

Capacitación operadores de una para técnicos aspirantes a refinería de petróleo

MODULO 7 - 2
HORNOS INDUSTRIALES

HORNOS

Descripción

En los hornos es donde se produce el calentamiento de los fluidos de proceso mediante los fenómenos de radiación, convección y conducción.

Un horno está básicamente constituido por unos serpentines de tubos por los que circula el producto a calentar, que están en el interior de unas cámaras (radiación y convección) en los que se produce el calentamiento por la combustión de hidrocarburos (normalmente fuel-gas y fuel-oil). Usualmente el producto en los serpentines circula en contracorriente con los humos producidos en la combustión.

Esta disposición permite un mayor rendimiento (menor temperatura de humos en chimenea) que en el caso de flujos coincidentes.

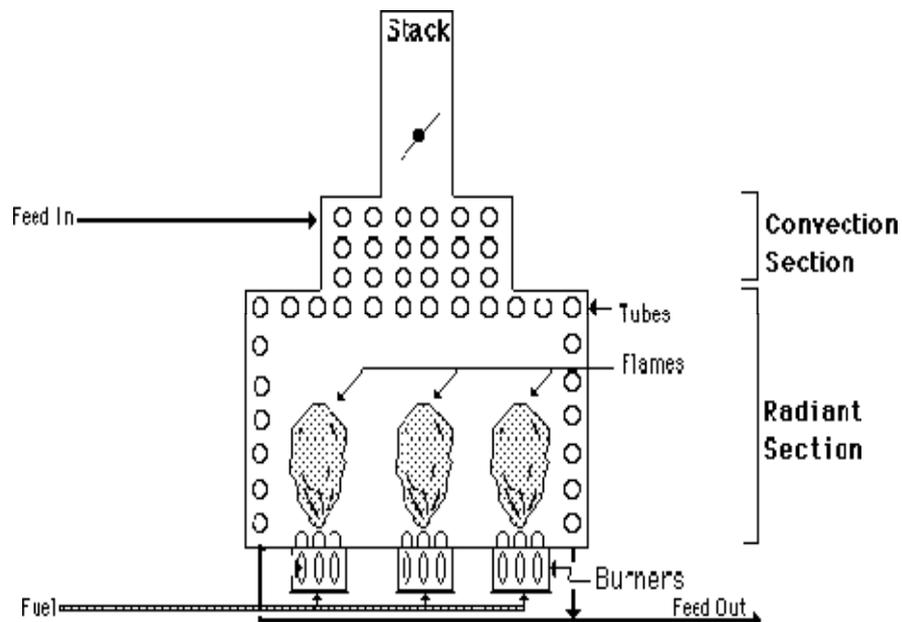
En la **sección radiante** la transferencia de calor se realiza por **radiación**. Parte del calor se transfiere también por convección.

Como los humos en la sección radiante van ascendiendo a medida que se enfrían, la transferencia por radiación requiere progresivamente mayor superficie de tubos y por lo tanto es progresivamente menos económica. Por esta razón el tránsito a la sección de convección se debe realizar cuando los humos estén todavía relativamente calientes.

En la **sección convectiva** la transferencia de calor se realiza por **convección**, aunque una pequeña cantidad de calor se transfiere por radiación.

Una vez que los humos han cedido todo el calor posible al fluido de proceso, abandonan el horno mediante una chimenea.

Existen diferentes tipos de hornos, como veremos más adelante, pero los elementos más significativos que configuran un horno son los indicados en la siguiente figura.



Tiraje

Toda la estructura de un horno debe ser a prueba de aire, con el fin de conseguir una eficiente operación del mismo.

El tiro, se define como una ligera diferencia de presión entre el interior del horno, y exterior del mismo.

Todo el aire necesario para la combustión, deberá entrar por los quemadores, y un escape o entrada de aire por cualquier otra parte del horno, reduce la eficiencia, y aumenta los costos de la operación.

Por ello el horno debe presentar una ligera diferencia de presión negativa, que produce la circulación de los gases a través del mismo.

Si un recipiente, abierto por arriba y por abajo, es calentado, el aire caliente sale por la parte superior conforme el aire frío va penetrando por el fondo.

