 3-VIII. Quemador atmosférico tipo túnel.

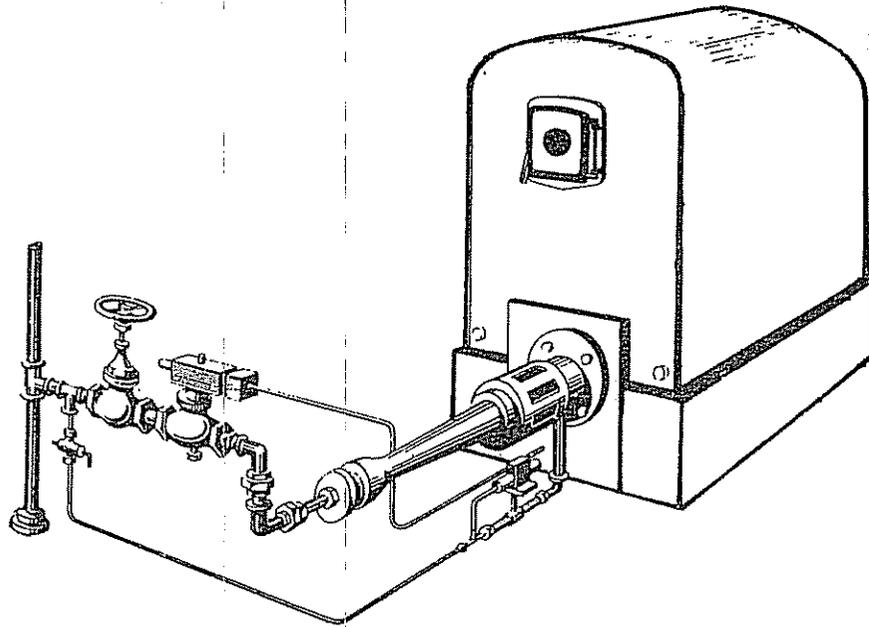


FIG. 4-VIII. Montaje de quemador tipo túnel.

Los controles automáticos no deben permitir el suministro de gas en caso de corte de suministro o energía eléctrica, sin la intervención del operario.

En cuanto a la ubicación del quemador debe considerarse que no se encuentre afectado por las corrientes de aire.

Para evitar bolsones de gas dentro del hogar de la caldera, que pueden producirse en los períodos de inactividad, se recomienda la utilización de calderas que tengan la salida de humos en su parte superior.

El quemador que se detalla en las figuras 3-VIII y 4-VIII es el del tipo atmosférico, se denomina tipo túnel. En el cuadro 1-VIII se indican las capacidades y dimensiones.

Un tipo muy usado de calefacción es el quemador que se indica en la figura 5-VIII, también del tipo atmosférico.

En la figura 6-VIII se detalla un quemador automático para gas natural, de alta seguridad de funcionamiento. Es del tipo compacto, tipo multitoberas, provisto con ventilador, encendido eléctrico y control electrónico, con dispositivo de seguridad consistente en el barrido previo de los gases.

CUADRO 1-VIII. CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE QUEMADOR TIPO TÚNEL.

m ³ /hora gas	Capacidades en kcal/hora	Medidas en mm	
		A	B
3,5	30.000	192 x 192	650
6,0	50.000	192 x 192	710
9,0	75.000	192 x 192	750
11,0	95.000	246 x 246	1.050
15,0	125.000	246 x 246	1.100
30,0	250.000	353 x 353	1.560
60,0	500.000	353 x 353	1.700
82,0	700.000	353 x 353	1.800

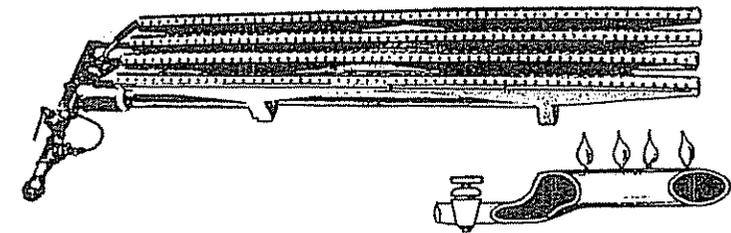


FIG. 5-VIII. Quemador a gas tipo lineal.

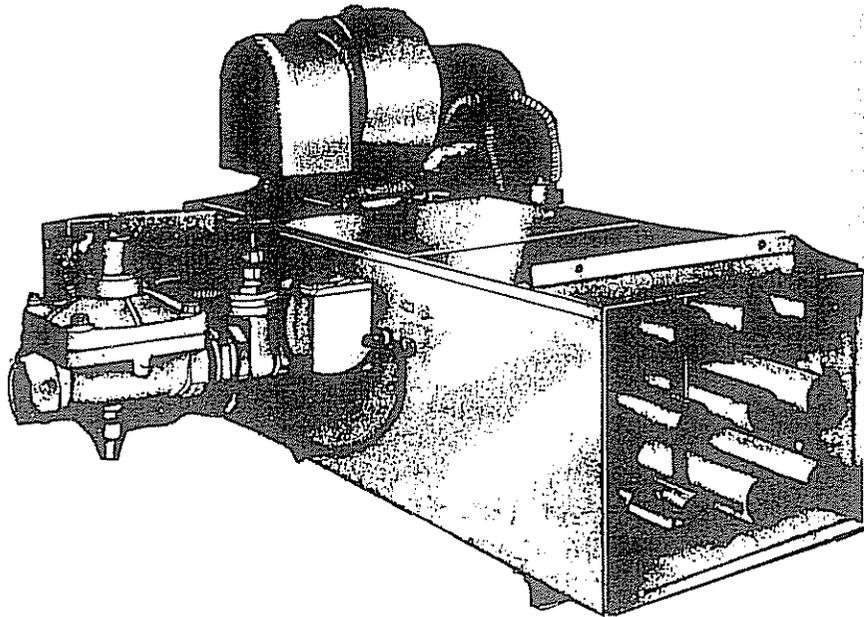


FIG. 6-VIII. Quemador automático a gas.

Es de funcionamiento completamente automático, según las siguientes características:

- 1) *Prebarrido*: se efectúa como mínimo 30 segundos antes del encendido del piloto.
- 2) *Supervisión del encendido*: consiste en un contacto eléctrico que permite completar el período de prebarrido, solamente si el obturador de la válvula automática de corte de gas, está efectivamente cerrado.
- 3) *Encendido del piloto*: se cumple mediante un transformador que suministra una chispa de 5.000 volts.
- 4) *Encendido del quemador*: el piloto efectúa la inmediata ignición de la mezcla combustible del quemador principal. Como medida de seguridad, se enciende el quemador principal en lo que se denomina *bajo fuego*, que representa el 30 % de la capacidad total por seguridad y además para reducir al mínimo el ruido de arranque del quemador.
- 5) *Seguridad por falta de aire*: se asegura que el encendido del quemador principal se efectúe con el gas y el aire necesarios para la combustión en las proporciones correctas.

6) *Seguridad por falta de llama*: se utilizan sistemas de detección por ionización o fotoeléctricos. En ambos casos el programador o amplificador tiene integrado el sistema de prebarrido y el sistema de arranque, que al existir una señal, evita el encendido del quemador.

7) *Válvula automática de corte de gas*: un actuador mantiene abierto el gas mientras existen las condiciones de seguridad.

QUEMADORES DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO

La función de todo quemador de combustible líquido, en combinación con un hogar de caldera adecuado, consiste en pulverizar finamente el fluido, mezclarlo íntimamente con el aire y producir su combustión con el máximo aprovechamiento de su poder calorífico. Cada una de estas etapas se logran mediante diversos métodos.

Si nos limitamos únicamente al quemador se podría decir que su misión principal es el pulverizado del combustible, pero las etapas posteriores, mencionadas precedentemente, tienen su importancia y depende de cómo se realiza la inyección en el hogar.

Todo buen quemador debe, por lo tanto, cumplir con los siguientes requisitos:

1) *Pulverización fina del combustible*: cuando se pulveriza un combustible, éste se divide en número de gotitas, la suma de cuyas superficies, es muy superior a la del líquido sin pulverizar, ellas están rodeadas de aire, lo que favorece el proceso de vaporización y combustión.

El pulverizado del combustible debe ser uniforme, o sea que las partículas sean del mismo tamaño para asegurar la combustión regular.

2) *Inyección del combustible*: una vez pulverizado el combustible se lo inyecta con parte del aire primario necesario para la combustión, en el hogar, sin tocar las paredes, produciéndose su total combustión.

3) *Regulación de la llama*: debe existir la posibilidad de que el combustible inyectado en el hogar con la turbulencia necesaria, pueda ser regulado en forma y longitud de alcance, manteniéndose siempre la correcta proporción aire-combustible.

4) *Adaptación de combustibles de distinta viscosidad*: cuando se utilizan combustibles pesados (fuel-oil), se hace necesario un tratamiento previo en un precalentador, con el fin de disminuir la viscosidad.

Tipos: los quemadores pueden clasificarse según su grado de automatismo en los siguientes tipos:

- a) Manuales.
- b) Semiautomáticos.
- c) Automáticos.

Los manuales generalmente no se utilizan.

Los semiautomáticos, una vez regulados manualmente, sólo se apagan por acción manual, pero tienen cierto grado de automatismo regulando la combustión según la presión de vapor o temperatura de agua de la caldera.

El automático es el que más se usa por mayor comodidad y, además, por no requerir una persona permanentemente en la atención de la caldera y por razones de seguridad, dado que es más peligroso confiar la caldera al cuidado exclusivo de un operario, que a un equipo de control y seguridad.

Funcionamiento

Describiremos el funcionamiento de un quemador automático para combustible liviano (gas oil o diesel oil) para una gama de 60.000 a 700.000 kilocalorías de rendimiento (cuadro 2-VIII y fig. 7-VIII) como tipo, ya que los modelos y características difieren según los fabricantes.

Los elementos principales de este quemador, que constituye una unidad integral, están compuestos por un cuerpo de aluminio fundido, con su base de apoyo, motor eléctrico, ventilador centrífugo que provee todo el aire necesario para la combustión, bomba de engranaje para la succión y compresión del combustible, pico atomizador, válvula reguladora de presión, filtro, transformador de encendido y electrodo de ignición.

Al conectar el interruptor eléctrico se pone en marcha el motor del quemador, accionando la bomba de combustible y el ventilador.

CUADRO 2-VIII. CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE QUEMADORES AUTOMÁTICOS A DIESEL OIL.

Capacidad en litros/h	kcal/h	Motor HP	Ancho	Largo (mm)	Alto
6	60.000	1/6	460	520	420
14	140.000	1/4	550	630	500
22	220.000	1/2	580	670	540
30	300.000	1/2	660	750	550
50	500.000	1/2	660	750	550
70	700.000	1/2	660	750	550

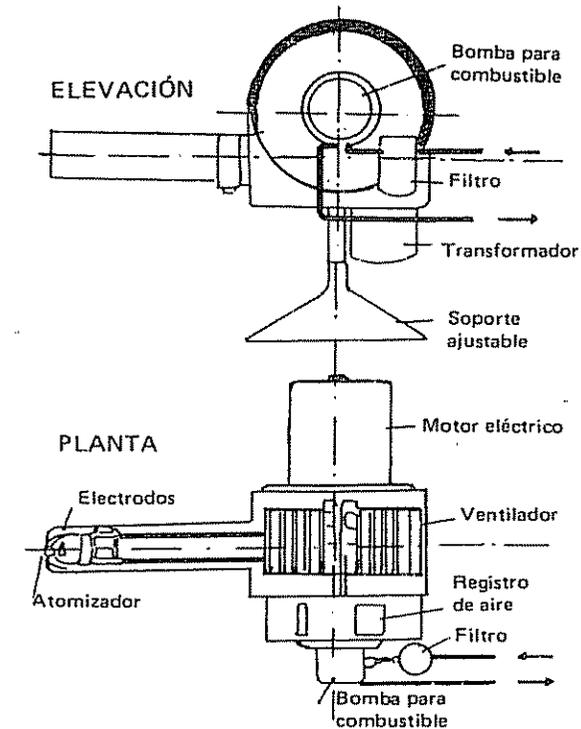


FIG. 7-VIII. Quemador automático a gas oil o diesel oil.

Estos elementos proveerán el combustible debidamente pulverizado y el aire necesario para la combustión en el extremo de salida o atomizador.

La combustión se inicia por medio de una chispa eléctrica continua, producida por los electrodos que van conectados al transformador que suministra tensión de alrededor de 10.000 volts.

Una vez producida la combustión, los gases calientes alcanzan el control de combustión que se instala en la salida de la caldera (conducto de humos), que consiste en un espiral bimetalico.

Si por alguna causa el quemador no enciende durante el período de ignición, al transcurrir un tiempo determinado, el control de combustión, acciona una alarma que desconectará el motor del quemador,

evitando que se derrame combustible sin quemar en el hogar de la caldera.

Puede emplearse en vez del control de combustión o control con bimetálico, un control con *fotocélula*, que cumplen las funciones indicadas precedentemente.

Se usa una célula *fotorresistiva* de sulfuro de cadmio sensible a las radiaciones de banda visible de la llama de petróleo, montado en el quemador para detectar presencia de llama. La célula es insensible a las radiaciones del refractario.

El funcionamiento del quemador es comandado por un control de temperatura o presión según sea agua caliente o vapor respectivamente.

Uno de los quemadores más utilizados es el *quemador rotativo*, que puede usarse para combustibles pesados y livianos (ver fig. 8-VIII).

