

Capítulo 2

Generalidades de las calderas

2.1 Clasificación de las calderas

Existen varias características que dan lugar a varias agrupaciones de las calderas que pueden ser:

- A) ❖ De tubos de humo (igneotubular).
❖ De tubos de agua (acuotubular).

- B) ❖ De un paso de recorrido de los gases.
❖ De varios pasos.

- C) ❖ De tiro natural.
❖ De tiro inducido.
❖ De tiro forzado.

- D) ❖ De vapor.
❖ De agua caliente.

Desde luego que la clasificación más importante es la primera, para lo cual se muestra lo siguiente:

Principio de trabajo de una caldera de tubos de humo.

Como su nombre lo indica, en esta caldera el humo y gases calientes circulan por el interior de los tubos y el agua se encuentra por el exterior (Fig. 2.1).

PRINCIPIO DE TRABAJO DE UNA CALDERA DE TUBOS DE HUMO

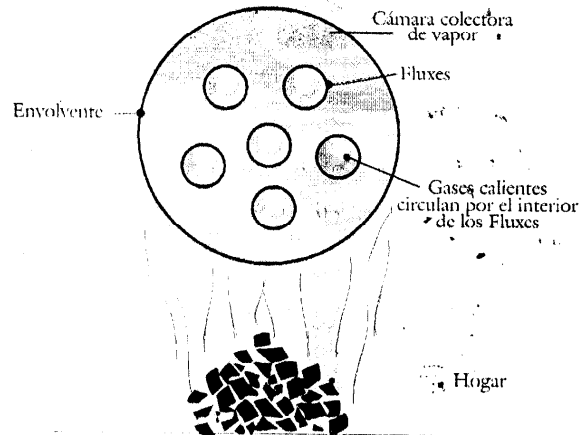


Figura 2.1

Las calderas de tubos de humo se fabrican en capacidades hasta de 800 Caballos Caldera (CC) como máximo y para presiones no mayores de 21.0 Kg/cm^2 (300 lbs/pulg^2).

Las ventajas de estas calderas es que tienen muy grande la cámara de vapor, son compactas, fáciles de transportar y ocupan poco espacio y su instalación es sencilla.

En lo que se refiere a su aplicación, cuando la demanda de vapor en una planta tiene altas

y bajas (picos), lo más recomendable es una caldera de tubos de humo a causa de su gran cámara de vapor que le permite absorber esas demandas rápidas.

En este tipo de caldera rudimentaria (Fig. 2.2) se pueden apreciar los componentes básicos de una caldera de tubos de humo:

Cuerpo. Es propiamente el cilindro que técnicamente se llama envolvente. Los fabricantes más confiables son los que basan cálculos en las normas del código A.S.M.E (Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos Electricistas), y ahí se especifica utilizar placa de acero calidad: SA-515 grado 70 (resiste 1,230 Kg/cm²). Su función principal es la de almacenar toda el agua que se va a evaporar y resistir la presión a la cual va a estar sujeta.

Hogar. Aquí es donde se efectúa la combustión, el combustible se quema y empieza a ceder calor al agua. En las calderas modernas, como se observa más adelante, este hogar es un tubo de menor diámetro que el envolvente y va metido dentro de él.

El código A.S.M.E. recomienda el empleo de placa de menor grado, o sea, la calidad SA-285 °C, (resiste 970 Kg/cm²). Sin embargo hay fabricantes que para dar mayor seguridad utilizan placa SA-515 grado 70, sin importar su costo.

Espejos. Son las tapas que lleva el cilindro llamado envolvente en cada uno de los extremos y lleva muchas perforaciones donde van colocados los tubos y el hogar.

CORTE TRANSVERSAL DE UNA CALDERA MODERNA DE TUBOS DE HUMO

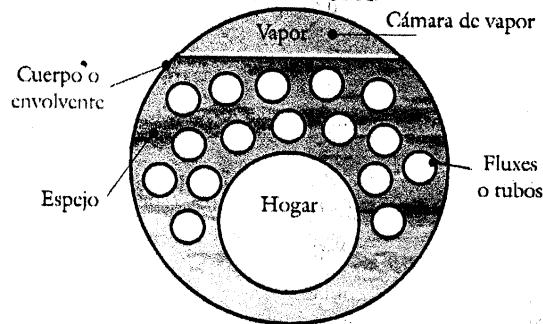


Figura 2.2

El Código A.S.M.E. recomienda utilizar la placa calidad SA-285-C. Pero también algunos fabricantes para brindar mayor seguridad utilizan placa calidad SA-515-70.