El aire calentado es más ligero, y ejerce menor presión que el aire sin calentar.

El tiro y la presión en el quemador, arrojan al aire sobre el horno, con la suficiente fuerza para mezclar el combustible y el aire, y mantener así la combustión.

El flujo de los gases de la combustión pierde fuerza al pasar por los bancos de tubos, y por el horno. Los tubos y otros obstáculos reducen el flujo debido a la fricción.

El tiro debe proporcionar la suficiente fuerza, para hacer frente a esta fricción, y mantener el flujo de los gases de la combustión.

Las compuertas de aire, y el regulador de la chimenea (damper), deben accionarse al mismo tiempo, con el objeto de mantener las condiciones en el encendido, las cuales sean económicas y seguras.

Los costos de combustible, y mantenimiento suben a causa del excesivo o muy poco uso del tiro.

La magnitud del tiro necesario se determina para cada horno, de acuerdo con la misión del mismo, recordar que el tiro debe facilitar el aire suficiente para el quemado del combustible en los quemadores.

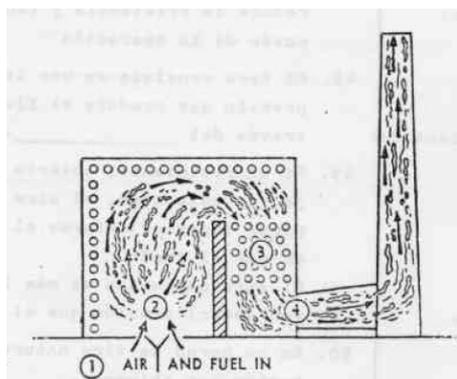
El tiro de un horno puede ser:

➤ Natural:

En este caso, el tiro es mantenido exclusivamente por el damper de la chimenea.

Los gases calientes de la combustión suben por el hogar del horno, ya que pesan menos que el aire frío del exterior al mismo.

El aire penetra por las compuertas de los quemadores, para sustituir a los gases de combustión, los cuales salen por la chimenea.



La presión en el interior del horno se mantiene ligeramente menor que en el del exterior, lo cual se logra ajustando las compuertas de aire de los quemadores, y el damper de la chimenea.

Por lo tanto, con tal proceso se logra mantener el tiro natural de un horno.

La presión negativa (tiro) es una presión apenas por debajo de la presión atmosférica.

El dibujo muestra el sentido del tiro en un horno de tiro natural.

El combustible y el aire penetran por el punto

1 y ambos elementos se combinan en el punto 2.

Los gases de la combustión pasan a través de la sección de convección en el punto 3.

Los gases fríos de la combustión se descargan a la chimenea por el punto 4.

Cuando el combustible y el aire se queman, forman un gran volumen de gases calientes de la combustión.

El calor de la combustión ocasiona una rápida expansión de dichos gases.

Conforme los gases de la combustión desprenden el calor sobre los tubos, dichos gases sufren una disminución de su volumen.

En un horno con tiro natural, el aire de la combustión se fuerza dentro del horno, por la diferencia de densidad entre el aire frío del exterior, y el aire más caliente y liviano en el interior del mismo.

➤ **Forzado:**

En la operación con tiro forzado, se utiliza un ventilador mecánico, para facilitar el aire de combustión a los quemadores.

Se puede utilizar una chimenea de menor tamaño que en el caso anterior, ya que el ventilador proporciona la energía para mezclar el combustible y el aire, y mover los gases de la combustión a través del horno y la chimenea.

El tiro forzado permite un control regular del aire a los quemadores, así como un eficiente quemado del combustible.

Los hornos de tiro forzado trabajan a presiones ligeramente por encima de la presión atmosférica, en lugar de la ligera presión negativa de los de tiro natural.