La pieza central de este quemador es el eje realizado en acero al cromo-níquel. Sobre éste vienen montados de izquierda a derecha el rotor del motor, un tornillo sinfín que impulsa a la bomba de engranajes, el ventilador, la boquilla de petróleo y la trompa atomizadora. El conjunto está apoyado sobre cojinetes a bolilla.

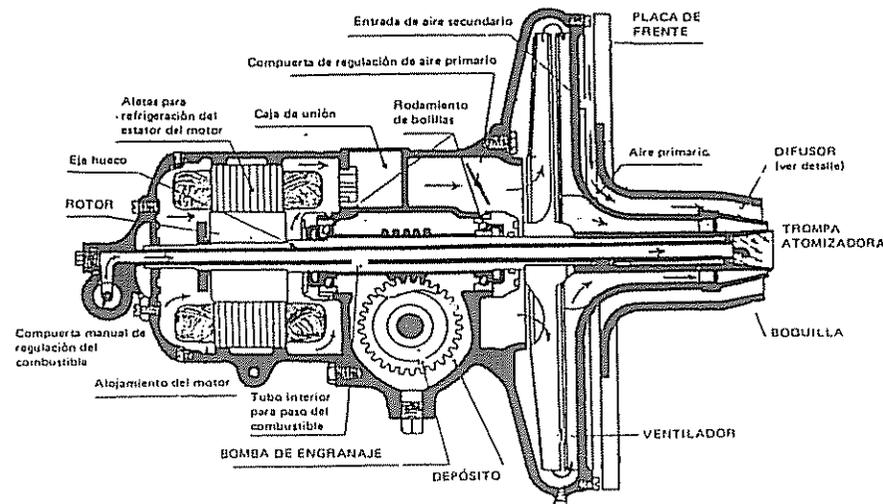


FIG. 8-VIII. Quemador rotativo a petróleo.

El principio de funcionamiento es el siguiente:

El petróleo es aspirado por la bomba de engranaje a través del caño de succión y si el caudal excede el requerido para el consumo, es recogido por un caño de retorno que lo restituye al tanque de combustible.

Entonces, el combustible sometido a presión entra en la parte posterior del quemador y es conducido a través del eje central, que es hueco, hasta llegar a la boquilla donde es impulsado dentro de la trompa atomizadora a gran presión y sometido a un veloz movimiento helicoidal (ver fig. 9-VIII).

Cuando finalmente sale de la boquilla en forma de lámina cónica el cual es envuelto por el aire primario proveniente del ventilador, sale por la respectiva boquilla de aire, completándose así la pulverización necesaria para una buena combustión.

Este tipo de quemadores puede instalarse para funcionar en forma *semiautomática*, lo cual significa que conectado el mecanismo de regulación de llama a un control de presión o temperatura instalado en la caldera se puede, automáticamente, variar el alcance del quemador dentro de un rango de 25 a 100 %.

Es decir, puede instalarse un dispositivo que a medida que la presión o temperatura aumenta, va cerrando el pasaje de aire primario y el de combustibles simultáneamente, con objeto de disminuir la intensidad de llama.

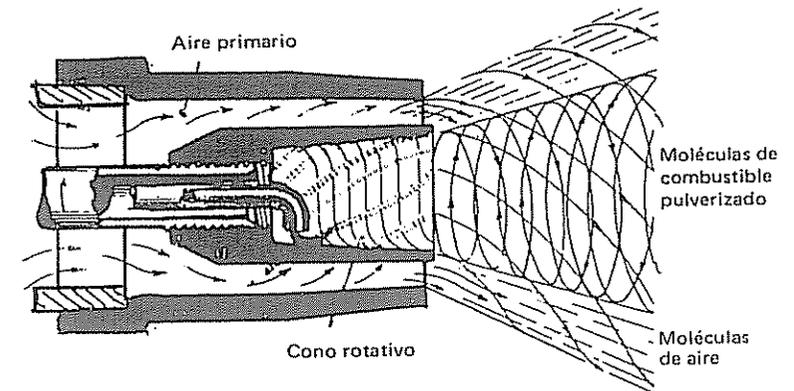


FIG. 9-VIII. Trompa atomizadora de quemador rotativo.

En caso de no utilizarse este dispositivo, el quemador se transforma en *manual*, es decir, la llama debe ser regulada mediante una llave de operación manual.

Por el contrario, mediante el agregado de algunos accesorios se puede automatizar completamente el quemador.

El encendido, en este caso, se efectúa mediante un piloto de gas de accionamiento manual que se enciende mediante un electrodo de ignición alimentado por un transformador. Al abrirse la llave de paso manual al piloto y luego conectarse la llave principal trifásica, el motor del quemador se pone en marcha, abriéndose simultáneamente la válvula solenoide para el paso de petróleo.

El funcionamiento para el sistema automático es idéntico al descrito anteriormente.

En caso de trabajar con combustibles pesados (por ejemplo fuel oil) es necesario intercalar un *precalentador* para elevar su temperatura y aumentar la fluidez del combustible.

Para el funcionamiento automático no se regula la llama, sino que se la fija en la posición de fuego máximo.

En el cuadro 3-VIII se indican las capacidades de estos quemadores.

QUEMADORES DUALES

En redes de distribución de gas natural, muchas veces suelen presentarse inconvenientes en el suministro del fluido, especialmente la reducción del caudal originado por el gran consumo que se produce en los meses de invierno.

Por tal motivo, en los casos de edificios en los que se quiere asegurar el funcionamiento correcto de una instalación de calefacción, como es el caso de hospitales, escuelas, industrias, oficinas, etc., se proyectan quemadores del tipo *dual*, que son diseñados para funcionar

CUADRO 3-VIII. CAPACIDAD DE QUEMADORES ROTATIVOS.

Motor HP	kcal/h	Capacidad petróleo kg/h
1/2	85.000	15
1/2	150.000	22
1/2	220.000	30
1/2	300.000	40
1/2	400.000	55
1/2	600.000	80
1	750.000	100
1	1.000.000	130

normalmente con gas natural, pero que en caso de falta de éste funcionan con combustible líquido.

Se han resumido en un solo aparato el quemador automático a petróleo con otro de gas natural.

Ventajas e inconvenientes de las instalaciones de gas con respecto a las de petróleo

Ventajas

- 1) Combustible más limpio en cuanto a la combustión, lo que reduce la tarea de mantenimiento. No requieren transporte ni almacenamiento, se puede hacer mejor medición, evitándose problemas de entregas de combustible.
- 2) Menor contaminación y contenido de sustancias corrosivas como azufre.
- 3) Conductos y chimeneas más pequeños.

Desventajas

- 1) Más peligro por posibilidad de formación de mezclas explosivas.
- 2) Su funcionamiento depende del suministro de gas. Pueden emplearse quemadores duales.

En nuestro país, con grandes reservas de gas, se exige su empleo con respecto al combustible líquido en Buenos Aires. Los costos de instalación son menos onerosos, ya que no se necesita instalar tanques de almacenamiento, sin embargo, deben analizarse muchas veces los costos de conexión de gas, que pueden llegar a ser importantes.

CALDERAS

Las calderas son elementos destinados a obtener agua caliente o generar vapor con el fin de utilizar esos fluidos como portadores de calor hacia las unidades terminales ubicadas en los locales.

Para calefacción se utilizan, en general, calderas del tipo de *baja presión*; éstas se clasifican según sus características en:

Calderas integrales, que constituyen un conjunto caldera-quemador compacto, generalmente con quemador de gas natural, completas con controles. Se las denomina generadores de calor.

Calderas convencionales, que se distribuyen sin accesorios y obligan a las tareas de montaje en obra, aislamiento, controles y aplicación del quemador según las necesidades.

En general, la tendencia es a la instalación de las primeras, dado que se evita aplicar mano de obra especializada en el lugar.

Así, existen desde las capacidades más pequeñas como las *calderas calefón*, de tipo *individual o cocina* y tipo *automática* para mayores capacidades. Actualmente se fabrican *calderas integrales de alto rendimiento*.

Se las fabrica para calefacción solamente o, muchas veces, en combinación para la provisión de agua caliente de uso doméstico.

Además, se las puede clasificar también por su característica de funcionamiento. Así se pueden mencionar las *humotubulares*, *acuotubulares*, *celulares* y *seccionales* de hierro fundido. Se analizará cada uno de estos tipos de caldera.

Cálculo de las calderas

En general, una vez determinada la capacidad en kcal/h necesaria para la instalación, y elegido el tipo de caldera que se utilizará, se efectúa la selección en función de los valores de cantidad de calor, suministrado por los distintos fabricantes.

Las capacidades son establecidas sobre la base de resultados de ensayos determinados en nuestro país por las Normas IRAM.

La cantidad de calor necesaria para la instalación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_c = Q_T + 30 \%$$

Q_c = cantidad de calor que deberá suministrar la caldera (kcal/h)

Q_T = cantidad de calor del balance térmico (kcal/h)

El 30 % se adiciona para tener en cuenta el calor necesario para poner en régimen de funcionamiento la instalación de calefacción y cierto margen de seguridad en los cálculos.

En caso de tener que *seleccionar el quemador*, como ocurre cuando se proyecta una caldera convencional, caso en que el quemador se provee por separado, debe adicionarse al valor Q_c un porcentaje, teniendo en cuenta la pérdida de rendimiento calorífico de la caldera propiamente dicha (calor de pérdida por los gases de la combustión).

El rendimiento de la caldera se define por la relación:

$$\eta = \frac{Q_c}{P_h - P_c}$$

Q_c = cantidad de calor suministrada por la caldera (kcal/h)

P_h = cantidad de combustible por hora (kg/h) o (m^3/h para gas)

P_c = poder calorífico del combustible (kcal/kg o kcal/ m^3).

Ejemplo

Q_c caldera: 100.000 kcal/h, de gas natural.

Consumo de combustible: 14 m^3 /hora.

Como el poder calorífico del gas natural es 9.000 kcal/ m^3 .

$$\eta = \frac{100.000}{14 \times 9.000} = 0,79 \cong 80 \%$$

De modo que se pierde un 20 % de calor.

Por lo tanto se le debe adicionar al quemador un 20 % más de la cantidad Q_c , o sea debe tener una capacidad de 120.000 kcal/h.

En las calderas integrales no es necesario dicho cálculo, porque el quemador es seleccionado por el fabricante de acuerdo a su caldera. Es conveniente, de cualquier manera, que el rendimiento lo especifique para ver si hay mucho desaprovechamiento de combustible. Se suele establecer en pliego de especificaciones que el rendimiento η no sea menor del 80 %.

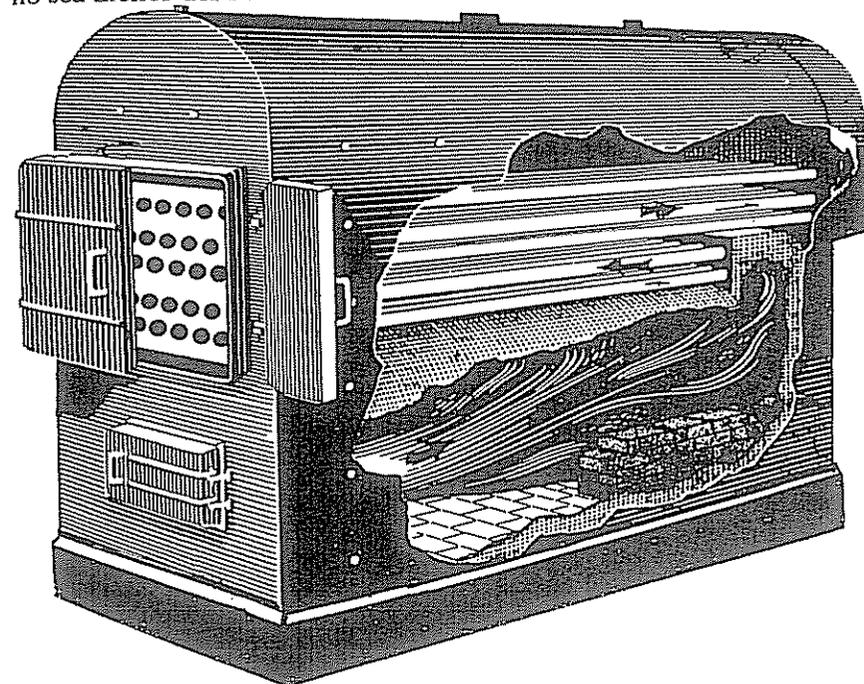


FIG. 10-VIII. Caldera humotubular de 3 pasos, fondo seco.

Calderas convencionales

a) CALDERA HUMOTUBULAR

En general, la mayoría de las calderas que se usan en instalaciones de calefacción son del tipo humotubular. Ello implica que los humos de la combustión circulan por el interior de los tubos y el agua de calefacción los rodea; para aumentar su durabilidad y resistencia son reforzados y sin costura.

Para instalaciones de cierta magnitud se emplea la caldera convencional que se observa en la figura 10-VIII.

Se trata de una caldera de tres pasos de humos de acuerdo a lo siguiente:

- 1^{er} paso: se efectúa la combustión en la hornalla de la caldera.
- 2.º paso: los humos, productos de la combustión, se desplazan hacia la parte posterior de la cámara de combustión, donde invierten su dirección, pasando a la primera serie de tubos.
- 3^{er} paso: los gases de la combustión que llegan del paso anterior invierten nuevamente su recorrido, en la cámara de fuego o tapa frontal, pasando por la segunda serie de tubos de humo y llegando, por último, a la caja de humos de la parte posterior, siendo evacuados al exterior por la chimenea.