Fluxes. Son los tubos que conducen los gases calientes a través de la caldera cediendo el calor al agua hasta que ésta hierva y se convierta en vapor.

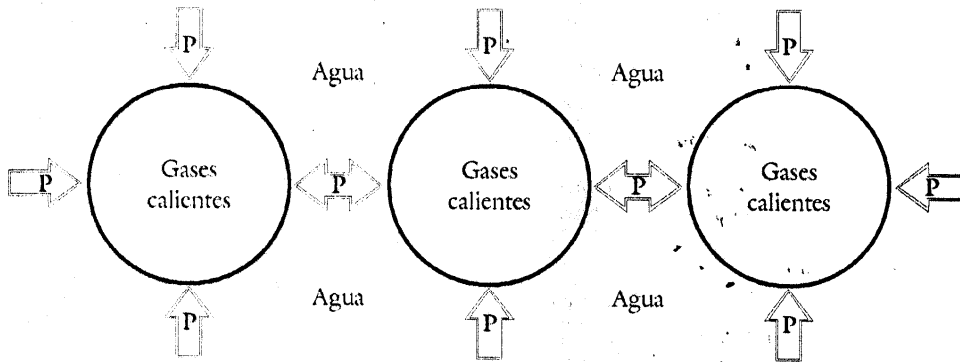


Figura 2.3

Como puede verse, en las calderas de **tubos de humo**, la presión del agua actúa por la parte **externa** de los fluxes, tendiéndolo a aplastarlos.

Los fluxes recomendables son fabricados de un metal de especificación SA-178 grado A, cuyas dimensiones tienen tolerancias precisas para que no tengan holgura en los agujeros de los "espejos".

Por lo tanto, la **Cámara de Vapor** es el espacio cerrado comprendido entre la superficie de liberación del vapor y la parte metálica superior del cuerpo de la caldera que es donde se genera y almacena el vapor.

Chimenea es el producto por el cual salen a la atmósfera los productos de la combustión y el calor no aprovechado.

En las calderas antiguas se requería que la chimenea tuviera una gran altura porque era

necesario crear un tiro natural o sea una corriente de aire ascendente ocasionada por la diferencia de densidades del aire caliente contra el aire frío de la atmósfera.

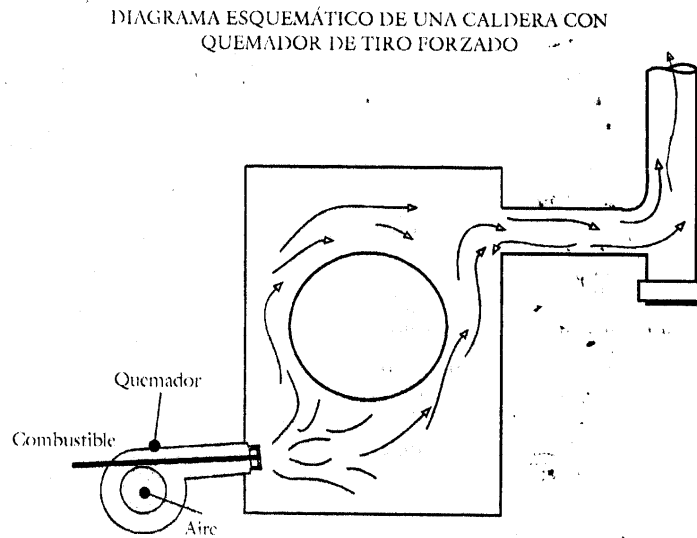


Figura 2.4

La Figura 2.4 presenta el quemador más usual pues además de controlar instantáneamente la mezcla aire-combustible, las partes metálicas del ventilador trabajan frías.

Por su construcción, las calderas de tubos de humo pueden ser de varios pasos:

Como puede verse en las figuras, a medida que se aumenta el número de pasos se complica más el diseño de la caldera y su operación por la incorporación de mayor número de **mamparas divisorias** de los gases las cuales requieren mantenimiento.