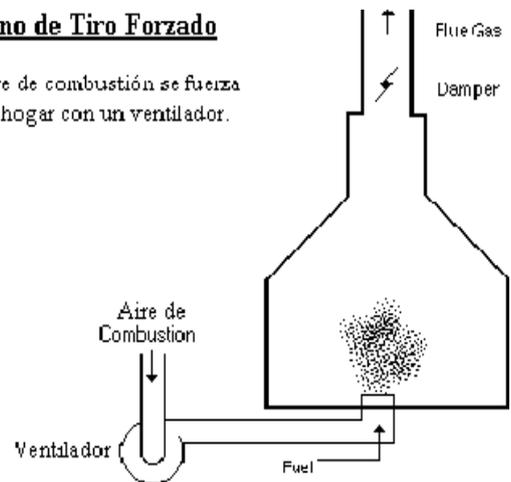
La operación con tiro forzado, reduce el efecto de los cambios atmosféricos, ya que el ventilador descarga el aire sobre el conducto de distribución a los quemadores, a una presión uniforme.

La apropiada disminución en la cantidad de aire en exceso de la operación con tiro forzado conduce a una mayor eficiencia del horno.

En un horno de tiro forzado, el tiro se controla o bien ajustando el regulador de descarga del ventilador, o los cierres de aire de los quemadores, o ambas cosas a la vez.

Horno de Tiro Forzado

El aire de combustión se fuerza en el hogar con un ventilador.



En los hornos de tiro forzado, la fuerza necesaria para llevar el flujo de gases a través del sistema, se consigue mecánicamente. El aire para la combustión es descargado en el conducto de distribución a los quemadores del horno por medio de un ventilador.

Inducido:

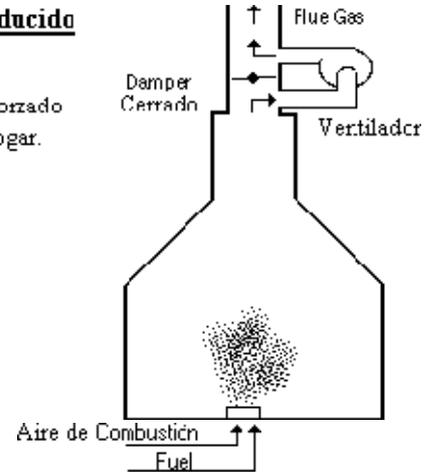
El tiro inducido , consiste en una corriente producida por la descarga de los gases de la combustión hacia el exterior del horno, por medio de un ventilador ubicado entre el horno y la chimenea.

Un ventilador de tiro inducido trabaja con gases calientes de la combustión, mientras que uno de tiro forzado lo hace con aire frío.-

Como el ventilador de tiro forzado trabaja en frío, los problemas de mantenimiento son más altos en los ventiladores de tiro inducido.

Horno de Tiro Inducido

El ventilador de tiro forzado saca el flue gas del hogar.



En los hornos de tiro inducido, la fuerza necesaria para llevar el flujo de gases a través del sistema, se consigue mecánicamente. Los gases de la combustión son extraídos del horno por medio de un ventilador ubicado entre el horno y la chimenea.

Equilibrado o balanceado:

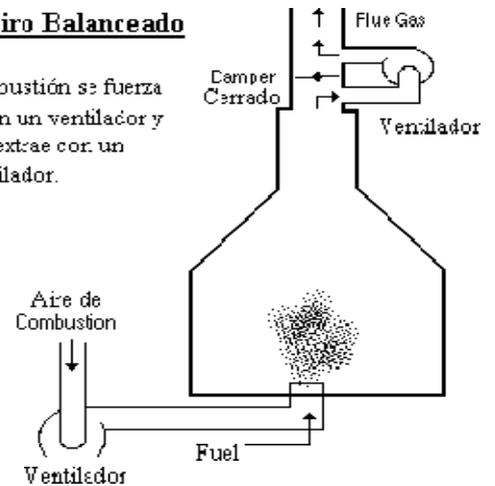
El tiro equilibrado, es producido por la carga de aire en el hogar por medio de un ventilador, y por la descarga de los gases de la combustión sobre la chimenea con otro ventilador.

En las operaciones con tiro equilibrado o balanceado, el horno no depende de las condiciones atmosféricas.

El tiro equilibrado es más complejo que el forzado o el inducido, pero merece la pena en aquellos casos en que se deben controlar rígidamente el calor y los índices del aire en exceso.