Se las suele denominar, por los motivos indicados precedentemente, tipo *llama de doble retorno* o *triple pasaje de llama*, se des-

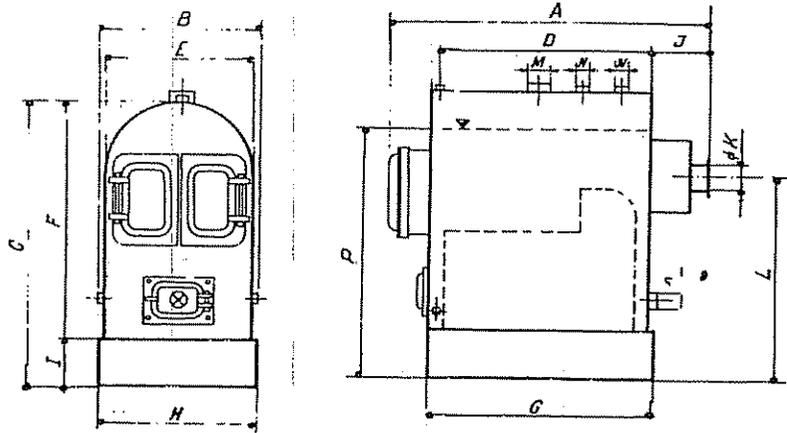


FIG. 11-VIII. Referencias calderas humotubulares.

CALDERA HUMOTUBULAR DE FONDO SECO -- 8 PASOS --
TABLA DE CAPACIDADES Y DIMENSIONES
CUADRO 4-VIII.

Superficie de calefacción	Capacidad mil kcal/h con agua vapor	Caldera				Cuerpo de la caldera				Medidas en mm				Cap. agua	Peso	Aislación					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l				m	n	o	p	m ²
11,2	135	1.893	920	1.806	1.300	900	1.506	1.320	920	300	347	300	1.297	102	38	76	1.475	7,5	1.100	650	
12,5	155	2.023	920	1.806	1.430	900	1.506	1.450	920	300	347	300	1.297	102	38	76	1.475	8,0	1.150	730	
13,8	170	2.153	920	1.806	1.560	900	1.506	1.580	920	300	347	300	1.297	102	38	76	1.475	8,5	1.280	800	
14,7	185	2.293	920	1.806	1.700	900	1.506	1.720	920	300	347	300	1.297	102	38	76	1.475	8,8	1.320	860	
16,1	200	2.473	920	1.806	1.880	900	1.506	1.900	920	300	347	300	1.297	102	38	76	1.475	9,5	1.400	930	
18,1	225	2.623	920	1.806	2.030	900	1.506	2.050	920	300	347	300	1.297	102	38	76	1.475	10,0	1.520	1.030	
20,0	240	2.156	992	1.976	1.450	972	1.676	1.470	992	300	395	600	1.298	102	38	76	1.422	9,0	1.800	960	
23,0	280	2.381	992	1.976	1.675	972	1.676	1.695	992	300	395	600	1.298	102	38	76	1.422	9,5	2.000	1.130	
25,4	320	2.586	992	1.976	1.880	972	1.676	1.900	992	300	395	600	1.298	102	38	76	1.422	10,2	2.200	1.240	
29,0	360	2.517	1.100	2.140	1.780	1.080	1.840	1.800	1.100	300	421	600	1.740	102	63	102	1.832	11,5	2.400	1.530	
33,5	410	360	2.718	1.100	2.140	1.981	1.080	1.840	2.000	1.100	300	421	600	1.740	102	63	102	1.832	12,5	2.600	1.700
37,5	480	420	2.997	1.100	2.140	2.260	1.080	1.840	2.280	1.100	300	421	600	1.740	152	63	102	1.832	13,5	2.900	1.950

prende de lo explicado que toda caldera tiene dos superficies, la *directa*, que está en contacto con la llama y la *indirecta*, con los gases de la combustión. Esta superficie tiene gran importancia en el rendimiento, dado que se obtiene con ello un alto aprovechamiento del calor para su utilización como efecto útil, lográndose, de este modo, que la temperatura de los gases sea baja al salir por la chimenea. Se estima el rendimiento de estas calderas el 80 al 85 %.

Una de las ventajas principales de las calderas humotubulares es que la limpieza y reparación de los tubos se realiza rápidamente, dado que son accesibles directamente desde el frente de la caldera. A su vez, el reemplazo de los tubos, en caso de alguna avería, es sencillo, porque están mandrilados a dicho frente, y pueden ser retirados por arrastre. Por los motivos expuestos debe preverse frente a la caldera un espacio, para permitir el retiro y limpieza de los tubos de aproximadamente el largo de la caldera. Se observa en la figura que toda la superficie de fogueo, excepto el piso, está rodeada de agua, por lo que esta caldera designa se designa de *fondo seco*.

En la figura 11-VIII y el cuadro 4-VIII se indican las capacidades y dimensiones de estas calderas.

Los tubos de las calderas humotubulares están totalmente sumergidos en agua, lográndose, de esta manera, que no se produzcan recalentamientos y vaporizaciones violentas.

Si se utilizan calderas sobre losas, especialmente cuando se instalan en los pisos superiores del edificio, se tiene el inconveniente que

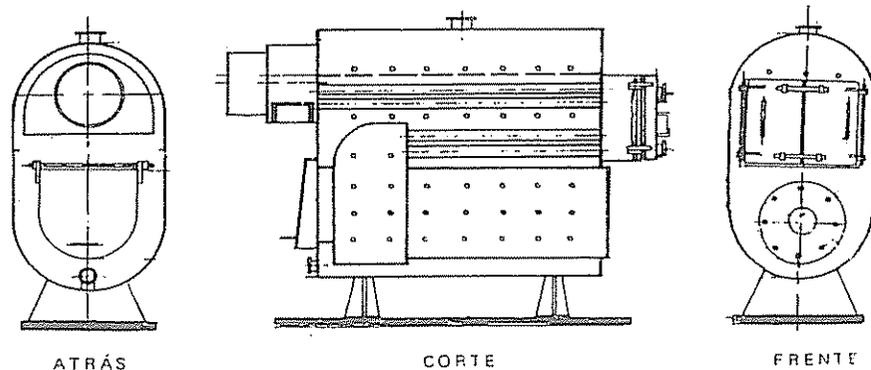


FIG 12-VIII Detalles de la caldera humotubular de 3 pasos y fondo húmedo.

puede pasar calor a la losa de sustentación. Por ello, es muy común, en la práctica, utilizar calderas humotubulares denominadas de *fondo húmedo* u *hogar sumergido*.

Las características de estas calderas son similares a las descritas precedentemente, pero con la particularidad de que el hogar se encuentra totalmente sumergido en agua, para evitar el pasaje del calor a la parte inferior y aumentar aún más el rendimiento térmico.

En la figura 12-VIII se detallan las características principales de estas calderas, que vienen provistas de patas de sustentación.

b) CALDERA CELULAR

Consta de un hogar de combustión, combinado con varias células, las que se encuentran en contacto con el flujo de los gases de la combustión. Las células pueden ser verticales como se indica en la figura 13-VIII u horizontales.

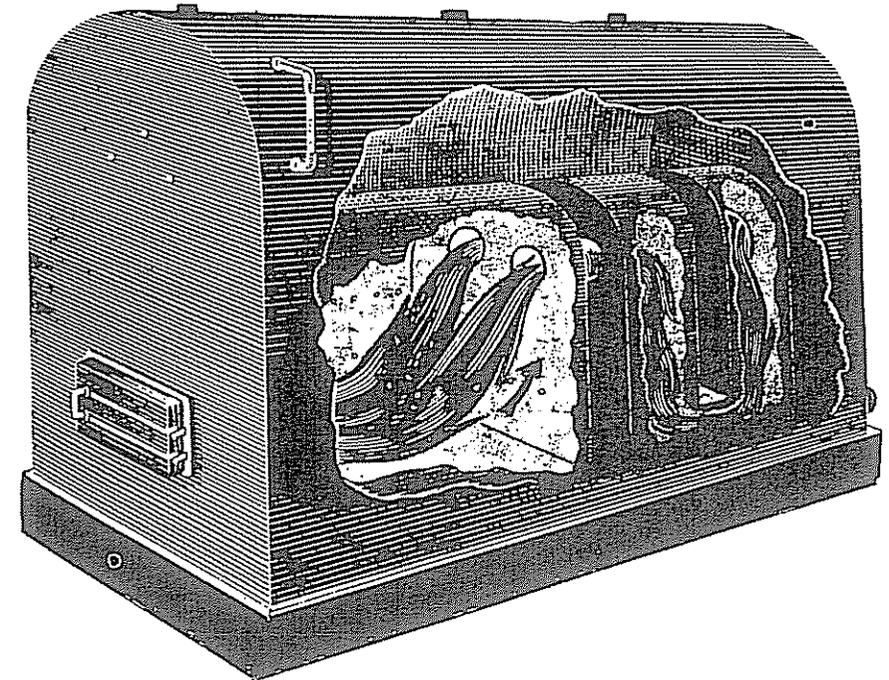


FIG. 13-VIII. Caldera celular.

CUADRO 5-VIII. CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE CALDERA CELULAR.

Kcal/h	Sup. Calef. m ²	Alto mm	Frente mm	Largo mm	Altura total c/base	Conexión mm	Salida humos mm	Sup. aislar m ²	Peso aprox. kg
30.000	2,50	1.000	600	600	1.200	75	200	2,60	300
39.000	3,25	1.000	600	750	1.200	75	200	2,80	340
48.000	4,00	1.000	600	900	1.200	100	200	3,10	365
57.000	4,75	1.000	600	1.050	1.200	100	200	3,50	430
70.000	6,50	870	670	1.370	1.220	100	200	3,90	495
80.000	7,30	870	670	1.730	1.220	100	250	4,70	535
90.000	8,40	920	730	1.800	1.270	100	250	5,10	615
100.000	9,30	1.010	780	1.840	1.360	100	250	5,70	695

En su diseño se trata de obtener una amplia superficie de transmisión para aumentar su rendimiento térmico.

Se las construye con chapa de acero y su principal desventaja es su reparación y limpieza.

Las capacidades de estas calderas no son mayores de 100.000 kcal/h (ver cuadro 5-VIII).

c) CALDERAS SECCIONALES

Están construidas con hierro fundido y siguiendo el mismo criterio de los radiadores seccionales, o sea, se entregan en secciones, las que se unen para formar la superficie de calefacción necesaria (figura 14-VIII).

Estas calderas tienen la ventaja que pueden ser armadas en obra, y es factible introducirlas por puertas de entrada pequeñas o accesos dificultosos, como ocurre con las instalaciones en edificios existentes o el reemplazo de calderas.

Permiten, además el aumento de la superficie de calefacción, en caso de ser necesario, con sólo aumentar el número de secciones. Por su gran resistencia a la corrosión son de vida ilimitada, siendo de aplicación recomendable cuando se emplean combustibles sólidos.

Como inconvenientes se pueden mencionar: que el hierro fundido no es un material muy dúctil o flexible y en el caso de calor no uniforme no está preparada para soportar dilataciones diferenciales excesivas. Ello se puede originar al trabajar con vapor a baja presión, pudiéndose producir rajaduras por dicho efecto, aunque es muy raro que se dé esa dificultad en la práctica. En agua caliente no existe problema, dado que están llenas de agua a temperatura uniforme. En todo caso, la reparación es sencilla, reemplazando la sección que puede estar afectada.

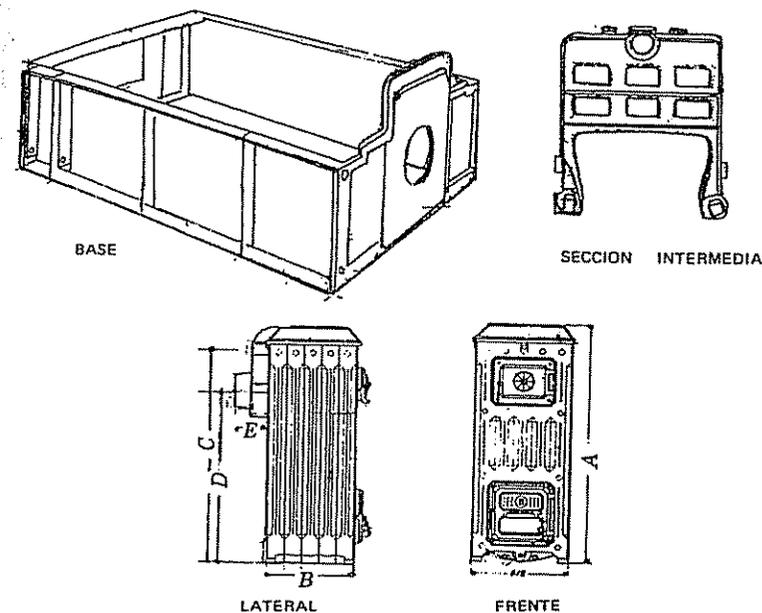


FIG. 14-VIII. Características caldera seccional.

Son de costo más elevado, pudiéndose entregarse, en plaza, armada o desarmada, según pedido, fabricándose en una gran variedad de capacidades algunas de las cuales se indican en la planilla del cuadro 6-VIII.

CUADRO 6-VIII. CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE CALDERA SECCIONAL.

Cantidad de elementos o secciones	Medidas en mm					Superficie de calefac. en m ²	Kilocalorías por hora		Peso aprox. en kg
	A	B	C	D	E		Total	Irradiación directa	
6	1.090	450	980	790	150	1,75	21.000	1.800	270
7	1.090	525	980	790	150	2,00	24.000	2.000	300
8	1.090	600	980	790	150	2,25	27.000	2.200	330

d) CALDERA ACUOTUBULAR

En estas calderas el agua circula por el interior de los tubos, y el fuego por fuera.