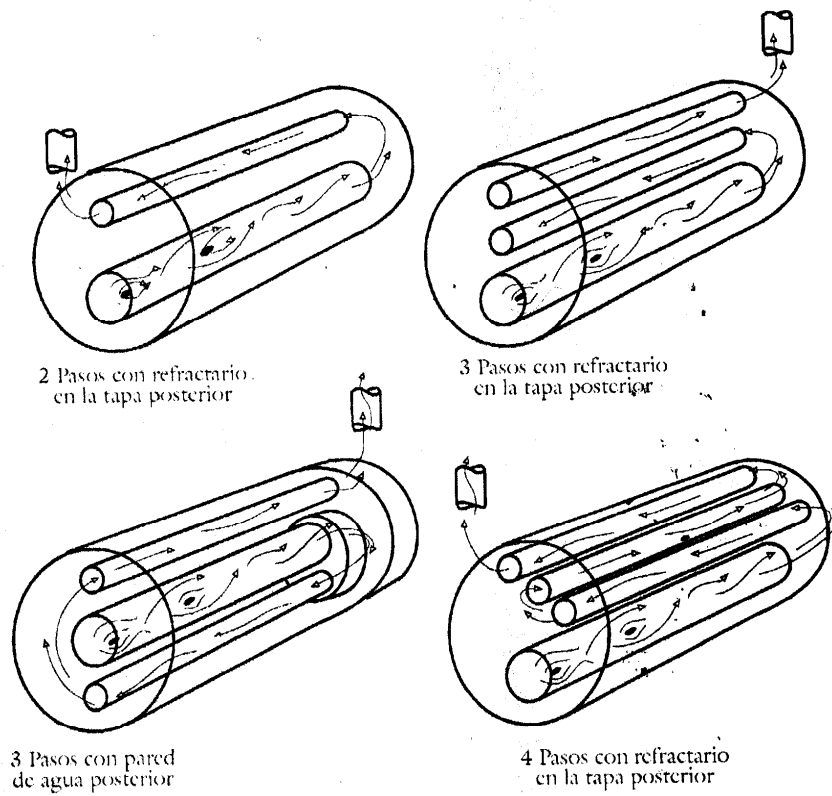


Fig. 2.5

Al aumentar el número de pasos también se requiere mayor presión de aire del ventilador para vencer la mayor resistencia de los gases a circular por los tubos.

Por eso se requiere que la caldera sea el producto de un buen diseño para que con pocos pesos se transmita toda la mayor cantidad posible del calor del combustible al agua para lo cual se dice que los pasos están "Balanceados".

La mínima temperatura, a la salida de los gases en la base de la chimenea que se puede lograr hasta el momento es de 80°C, arriba de la temperatura del vapor. Por ejemplo, si el vapor que se está produciendo tiene 170°C, es de esperarse que los gases de escape tengan 250°C, siempre y cuando la caldera haya sido diseñada para operar con un Eficiencia Térmica combustible-vapor de 80% (Fig. 2.7).

En las calderas de tubos de agua (Fig. 2.8), el agua se encuentra en el interior de los fluxes y el fuego por el exterior.

Los fluxes o tubos en las calderas de tubos de agua (Fig. 2.6) se encuentran llenos de agua y por lo tanto, sujetos a la presión del vapor, misma que tenderá a reventarlos.

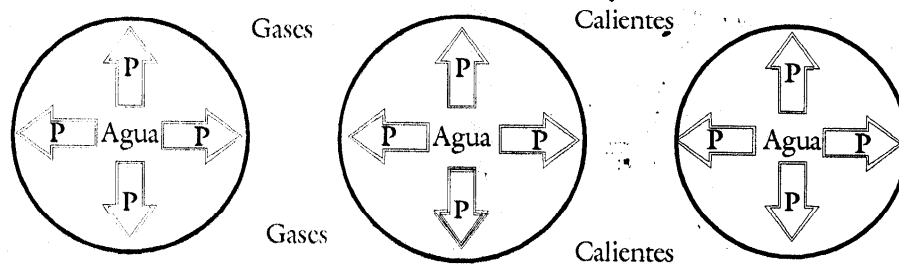


Figura 2.6

Por esta razón las calderas de tubos de agua requieren de un control de agua muy estricto porque la incrustación del agua se deposita no solamente en los domos sino también dentro de las paredes interiores de los tubos con las siguientes consecuencias:

- Se reduce la circulación del agua
- Baja la eficiencia de la caldera
- Pierde su refrigeración normal
- Se revientan los fluxes
- Hay fugas de agua