Horno de Tiro Balanceado

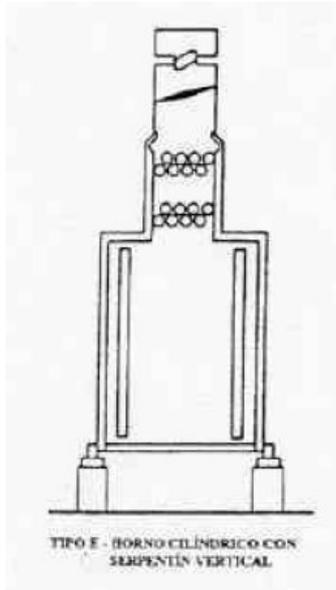
El aire de combustión se fuerza en el hogar con un ventilador y el flue gas se extrae con un segundo ventilador.



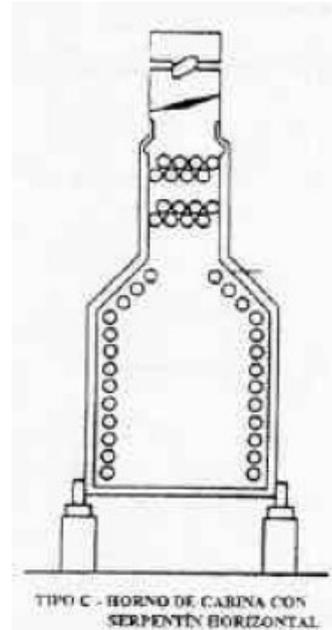
En los hornos de tiro equilibrado o balanceado, la fuerza necesaria para llevar el flujo de gases a través del sistema, se consigue mecánicamente, en el que tanto la introducción del aire al horno como la extracción de los gases de la combustión se realizan por medio de ventiladores.