Por lo tanto, según se ve en la figura 15-VIII, el flujo de humos cruza exteriormente el entramado de caños, cambiando de dirección en cada fila. Se logra, de esta manera, un elevado coeficiente de transferencia de calor, con una rápida puesta en régimen.

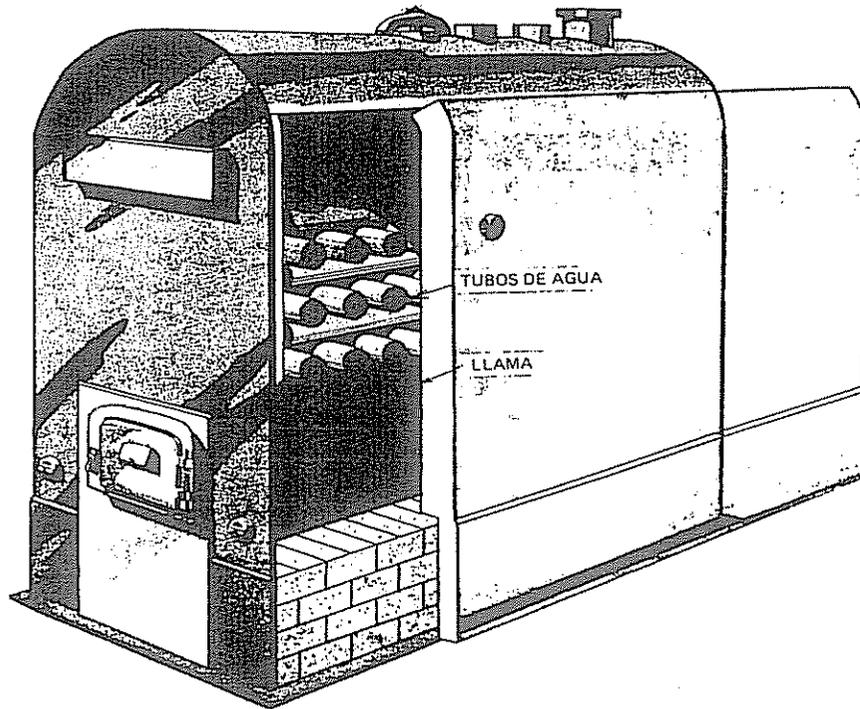


FIG. 15-VIII. Caldera acuotubular.

Los tubos, en general, no requieren limpieza, dado que el hollín se quema al caer por gravitación, en el hogar.

El rendimiento térmico es bueno, aproximadamente del 80 al 90 %.

Calderas compactas integrales o generadores de calor

El desarrollo de la calefacción individual para pequeñas unidades locativas y básicamente la búsqueda de una reducción de mano de obra para el montaje de las calderas, ha hecho surgir la caldera integral, en las que se utiliza, en general, gas natural.

Estas calderas tienen incorporado el quemador, construidas ya con la aislación térmica y controles; son de tipo compacto y de buen aspecto estético, lográndose simplicidad y rapidez de montaje. En algunos casos viene prevista para suministrar agua caliente para el consumo.

Para el caso de que no se disponga de gas natural como combustible, se las fabrica con quemador de gas oil.

Los modelos normales tienen algo menor rendimiento térmico que los convencionales, pero existen diseños de tipo especial que son de alto rendimiento, con objeto de aprovechar al máximo el uso del combustible.

Para su análisis, se las puede clasificar en: a) calderas tipo "calefón", b) calderas individuales o "tipo cocina", c) calderas automáticas a gas, d) calderas de diseño especial.

Se detallan sólo las calderas más comunes, pero existen en plaza muchísimos modelos y características constructivas, según los distintos fabricantes.

a) CALDERAS TIPO CALEFÓN

Se las construye siguiendo los lineamientos del calefón tradicional (fig. 16-VIII). Son de *puesta en régimen inmediata*.

El agua se calienta en un serpentín de cobre arrollado a una chapa especialmente tratada, que es sometida al fuego directo del quemador, o sea, son calderas del *tipo acuotubular*.

Pueden también suministrar agua caliente para el consumo, pero hay que tener en cuenta que la capacidad de la caldera disminuye significativamente.

CUADRO 7-VIII. CAPACIDADES DE CALDERA CALEFÓN.

Capacidad en kcal/h	17 000	13 000
Medidas: Alto	950 mm	750 mm
Ancho	460 mm	420 mm
Profundidad	230 mm	230 mm

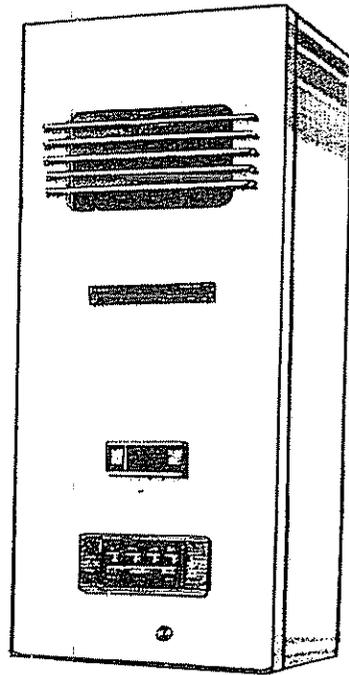


FIG. 16-VIII. Caldera-calefon.

Son calderas muy recomendables para instalaciones pequeñas, dado su bajo costo, pequeño tamaño y simpleza de instalación.

Vienen provistas de dispositivos automáticos de control, y en algunos modelos se las provee con bomba circuladora incorporada.

Las capacidades y dimensiones aproximadas se indican en el cuadro 7-VIII.

b) CALDERA INDIVIDUAL A GAS O CALDERA TIPO "COCINA"

Se las denomina así porque sirven para abastecer un departamento o casa individual, se puede ubicar el artefacto bajo la mesada de cocina, porque está diseñada para tal fin.

Por los detalles se observa (ver fig. 17-VIII) que son del tipo *humotubular* y tienen un rendimiento térmico algo mayor que el calefón. De esa manera, los gases de la combustión se desplazan por los tubos de acero, transmitiendo el calor al agua a través de sus paredes y salen al exterior por la chimenea.

El agua calentada es conducida por cañerías y mediante una bomba circuladora que muchas veces viene incorporada al artefacto, a los calefactores ubicados en los ambientes.

Como alternativa, esta caldera puede ser provista de una serpiente de cobre para proveer agua de consumo.

El agua de consumo domiciliario debe ser totalmente independiente de la caldera, a fin de evitar contaminaciones, dado que las cañerías de calefacción son construidas generalmente de hierro negro con contenido de óxidos y sedimentaciones.

La transmisión de calor se efectúa agua a agua, ya que el agua de calefacción trabaja con una temperatura promedio de 80 a 85 °C, cediendo calor al agua de consumo domiciliario que requiere 40 a 60 °C.

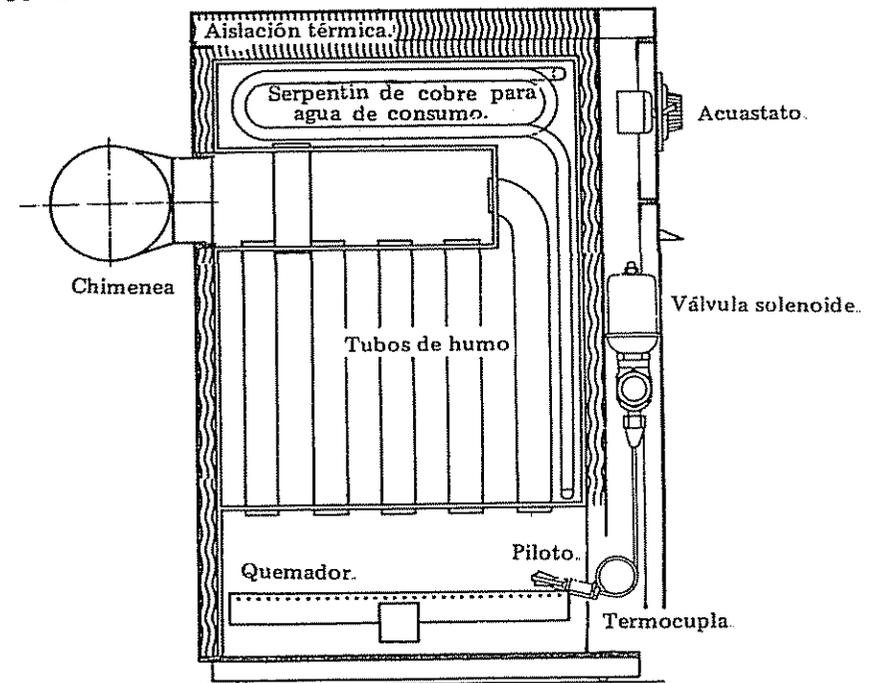


FIG. 17-VIII. Caldera tipo cocina.

Sin embargo, no es recomendable totalmente desde el punto de vista técnico la utilización de estos equipos conjuntos, dado que en verano, cuando no se utiliza la calefacción las calderas trabajan a régimen reducido, disminuyendo su rendimiento térmico.

En el cuadro 8-VIII se indican las capacidades y dimensiones aproximadas.

CUADRO 8-VIII. CAPACIDADES Y DIMENSIONES CALDERA TIPO COCINA.

Kcal/h	Ancho (mm)	Peso (kg)
10 000	400	90
12 000	400	95
15 000	500	110
18 000	500	115
20 000	500	120
24 000	660	148
28 000	660	155
32 000	660	162

Alto: sin mesada: 850 mm
Profundidad sin mesada: 500 mm

El Reglamento de Gas del Estado establece que cuando se instalen estas calderas en cocinas, el volumen del local será como mínimo:

15 000 kcal/h	15 m ³
20 000 kcal/h	20 m ³
25 000 kcal/h	25 m ³
30 000 kcal/h	30 m ³
40 000 kcal/h	40 m ³

El local deberá tener abertura permanente al exterior.

Actualmente se fabrican calderas tipo cocina automáticas, con cuerpo de fundición de hierro en lugar de tubos, de fabricación según formas especiales que le confieren alto rendimiento térmico, con durabilidad ilimitada. Se proveen con gabinete, bomba incorporada, termostato y encendido piezoeléctrico. También se las fabrica del tipo acuotubular en lugar de humotubular con una más rápida puesta en régimen.

c) CALDERAS COMPACTAS AUTOMÁTICAS INTEGRALES

Son de las mismas características que las ya descritas en b), pero para lograr más capacidad se las construye de mayor altura. Su aplicación entra dentro del campo de la instalación centralizada de un edificio de cierta envergadura, por ejemplo, departamentos de varios pisos.

Son muy utilizadas por su bajo costo, facilidad de montaje y sencillez de operación y regulación.

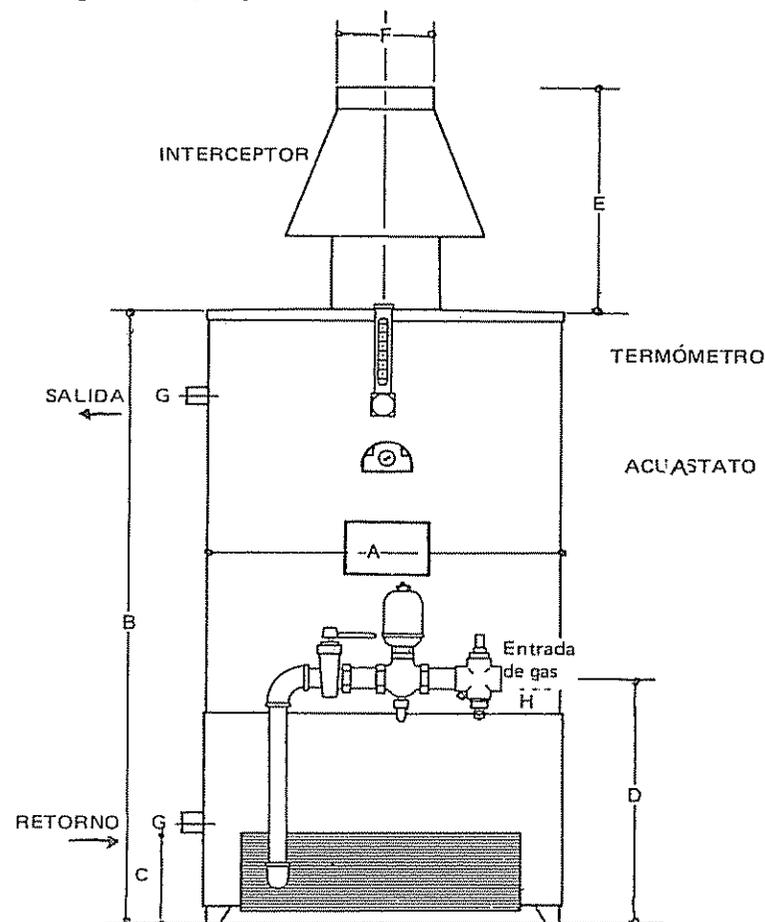


FIG. 18-VIII. Caldera compacta automática.

CUADRO 9-VIII. CAPACIDAD Y DIMENSIONES DE CALDERA COMPACTA A GAS.