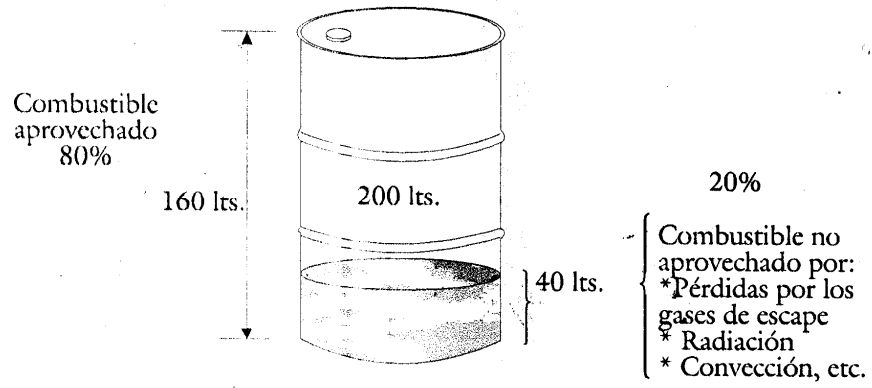


Figura 2.7

CALDERA TÍPICA DE TUBOS DE AGUA

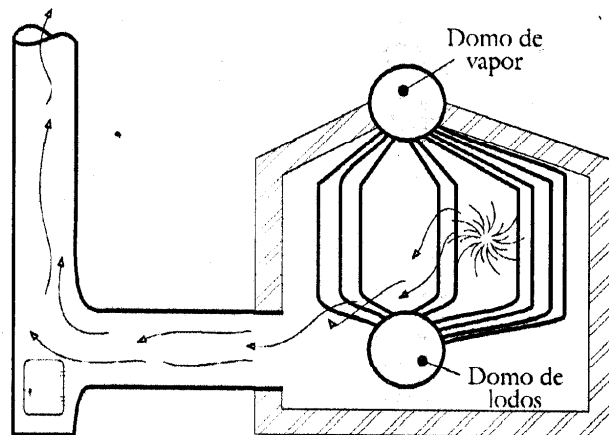


Figura 2.8

Por otra parte, las calderas de tubos de agua debido a los diámetros pequeños de sus domos se fabrican para desarrollar presiones muy altas del orden de 200 Kg/cm², y en capacidades también muy grandes que pueden llegar hasta 190,000 C.C.

Tabla 2.1

Características típicas de las calderas.

Tipo de caldera	Capacidad		Presión máxima de operación kg/cm ²	Eficiencia combustible-vapor max.
	Caballos caldera CC	Kg de vapor por hora		
Tubos de humo	2 a 800	31 a 12,500	21	80%
Tubos de agua sencilla	500 a 3,000	7,800 a 47,000	30	79%
Tubos de agua con equipos auxiliares (*)	2,000 a 190,000	30,000 a 3'000,000	228	85%

(*) Economizador, Precalentador de aire, Sobrecalentador de vapor.

Tabla 2.2

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CALDERAS DE TUBOS DE HUMO Y AGUA	
Fáciles de transportar	Tubos de humo
Fáciles de instalar	Tubos de humo
Hasta 800 C.C.	Tubos de humo
Mayores de 800 C.C.	Tubos de agua
Mayor vapor disponible para soportar denadas bruscas	Tubos de humo
Vapor más secos por tener mayor sup. de liberación de vapor	Tubos de humo
Hasta 21 kg/cm ²	Tubos de humo
Hasta 228 kg/cm ²	Tubos de agua
Sensible a la dureza del agua por su menor superficie metálica	Tubos de agua
Resistente a la dureza del agua por su mayor sup. metálica	Tubos de humo
Mayor superficie de calefacción (más metal por C.C.)	Tubos de humo
Más económicas	Tubos de humo

Unidades de los caballos caldera

La A.S.M.E. ha determinado que cuando se generan 15.65 kilogramos de vapor en una caldera corresponde a un caballo caldera y en el sistema inglés equivale a.

34.5 Libras de vapor por hora = 15.65 Kg. de vapor por hora = 1 caballo caldera

Pero hay que tener en cuenta otras consideraciones más que reglamentó la A.S.M.E., y se refieren a que la caldera:

- ☞ Debe estar al nivel del mar.
- ☞ Alimentarla con agua hirviendo de 100°C.
- ☞ A la presión atmosférica (el manómetro en cero).

En otras palabras, esta caldera lo único que hará es aplicar calor latente hasta cambiar el estado del agua a vapor.

Todas estas condiciones especiales se refieren a lo que se le llama **evaporación equivalente**. Condiciones Estándar o Capacidad Nominal.

La finalidad de hacer esto es para poder comparar calderas aún trabajando a diferentes condiciones de presión manométrica, absoluta, temperatura del agua de alimentación, etc.