Capacidad kcal/h	Sup. cald. m ²	Peso aprox.	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G "	H "
15.000	1,35	117	440	950	360	460	350	150	1 1/2	1/2
20.000	1,82	135	440	950	360	460	350	150	1 1/2	1/2
28.000	2,54	173	520	950	360	460	350	150	2	1/2
32.000	2,90	183	520	950	360	460	350	150	2	1/2
40.000	3,40	252	600	1.650	610	560	460	200	2 1/2	1
50.000	4,20	270	600	1.650	610	560	460	200	2 1/2	1
60.000	5,00	294	600	1.650	610	560	460	200	2 1/2	1
75.000	6,20	385	700	1.800	610	560	460	250	3	1 1/4
90.000	7,50	418	700	1.800	610	560	460	250	3	1 1/4
105.000	8,80	448	700	1.800	610	560	460	250	3	1 1/4
120.000	10,20	522	800	1.800	610	560	460	250	3	1 1/4
135.000	11,30	554	800	1.800	610	560	460	250	3	1 1/4
150.000	12,5	640	900	1.800	610	560	460	250	3	1 1/2
175.000	15,2	680	900	1.800	610	560	460	250	3	1 1/2

En la figura 18-VIII se observan las características técnicas de esta caldera.

En el cuadro 9-VIII se indican las capacidades y dimensiones.

d) CALDERAS INTEGRALES DE DISEÑO ESPECIAL

El problema provocado por el continuo agotamiento de los combustibles tradicionales, ha originado en todo el mundo un esfuerzo permanente para efectuar diseños de calderas cuyo rendimiento se aproxime al ideal, con el objeto de aprovechar al máximo el poder calorífico del combustible utilizado.

Por otra parte, se ha tenido en cuenta la reducción de los tamaños de las calderas, con el fin de un mayor aprovechamiento de los espacios de los edificios modernos.

De la variedad de modelos de calderas existentes que responden a estos conceptos, se pueden mencionar las siguientes, que poseen rendimientos del orden del 90 %.

Caldera humotubular presurizada

Consiste en un hogar sumergido, donde se produce la combustión y se invierte la dirección de la llama por choque con el fondo de la caldera, según se indica en la figura 19-VIII.

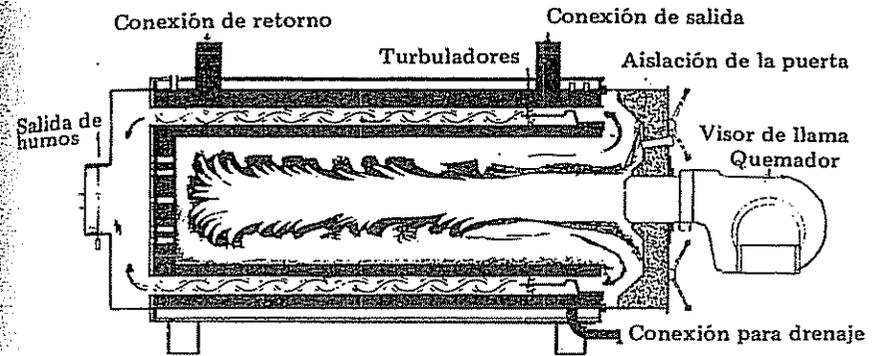


FIG. 19-VIII. Caldera humotubular presurizada.

Luego, los gases de la combustión ingresan en un haz de tubos concéntricos en el hogar. Estos tubos son provistos de unos elementos denominados *turbuladores*, que producen la rotación de los gases de combustión, con objeto de aumentar el coeficiente de transferencia de calor. Finalmente, los humos llegan a la parte posterior donde son evacuados al exterior por la chimenea.

El quemador para combustible líquido o gas natural, cuenta con dispositivos de seguridad y de funcionamiento totalmente automáticos, requiriéndose para producir el tiraje cierta presión en la cámara de combustión de la caldera. En el cuadro 10-VIII se indican las dimensiones para las capacidades más pequeñas.

CUADRO 10-VIII. DIMENSIONES EN MM (ALGUNAS CAPACIDADES). (WIRBEX-LA MARINA).

kcal/h en miles	a ancho	h alto	l largo
110	890	1.210	1.820
140	890	1.210	1.870
160	890	1.210	1.940
180	890	1.210	2.000
200	1.000	1.320	2.170
220	1.000	1.320	2.170
250	1.000	1.320	2.220

Caldera con cámara de combustión cónico radiante

Está conformada por células de agua según se puede observar en la figura 20-VIII. La cámara de combustión es cónica, lo que origina un flujo de gases de combustión turbulento, que aumenta notablemente la transferencia de calor de las paredes al agua que las rodea con una rápida puesta en régimen.

Son aptas para gas natural o combustible líquido, para calefacción sola o calefacción y agua caliente para el consumo.

REFERENCIAS

1. Inyector (mezclador de agua de calefacción)
2. Retorno
3. Alimentador
4. Termostato
5. Termostato de seguridad
6. Cámara combustión
7. Humos
8. Agua
9. Humos
10. Aislación
11. Chimenea
12. Válvula de seguridad (expulsión de gases)
13. Vaciado y entrada de agua
14. Quemador

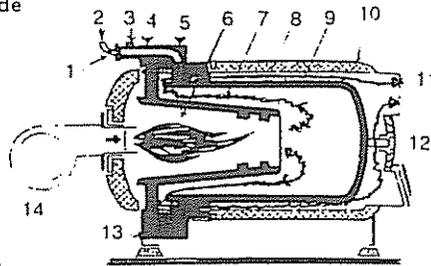


FIG 20-VIII. Caldera con cámara de combustión cónico radiante.

En el cuadro 11-VIII se indican algunas capacidades y dimensiones.

CUADRO 11-VIII. CAPACIDAD Y DIMENSIONES CALDERAS CÓNICO RADIANTE (GOLCALOR - CONINGE S.A.).

Capacidad kcal/h	Medidas en mm		
	L Largo	D Diámetro	H Lados
50.000	1.000	650	1.015
63.000	1.250	650	1.015
80.000	1.320	650	1.015
100.000	1.570	650	1.015
130.000	1.820	650	1.015
160.000	1.625	800	1.170
200.000	1.875	800	1.170
250.000	2.125	800	1.170

Caldera acuotubular de tubos curvados

Está constituida por una serie de tubos curvados, flexibles, unidos con enchufes cónicos fácilmente removibles (ver fig. 21-VIII).

Los tubos verticales de retorno cuentan con un inyector tipo venturi, para acelerar la circulación del agua.

Es fácilmente accesible y desarmable, tienen dos capas de aislación térmica. Contienen muy poca agua, lo que origina rápida puesta en régimen. Se la fabrica para quemadores atmosféricos con todos los accesorios y controles de seguridad y automáticos.

Instalación de calderas

El montaje de la caldera en el local debe ser tal que el quemador y su tablero de comando queden fácilmente accesibles y a la vista de la puerta de acceso, por razones de seguridad.

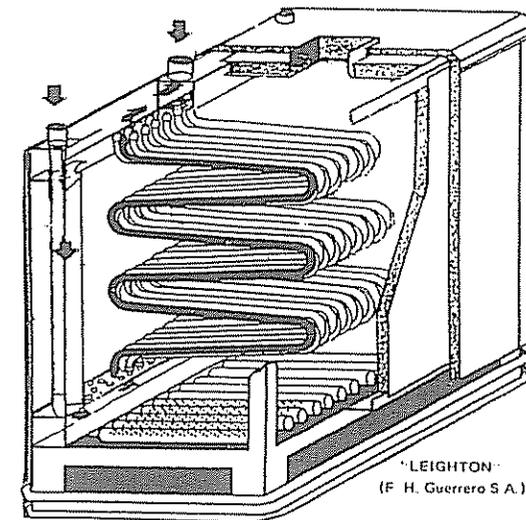


FIG. 21-VIII. Caldera acuotubular de tubos curvados.

En caso de que se instalen varias calderas para un mismo fin, el montaje se debe efectuar mediante colectores perfectamente alineados y nivelados, por lo que se construye una base de hormigón o mampostería.

En estos casos se deben emplear bridas o uniones dobles de conexión y válvulas, de modo de poder quitar cualquiera de las calderas sin que por ello deje de funcionar la instalación.

Cuando las calderas sean instaladas con un colector en la parte superior (mayor de 1,80 metros), para facilitar la maniobra es conveniente instalar una pasarela suspendida del techo o vigas vecinas o paredes, de 50 cm de ancho mínimo, con acceso mediante escalera marinera desde uno de sus extremos.

Sala de calderas en el último piso

La ubicación de la sala de calderas en el piso más elevado; es factible, si se utilizan calderas de fondo húmedo o separadas del suelo, con el fin de que el calor no afecte la losa de sustentación.

Se pueden mencionar las siguientes ventajas y desventajas de su instalación:

Ventajas

- 1) Se reducen la longitud de los conductos de chimenea a los cuatro vientos, no siendo necesario atravesar todo el edificio con éstos, ya que son de gran sección, debido al aislamiento térmico que requieren, desaprovechando el espacio útil del edificio.
- 2) En edificios de gran altura (mayores de 45 metros) la columna de agua incide directamente sobre la caldera ubicada en el piso inferior, originando una elevada presión sobre ella, lo que requiere que se deban adoptar prevenciones para aumentar su resistencia mecánica. En la parte superior, evidentemente, no actúa dicha carga sobre la caldera.
- 3) Generalmente se trata de locales bien aireados y que disponen de iluminación natural.

Desventajas

- 1) Requieren redes de combustibles más largas. En general, no hay ningún problema con el gas natural.
En el caso de utilizar combustibles líquidos, debe colocarse en el local un *tanque de combustible diario*, el que será alimentado mediante una bomba automática, desde el tanque principal de combustible del edificio, ubicado en la parte inferior.

- 2) Existe el peligro de que la caldera quede sin agua, en caso de una falla. Ello se debe a que al estar la caldera en la parte superior de la instalación, ya sea por una avería de las cañerías, que origine una pérdida importante, ya sea por falta de suministro de agua, la caldera es el primer elemento que se vacía. Por ello, es necesario que se instalen alarmas y controles de seguridad para evitar ese problema.

Número de calderas

En instalaciones de cierta envergadura a veces es conveniente no colocar una sola caldera grande; siendo preferible instalar varias de iguales o de diferentes potencias.

Ello proviene del hecho de que el rendimiento calorífico de la caldera disminuye sensiblemente cuando están lejos de funcionar al régimen de marcha normal.

Por ejemplo, en una instalación de 300.000 kcal/h, es mejor colocar tres calderas de 100.000 kcal/h.

Con estas tres calderas se permite una mejor regulación del sistema. En efecto, de esta forma se enciende una cuando la instalación marcha a un tercio de su capacidad, dos cuando marcha a dos tercios y tres en ocasión de los grandes fríos, cuando la instalación funciona al máximo de su potencia.

Otra opción sería adoptar dos calderas de potencias desiguales para que una suministre 100.000 y otra 200.000 kcal/h lo que permitiría en invierno, encendiendo una u otra o la totalidad, tener 1/3, 2/3 y 3/3 igual que lo indicado anteriormente, pero con algo menos de flexibilidad de operación.

HORNALLAS DE CALDERAS

Con el fin de que la llama del quemador se desenvuelva en un ambiente adecuado a la elevada temperatura, el hogar de la caldera se reviste con ladrillos refractarios, debiendo resistir una temperatura de 1.700 °C aproximadamente.

El revestimiento tiene por objeto crear alrededor de la llama un espacio adecuado para la combustión de las partículas de combustible, evitando, además, la acción directa de las llamas sobre las paredes de la caldera.

Debe tenerse mucho cuidado en su colocación, empleando la mínima e indispensable cantidad de cemento refractario con el fin de evitar agrietamientos.

Las hornallas deberán ser terminadas prolijamente con superficies planas y juntas perfectamente uniformes.

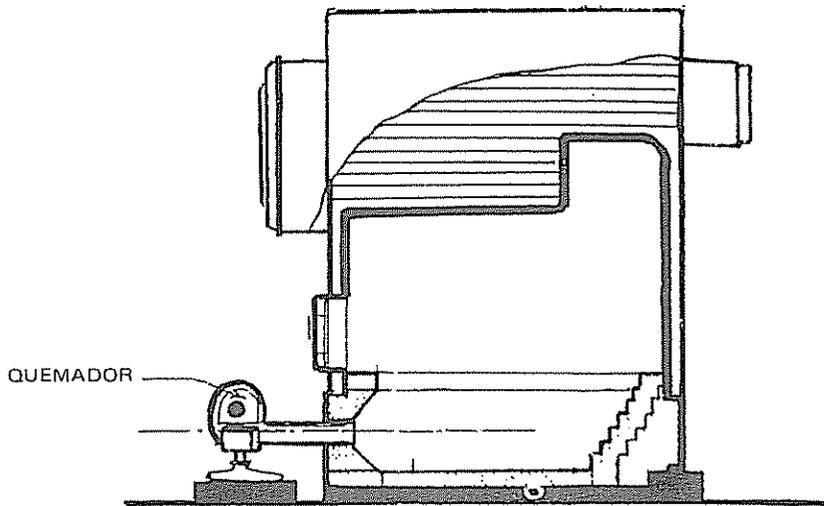


FIG 22-VIII. Hornalla de caldera humotubular (fondo seco).

La forma y dimensiones del hogar de las calderas tiene gran importancia en su diseño. Un hogar excesivamente chico no permite el desarrollo de una combustión completa en su recinto, mientras que cuando es muy grande se trabaja con baja temperatura, limitando de esa forma la emisión de calor radiante. Otro de los aspectos es que no hay estabilidad de llama, especialmente cuando se opera con fuego reducido.

En la generalidad de los casos los fabricantes dan las especificaciones que deben tenerse en cuenta en la ejecución de las hornallas que va a depender del tipo de caldera y característica del quemador (figura 22-VIII).

En las calderas integrales modernas, suelen no construirse hornallas con ladrillos refractarios, estando el hogar en estos casos rodeado completamente con agua, de modo de evitar que se originen altas temperaturas superficiales. Sin embargo, siempre debe prevenirse que los elementos que quedan en contacto directo puedan ser afectados por la acción del fuego.

Prevención de accidentes Control de instalaciones de calderas

Los siniestros de calderas se producen con mayor frecuencia desde que se comenzó con la utilización generalizada del gas natural como combustibles.

Las causas más frecuentes de siniestro son:

- *Deficiente instalación del quemador de gas:* se produce un pasaje de gas que se acumula en la cámara de combustión y en distintos lugares de la caldera, ocasionando una explosión violenta en el momento de producirse la chispa de encendido.
- *Falta de agua:* al producirse la falta de agua en la caldera se produce la evaporación prácticamente instantánea, lo que origina un exceso de presión que no puede ser soportado por el material, aconteciendo entonces el accidente por estallido de la caldera

Por tal motivo y luego de diversas consultas entre la Municipalidad y Gas del Estado se elaboraron las Normas que originaron el dictado de la Ordenanza 33.677/81, que instituye un Seguro de Responsabilidad Civil Obligatorio para las instalaciones generadoras de vapor y agua caliente, y obliga a la designación de un profesional para su control en forma permanente y periódica (cuadro 12-VIII).

Esta ordenanza contempla los eventuales daños que podrían ocasionar los generadores de vapor o agua caliente en el área de la ciudad de Buenos Aires.

Alcanza a todo tipo de generador, sea éste destinado a confort, servicio o uso industrial, con las únicas limitaciones que se indican:

- Instalaciones de vapor a alta presión, cuando la caldera no supere un volumen de 25 litros.
- Generadores de baja presión y agua caliente, cuando no superen los 50.000 kcal/h.
- Termotanques, cuando la capacidad no supere 300 litros.

Se desprende, entonces, por lo indicado, que se han excluido de esta Reglamentación, las instalaciones destinadas a viviendas unifamiliares o de uso individual.

Este seguro necesita, para su constitución, la certificación de un profesional para constatar que la instalación reúna las necesarias condiciones de seguridad.

La tarea de éste consiste no sólo en certificar que se cumplen las condiciones de seguridad en el momento de la constitución del seguro, sino también la de efectuar una verificación permanente de que esas condiciones se mantengan, estableciéndose que, por lo menos, visite la instalación una vez cada tres meses.

La actuación de este profesional tiene por objeto instruir al encargado del manejo de la caldera, para lo cual deberá dejar indicado por escrito cuáles son las medidas que resulten más atinadas para los casos normales y las eventualidades que se puedan presentar en el funcionamiento.

VERIFICACIONES PERIÓDICAS Y TAREAS DE MANTENIMIENTO

CUADRO 12-VIII.

Tareas a realizar	Frecuencia
Comprobación del funcionamiento del dispositivo de corte de combustible por bajo nivel de agua.	S
Verificación del funcionamiento del sistema de carga de agua a la caldera.	S
Verificación del funcionamiento del dispositivo de corte de combustible por falta de llama y/o ignición.	S
Verificación del funcionamiento de las válvulas de seguridad.	S
Inspección del estado de las superficies de calentamiento.	M
Verificación del funcionamiento de los dispositivos límites y operativos.	M
Inspección del sistema de suministro de combustible y quemador.	M
Control de las características del agua en los generadores de vapor de baja presión (en los de alta presión la operación deberá ser mensual).	T
Inspección de las entradas de aire a la sala de calderas.	T
Limpieza de sedimentos.	A
Pruebas de la eficiencia de la combustión y tiraje.	A
Limpieza interna y externa de las superficies de calentamiento.	A
Mantenimiento del equipo de combustión.	A
Mantenimiento de los dispositivos de corte de combustible por bajo nivel de agua.	A
Mantenimiento de los dispositivos de corte de combustible por falta de llama y/o ignición.	A
Mantenimiento de los dispositivos límites y operativos.	A
Recalibración de las válvulas de seguridad.	A
Mantenimiento completo del sistema de control.	A
Verificación de espesores.	D
Prueba hidráulica a la presión fijada por el artículo Ensayos de Resistencia del Código de la Edificación para las Calderas de Alta Presión* y a 1,5 veces la presión de trabajo para las de baja presión y de agua caliente.	D
* Ensayos de resistencias (vapor alta presión).	
S = semanal; M = mensual; T = trimestral; A = anual y D = cada 10 años.	

Chimeneas de calefacción

Para que se produzca la combustión es necesario que se origine una corriente de aire constante. En las calderas comunes el aire circula por la acción aspirante engendrada por la chimenea, llamada corrientemente "tiro de la chimenea".

El tiraje natural se produce por la diferencia de peso entre la columna de gases calientes que ocupan la chimenea y el aire frío que se encuentra en su parte inferior. El tiraje debe ser lo suficientemente intenso como para mover la cantidad de aire requerida para la combustión y los gases quemados, venciendo todas las resistencias que se oponen a su paso.

En instalaciones de cierta envergadura las chimeneas se construyen de la manera indicada en la figura 23-VIII, con el fin de independizarse del resto del edificio.

En plaza existen, además, distintos tipos de conductos prefabricados que cumplen el mismo fin del anterior y cuyo uso está muy difundido.

Como se observa en el detalle de la figura 23-VIII se utiliza bóveda para poder construirla con ladrillos refractarios y dotarla de resistencia mecánica.

Cálculo del conducto de humos

Se utiliza la siguiente fórmula práctica:

$$S = \frac{\alpha Q_c}{\sqrt{h}} \text{ (cm}^2\text{)}.$$

Donde:

S = sección en cm².

Q_c = cantidad de calor de la caldera (kcal/h).

h = altura de la chimenea en metros

α = coeficiente según el combustible utilizado: gas: 0,018; petróleo: 0,025; combustibles sólidos: 0,033.

A la sección calculada con esta fórmula se le da un 10 % más por razones de seguridad. Relación de lados: no sobrepasar 1 en 1,5 veces.

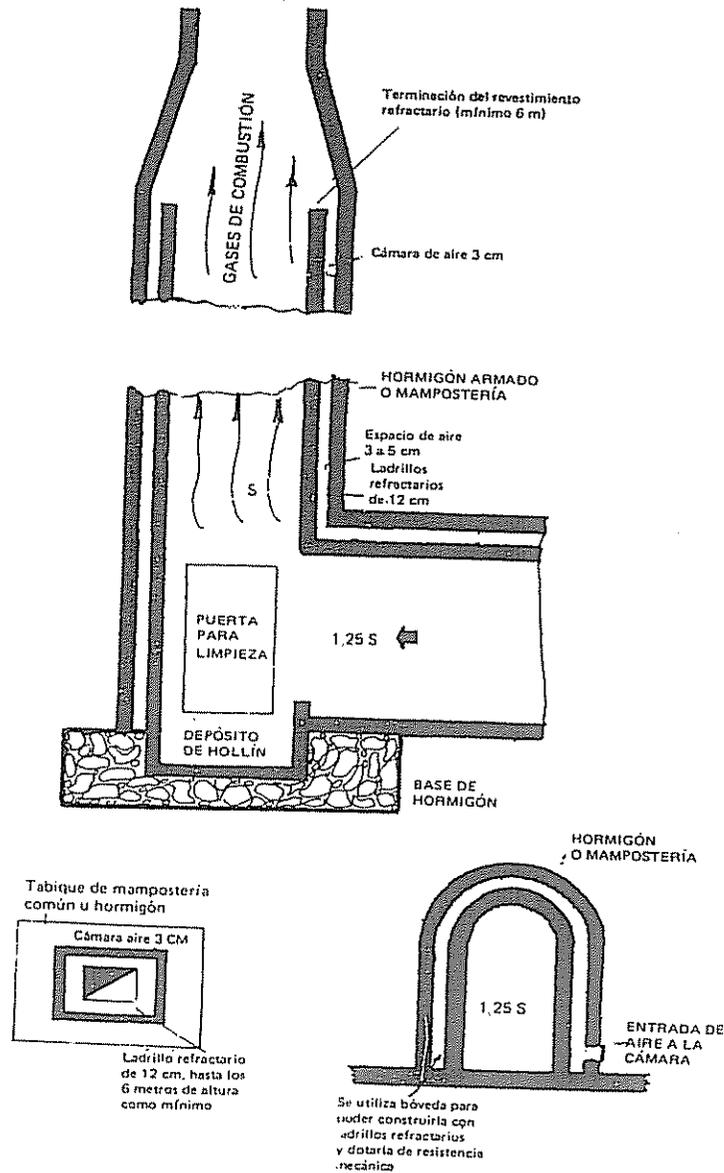


FIG. 23-VIII. Detalle de conexión horizontal y vertical del conducto de humo.

Tanque de combustible

En el caso de utilizarse combustibles líquidos, los depósitos de combustible se hacen de dos tipos: metálicos o de hormigón armado.

Los tanques metálicos suelen venir en medidas estándar (ver cuadro 13-VIII), en cambio los de hormigón armado se construyen en el lugar y sus dimensiones se adecuan al lugar disponible.

También los tanques metálicos pueden adaptarse al espacio disponible, pero el costo aumenta si se sale de las medidas comunes.

Cuando se realiza un tanque de hormigón, debe tenerse en cuenta muy especialmente el aspecto estanqueidad, dado que es muy frecuente que se produzcan filtraciones, motivo por el cual se prefieren, a veces, los metálicos en los que la hermeticidad está asegurada.

La elección de uno u otro tipo la dediden fundamentalmente las exigencias del lugar y el costo del tanque.

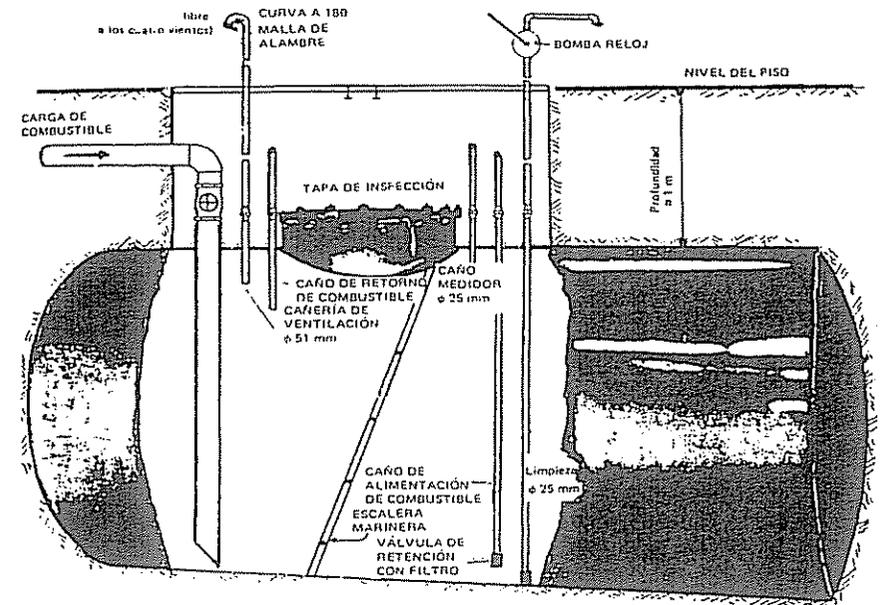


FIG. 24-VIII. Tanque de combustible.

CUADRO 13-VIII. MEDIDAS ESTÁNDAR DE TANQUES DE PETRÓLEO DE CHAPA.

Capacidad litros	Diámetro m	Largo m	Espesor chapa N° y pulgadas	mm
500	0,75	1,20	(N° 14)	2,1
1.000	0,80	2,00	1/8"	3,17
1.500	0,90	2,40	3/16"	4,76
2.000	0,92	3,00	3/16"	4,76
2.500	1,05	3,00	3/16"	4,76
3.000	1,13	3,00	1/4"	6,35
4.000	1,31	3,00	1/4"	6,35
5.000	1,46	3,00	1/4"	6,35
6.000	1,46	3,60	1/4"	6,35
7.000	1,52	4,50	1/4"	6,35
8.000	1,58	4,50	1/4"	6,35
9.000	1,60	4,50	1/4"	6,35
10.000	1,70	4,50	1/4"	6,35
12.000	1,84	4,50	3/8"	8
15.000	2,07	4,50	3/8"	8
18.000	2,30	4,50	3/8"	8
20.000	2,37	4,50	3/8"	8
25.000	2,51	4,50	3/8"	8
30.000	2,66	6,00	3/8"	8
40.000	2,90	6,12	3/8"	8
60.000	2,90	7,50	3/8"	8

La figura 24-VIII muestra un tanque para petróleo del tipo exigido para obras públicas. Su construcción se realiza en chapa negra de hierro soldada con doble costura interior y exterior, de forma cilíndrica y fondos bombeados.

El Código de la Edificación de la Ciudad de Buenos Aires exige que los tanques sean enterrados bajo tierra con una tapa mínima de 1 metro, admitiéndose a otro nivel siempre que se lo proteja con una aislación equivalente. Tampoco podrá distar menos de 1 metro de muros divisorios o muros de carga. El código dispone que deberá existir en caso de emergencia una válvula de fácil acceso en la cañería de consumo.

Al tanque, previa limpieza del área exterior se le aplican:

- 1) Dos capas de fondo epoxi al cromato de cinc.
- 2) Dos capas de recubrimiento epoxi bituminoso a base de resinas.
- 3) Capas de bitumen hasta lograr un espesor de 2,5 mm.

Capacidad del tanque

La capacidad del tanque se determina con la siguiente fórmula práctica:

$$C = \frac{Q_c \text{ (kcal/h caldera)}}{20}$$

C = capacidad en litros del tanque.
20 = factor que aproximadamente tiene en cuenta su funcionamiento durante la temporada invernal.