Por ejemplo, una caldera de 100 Caballos Caldera se dice que tiene una evaporación de $15.65 \times 100 = 1,565$ Kilogramos de vapor por hora bajo condiciones estándar de manera que si ustedes traen una caldera a Monterrey, N.L., la alimentan con agua de 40°C y la operan a una presión manométrica de 8.0 Kg/cm², esa misma caldera sin importar la marca, nos debe dar aproximadamente 1.360 Kg. de vapor por hora, o sea que su capacidad nominal se redujo en un 13%.

Superficie de calefacción.

La superficie de Calefacción de una caldera es la superficie del metal que está en contacto por un lado por el agua y por el otro lado por el fuego o gases calientes. Siempre se mide por el lado más caliente, de tal forma que en una caldera de tubos de humo se medirá por dentro de los tubos y hogar y en una caldera de tubos de agua se medirá por el exterior de los tubos y domos.

Las **superficies unitarias** de las calderas modernas son:

- ☐ Calderas de tubos de humo: 0.500 m²/CC (5 pies²/CC)

☐ Calderas de tubos de agua: $0.250 \text{ m}^2/\text{CC}$ ($2.6 \text{ pies}^2/\text{CC}$)

De aquí se deduce que las calderas de tubos de humo siempre tienen aproximadamente el doble de metal por caballo caldera que una de tubos de agua.

Descripción general de una caldera

En la Figura 2.9 se muestra el corte y funcionamiento de una caldera de tubos de humo de 3 pasos balanceados.

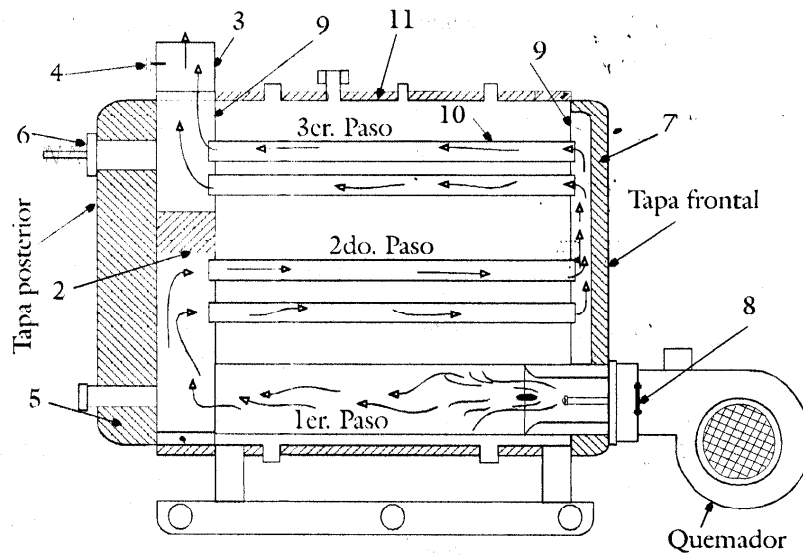


Figura 2.9

Los gases calientes son forzados para que circulen a través de los 3 pasos por el ventilador (1), del quemador de tiro forzado y el aire es controlado por un control ajustable de mariposa.

La cámara de la combustión o el Hogar constituye el primer paso y los gases calientes al salir de éste son desviados por la única mampara de refractario (2) para que los gases tomen el segundo paso cediendo más calor al agua al mismo tiempo que se va reduciendo el área transversal total de los tubos para compensar la reducción de volumen que van teniendo los gases a causa de su enfriamiento al ir cediendo su calor al agua. Luego pasan libremente al tercer paso o sea la tercera vez recorren la longitud total de la caldera y de aquí salen por la salida a la chimenea (3) a una temperatura de 80°C, arriba de la temperatura de la del vapor o agua caliente la cual puede comprobarse por el termómetro (4).

El concreto refractario de la tapa trasera (5) tiene un gran espesor para que haya menor pérdida de calor en el ambiente. En esta tapa está incorporada una válvula de alivio (6) de gases que se encargaría de absorber alguna posible sobre presión.

La puerta frontal tiene menor refractario (7) porque así lo requiere. Ambas puertas tienen bisagras para facilitar su mantenimiento.

En esta caldera el Quemador está provisto de una bisagra (8) para facilitar la limpieza de las boquillas.

Los espejos (9) son las tapas internas en donde van montados, expandidos y riveteados los fluxes (10) que son tubos rectos logrando un sello perfecto con los espejos.

Estos espejos van perfectamente soldados al envolvente (11) que es el cuerpo que va a resistir más críticamente la presión interna de la caldera.