Diámetro de cañerías de carga de hierro galvanizado

- Combustible pesado (fuel oil o mezcla 70/30 fuel/diesel oil), 102 mm.
- Combustible liviano (gas oil o diesel oil), 76 mm.

CANERÍAS DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

En la figura 25-VIII se indican las formas de conexión de las cañerías de suministro y retorno de petróleo del tanque de combustible al quemador.

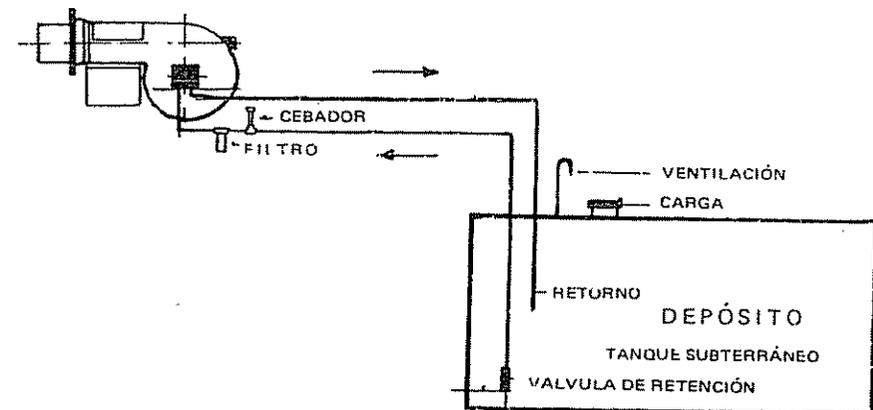


FIG. 25-VIII. Conexión depósito más bajo que el quemador.

Unidades terminales de calefacción

1) RADIADORES SECCIONALES

El radiador seccional consiste, como su nombre lo indica, en un conjunto de secciones, que se van uniendo unas con otras, hasta completar las que se necesitan en el local calefaccionado.

Los materiales utilizados para la construcción de los radiadores son el hierro fundido, la chapa de acero y el aluminio.

El hierro fundido y el aluminio se pueden utilizar con agua caliente o vapor, dado que prácticamente no se corroen y son de vida útil ilimitada.

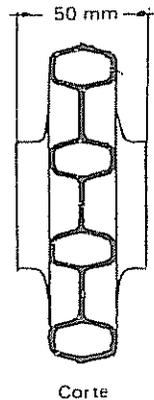


FIG. 26-VIII. Detalle de cuatro columnas

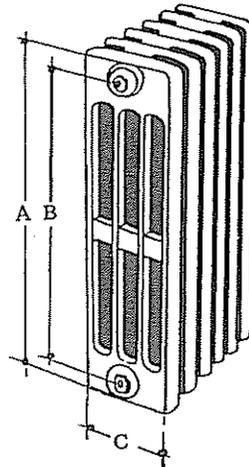


FIG. 27-VIII. Radiador seccional de hierro fundido

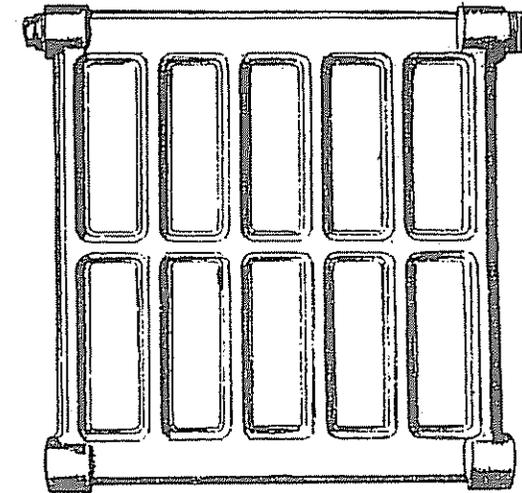
Los de acero no deben utilizarse con vapor, porque al existir una mezcla de vapor, agua y aire, se crea el problema de una intensa corrosión.

El radiador de hierro fundido que más se ha utilizado es el de 4 columnas, como se indica en las figuras 26 y 27-VIII y el cuadro 14-VIII en la que se señalan sus distintas características técnicas.

Se construyen en diversidad de modelos desde 1 a 6 columnas. Otro radiador que se utiliza es el tipo mural (fig. 28-VIII) que con-

CUADRO 14-VIII. CARACTERÍSTICAS RADIADOR IV COLUMNAS.

	Tamaño 46	Tamaño 61	Tamaño 76	Tamaño 92
Altura A en mm	460	610	760	920
Altura B en mm	390	543	695	848
Ancho C en mm	143	143	143	143
Área Sección en m ²	0,14	0,19	0,24	0,29
Peso aproximado de 1 metro cuadrado armado, en kg	31	31	31	31



Alturas:	460	-610	-760	mm
Área calefacción:	0,48-	0,65-	0,82	m ²
Ancho:	420	-420	-420	mm
Profundidad:	50	-50	-50	mm

FIG. 28-VIII. Radiador mural de hierro fundido

siste en una placa de hierro fundido, que se utiliza en baños por su poca profundidad (5 cm). Pueden ser de 2 ó 1 columnas extra o semichatos (fig. 29-VIII).



Extra chato



Semichato

TIPO DE UNA COLUMNA



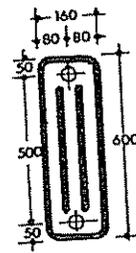
SIDERÚRGICA PLATENSE S.A.

TIPO DE 1 COLUMNA

Extra chato		
	Tamaño 61	Tamaño 76
A	610 mm	760 mm
B	565 mm	715 mm
C	503 mm	653 mm
D	60 mm	60 mm
E	40 mm	40 mm
Superficie seccional	0,12 m ²	0,15 m ²
Capacidad por m ²	3,08 l	3,90 l
Peso por m ²	26 kg	26 kg

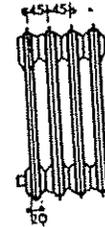
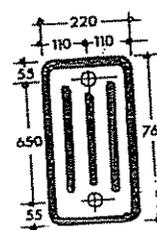
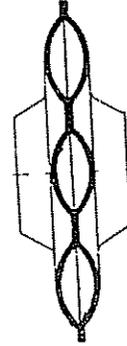
Semichato		
	Tamaño 61	Tamaño 76
A	610 mm	760 mm
B	565 mm	715 mm
C	503 mm	653 mm
D	100 mm	100 mm
E	50 mm	50 mm
Superficie seccional	0,17 m ²	0,21 m ²
Capacidad por m ²	4,63 l	5,86 l
Peso por m ²	27 kg	27 kg

FIG. 29-VIII. Modelos de radiadores de hierro fundido, una columna.



Ancho: 160 mm.
Superficie por sección: 0,21 m².

Número de columnas: 3.
Altura total: 600 mm.
Peso por m²: 10 kg.

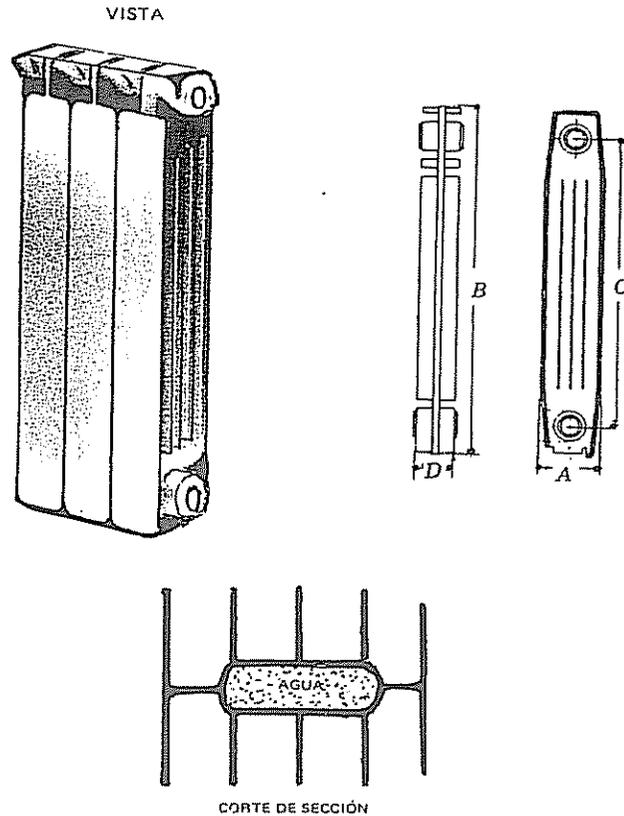


POEL S.C.A.

Ancho: 220 mm.

Número de columnas: 4.
Altura total: 760 - 810 - 910 - 1.010 - 1.100 mm.
Superficie: 0,43 - 0,45 - 0,50 - 0,55 - 0,60 m².
Peso por m²: 10 kg.

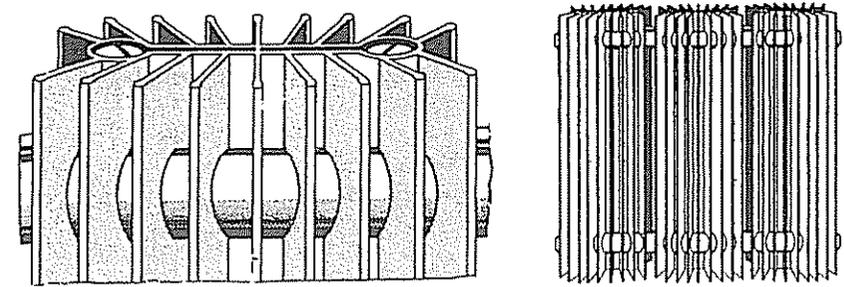
FIG. 30-VIII. Radiadores de acero para calefacción por agua caliente.



CARACTERÍSTICAS, 1 COLUMNA
(PEISA S.A.)

Modelo	A mm	B mm	C mm	D mm	Superficie m ²
600	95	680	600	80	0,47
500	95	580	500	80	0,39

FIG. 31-VIII Radiador de aluminio.



MODELOS SEGÚN FIGURAS (LA MARINA S.A.)

Alturas: 18 cm	- 0,243 m ² /sección
28 cm	- 0,378 m ² /sección
38 cm	- 0,515 m ² /sección
48 cm	- 0,650 m ² /sección
58 cm	- 0,782 m ² /sección
68 cm	- 0,921 m ² /sección
78 cm	- 1,053 m ² /sección
88 cm	- 1,192 m ² /sección

FIG 32-VIII Radiador de aluminio.

Los radiadores de acero aptos para agua caliente se fabrican en diversos modelos, según se indica en la figura 30-VIII.

Los radiadores de aluminio son muy livianos, de diseños más aerodinámicos que los de hierro fundido, tendientes a aumentar el rendimiento, de superficies suaves y uniformes, que le dan un buen aspecto estético (ver figs. 31 y 32-VIII).

Cálculo de radiadores

Para el cálculo de los radiadores debe determinarse su área mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Q \text{ (kcal/h)}}{\eta \text{ (kcal/h m}^2\text{)}} \text{ m}^2.$$

Donde:

A = área externa del radiador (m²).

Q = cantidad de calor del local del balance térmico (kcal/h).

η = rendimiento (kcal/h m²).

Se adoptan los siguientes rendimientos:

Vapor a baja presión	700 kcal/h m ²
Agua caliente circulación natural	450 kcal/h m ²
Agua caliente circulación forzada	500 kcal/h m ²

Ejemplo

Calcular un radiador de HF (agua caliente circulación forzada), 76 cm de altura, 4 columnas, Q = 1.600 kcal/h.

$$A = \frac{1.600 \text{ kcal/h}}{500 \text{ kcal/h m}^2} = 3,2 \text{ m}^2.$$

$$\text{N}^\circ \text{ Sec.} = \frac{3,2 \text{ m}^2}{0,24 \text{ m}^2/\text{sec.}} = 14 \text{ sec.}$$

Se adopta un radiador de 14 secciones. Se indica 14/IV/76.
Largo del radiador: 14 × 5 cm = 70 cm.

Correcciones a la cantidad de calor Q suministrada por el radiador en función de su emplazamiento

Pueden considerarse los siguientes tipos básicos que podrán asimilarse a casos particulares que se presenten. En el emplazamiento normal (fig. 33-VIII A) el rendimiento se considera de 100 %.

- 1) Radiador con saliente superior o tapa superior. En este caso se considera una pérdida de rendimiento de aproximadamente el 5 % del caso común, debido a que se afecta la convección natural (ver fig. 33-VIII B).
- 2) Radiador empotrado sin tapa: la cantidad de calor que emite este radiador se reduce aproximadamente un 10 % del caso común, ya que aún más que el anterior se afecta la componente convectiva de cesión de calor (ver fig. 33-VIII, C).
- 3) Radiador con tapa o empotrado con tapa: en estos casos, las separaciones de pared y piso deberán ser las indicadas para el radiador común. En el caso de empotrados con tapa, las rejillas deben tener el largo del radiador y su altura no debe ser menor que 2/3 de la profundidad del nicho. En el caso de empotrado con rejilla arriba, el alto de la rejilla debe ser como mínimo el ancho del nicho (ver fig. 33-VIII, D y E).

La reducción de la emisión de calor se estima del 15 al 20 % del radiador común, atento a que se agrega una disminución de la componente de radiación del radiador.

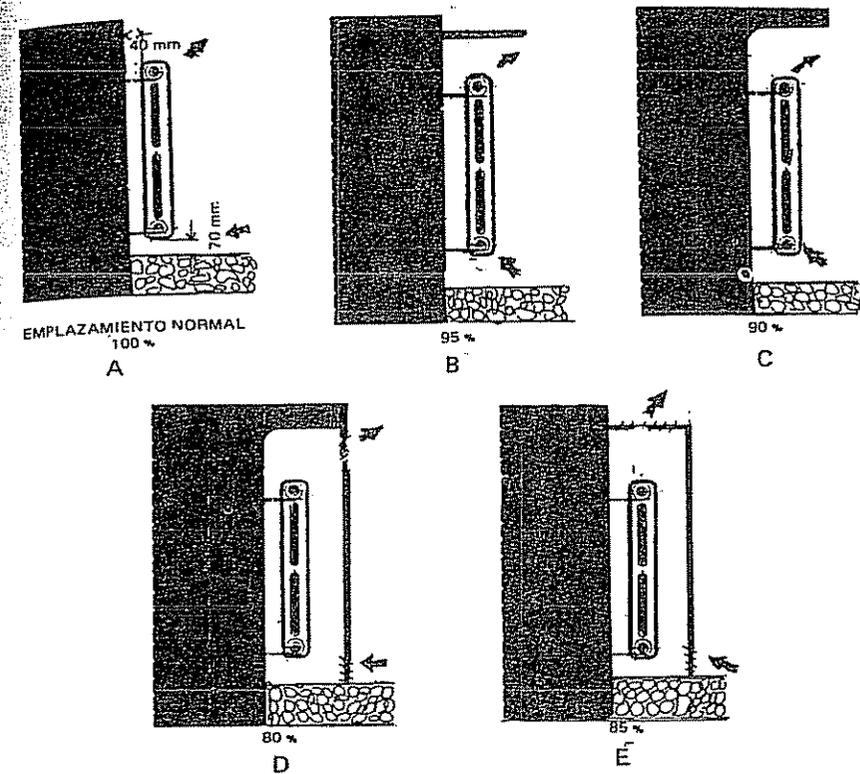


FIG. 33-VIII. Rendimiento de radiadores según emplazamiento.

Ubicación de radiadores

El punto más adecuado para la colocación de los radiadores es bajo las ventanas (antepechos), tratando de ocupar en lo posible todo el ancho de la abertura.

Es evidente que sobre la pared exterior y ventana se origina una corriente de aire frío que es más pesado, corriente que es compensada por la acción convectiva del radiador.

Si se consideran dos locales de iguales características se observa en la figura 34-VIII que si bien en ellos puede lograrse igual temperatura del aire a 1,50 m de altura con respecto al nivel del piso, en el local en que el radiador se ubica en la pared exterior, se origina una distribución más uniforme de la temperatura.

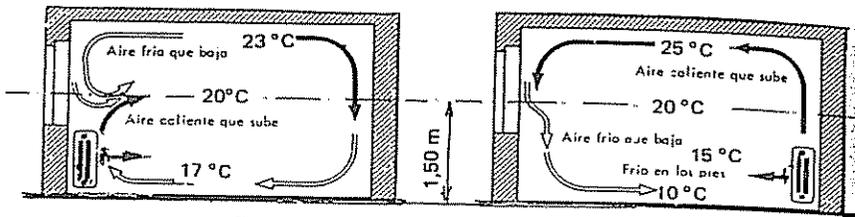


Fig. 34-VIII. Ubicación de radiadores.

En el caso del radiador ubicado en la pared interior se produce una corriente de aire frío en la zona inferior del local, con una mayor diferencia de temperatura entre el aire superior e inferior.

Es necesario destacar que para lograr un ambiente óptimo desde el punto de vista del bienestar de las personas, es conveniente que el gradiente de temperatura entre piso y techo sea el menor posible.

Otro factor por considerar es que el radiador situado cerca de las ventanas ejerce una enérgica compensación fisiológica al calor cedido por el cuerpo humano a las superficies frías de las ventanas y paredes exteriores.

En resumen, entonces, colocando el radiador bajo las ventanas se logra la ventaja de una mejor distribución de temperaturas en el local, se evitan las corrientes de aire frío inferiores y se compensan las pérdidas de radiación del cuerpo humano a las superficies frías.

2) CONVECTORES

Se denomina así los calefactores de locales formados por tubos y aletas, situados en compartimientos especiales. Según se observa en la figura 35-VIII la transferencia de calor se efectúa por convección, de allí el nombre del artefacto, ya que al aire frío del local penetra por la parte inferior, se calienta allí, disminuyendo de peso, ascendiendo y descargándose en el local por la rejilla superior.

El elemento calefactor en sí está formado generalmente por aletas y tubos de cobre, con colectores de hierro fundido. Actualmente suelen utilizarse para reducir costos, aletas de aluminio.

Las tapas cuentan con compuertas de regulación (*dampers*) que permiten regular el caudal de aire circulado.

El rendimiento depende de la superficie de calefacción, así como de la temperatura y de las características constructivas del nicho donde se lo instala, como ser su altura y ancho. Suelen adoptarse los siguientes rendimientos η :

- Agua caliente, temperatura de entrada 90 °C: 350 kcal/h m².
- Vapor baja presión: 550 kcal/h m².

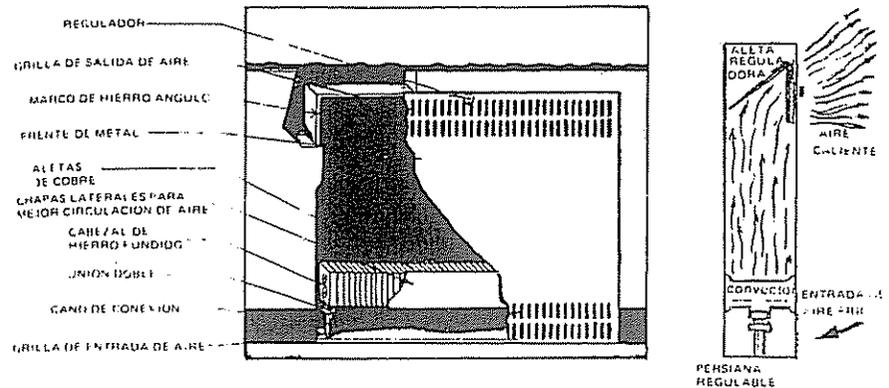


Fig. 35-VIII. Convector.

Ejemplo de cálculo

Calcular un convector para un local de 2.000 kcal/h de pérdida de calor según balance térmico. Circulación de bomba, temperatura 90 °C.

$$\text{Área} = \frac{Q \text{ (kcal/h)}}{\eta \text{ (kcal/h m}^2\text{)}} = \frac{2.000}{350} = 5,71 \text{ m}^2.$$

Si se fija la altura en 1 metro. De acuerdo al cuadro 15-VIII.

CUADRO 15-VIII. CAPACIDADES DE CONVECTORES.

Altura total metros	Profundidad nicho 8 cm										
	Largo										
	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35
0,60	1,06	1,45	1,84	2,23	2,62	3,01	3,40	3,79	4,18	4,57	4,96
0,70	1,14	1,59	2,03	2,47	2,91	3,35	3,80	4,24	4,68	5,12	5,56
0,80	1,20	1,65	2,09	2,54	2,98	3,43	3,87	4,32	4,76	5,20	5,64
0,90	1,25	1,72	2,18	2,64	3,11	3,57	4,04	4,50	4,97	5,43	5,89
1,00	1,30	1,79	2,28	2,77	3,26	3,75	4,24	4,73	5,22	5,71	6,20

Se selecciona un convector de $1 \times 1,25$ metros. Ancho del modelo: 8 cm. :

A igualdad de rendimiento son más livianos que los radiadores y de menor inercia, lo que los hace poner en régimen más rápidamente. La dificultad importante reside en su difícil limpieza, debiendo la tapa frontal ser fácilmente accesible.

Como van embutidos en paredes, no originan problemas de espacio en los locales. No es conveniente su utilización con agua caliente a temperatura inferior a 90°C , porque baja notablemente su rendimiento.

3) CALOVENTILADORES

Son aparatos constituidos por una batería de aletas, por lo cual circula el fluido calefactor que puede ser agua caliente o vapor, y un ventilador helicoidal para la distribución del aire en el local (ver fig. 36-VIII).

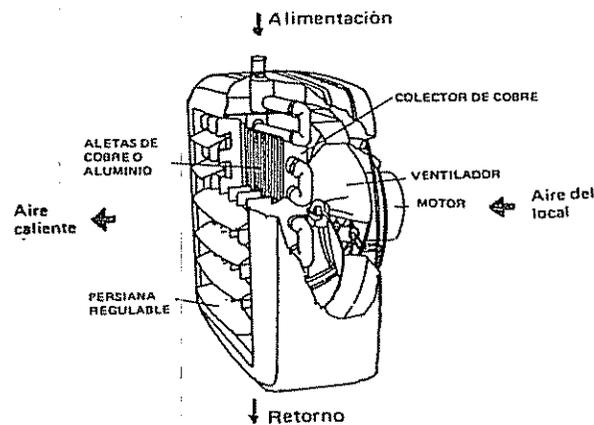


FIG. 36-VIII. Caloventilador.

Son compactos y emiten gran cantidad de calor por unidad, siendo algo ruidosos por el funcionamiento del ventilador.

Estas dos características lo hacen más apropiados para la utilización en industrias y en general en grandes locales.

Se los ubica a más de 3 metros colocándolos de modo de que se ayuden las corrientes de aire de unos con otros, según se aprecia en la figura 37-VIII).

CUADRO 16-VIII. CAPACIDADES Y DIMENSIÓN
AGUA CALIENTE (80°C) Y VAPOR BAJA PRESIÓN.

ϕ mm	Caudal m^3/m	RPM	Motor HP	Agua caliente kcal/h	Vapor baja presión kcal/h
250	16	1.400	1/12	5.100	6.500
	10	900	1/12	3.900	4.900
300	30	1.400	1/10	9.600	14.100
	18	900	1/10	7.200	10.700
400	45	1.400	1/8	14.000	20.700
	30	900	1/8	10.800	15.800
450	85	1.400	1/4	22.900	33.600
	64	900	1/4	17.300	25.500
520	108	1.400	1/2	31.700	46.500
	82	900	1/2	24.000	35.300
600	127	1.400	3/4	40.300	59.500
	98	900	3/4	30.700	45.100

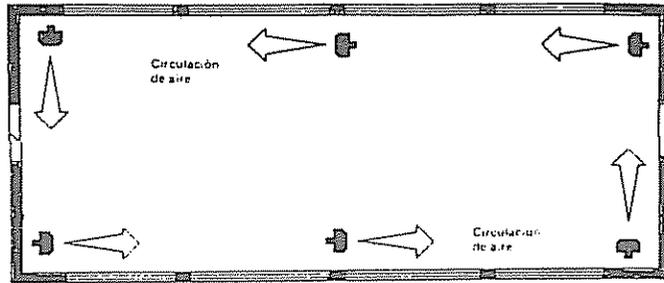


FIG. 37-VIII. Ubicación de caloventiladores.

- 1) Motor
- 2) Batería calefacción
- 3) Chapa separación batería del motor
- 4) Ventilador
- 5) Difusor de distribución

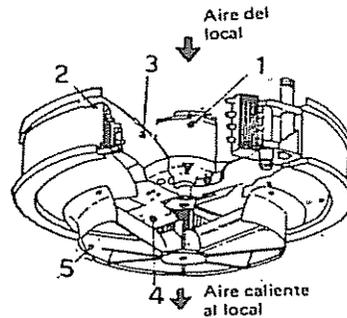


FIG. 38-VIII. Caloventilador de tiro vertical.

Se utilizan también los de tiro vertical (ver fig. 38-VIII), como complemento de los de tiro horizontal, de modo de barrer correctamente el aire del local.

TERMOZÓCALOS

Es un sistema de calefacción producido por la circulación de agua caliente por el interior de tubos aletados instalados a la altura de los zócalos de los ambientes por calefaccionar.

Este sistema de calefacción perimétrica tiene el inconveniente que depende de la longitud disponible de los locales que muchas veces es escasa teniendo en cuenta la ubicación de muebles y puertas.

Tiene además el problema de que por estar casi en contacto con el piso funciona en un medio con cierta cantidad de polvo, que es arrastrado por la corriente de aire caliente.

Su principal ventaja reside en la uniformidad de distribución del calor en el ambiente.

Estos calefactores son construidos en caños y aletas de hierro (aletados en caliente); de entrada y salida de 1/2" ó 3/4" con grifo de purga (ver fig. 39-VIII).

Se entregan pintados con aluminio para altas temperaturas. Con frente de chapa y pintados con anticorrosivos. Son ejecutados de acuerdo a pedido en cualquier longitud.

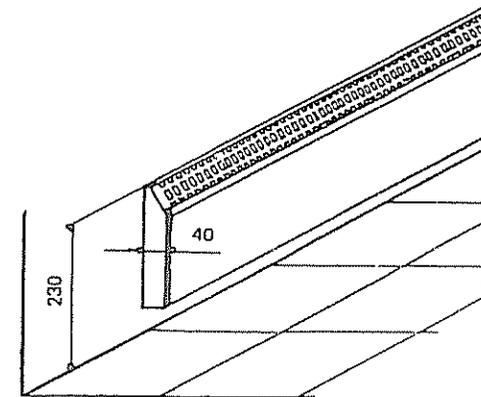
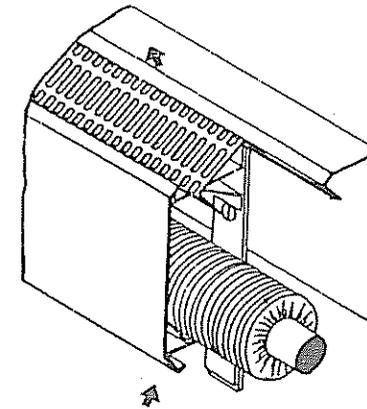


FIG. 39-VIII. Termozócalo