Tipos de Hornos

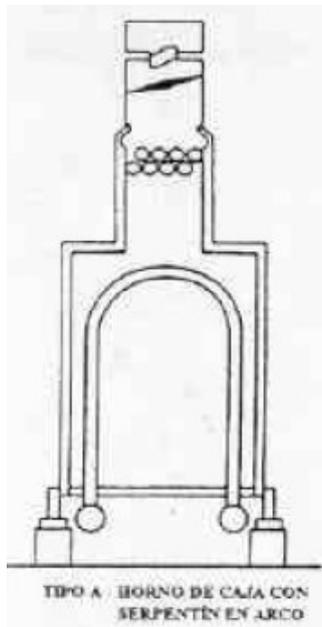
Forma de la Caja de Fuego



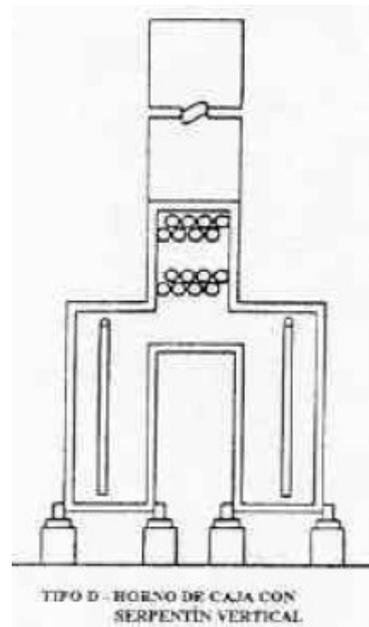
Vertical cilíndrico



Cabina de tubos horizontales

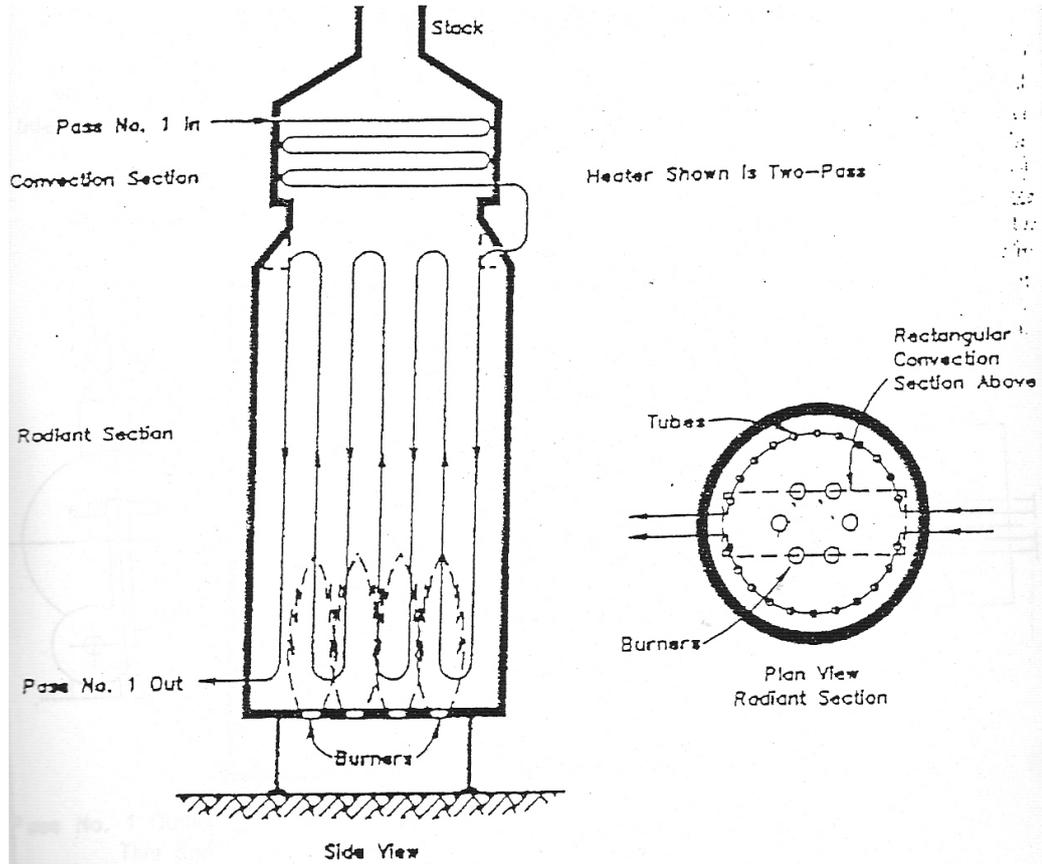


Cabina de tubos en arco (HOOP-TUBE)

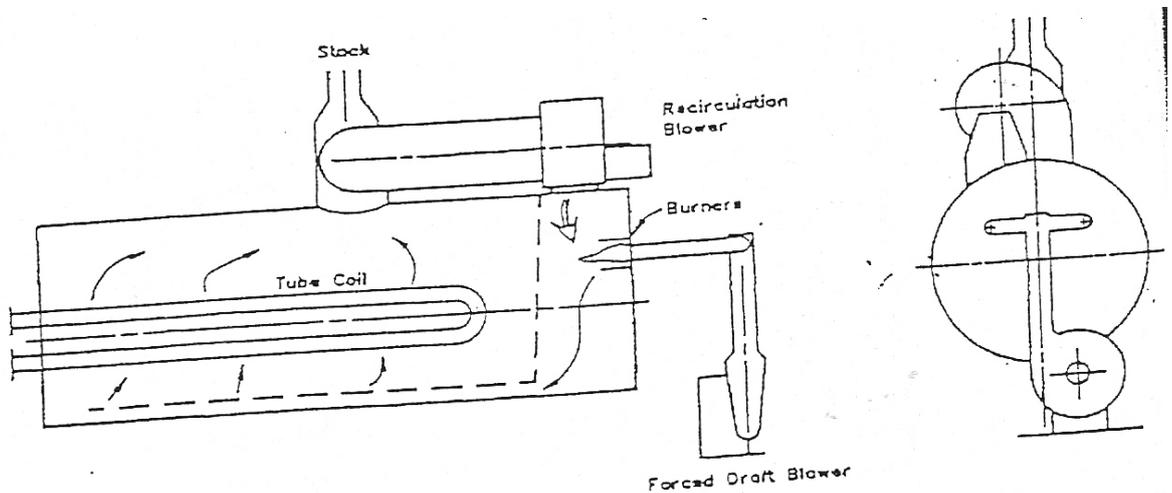


Caja de tubos verticales

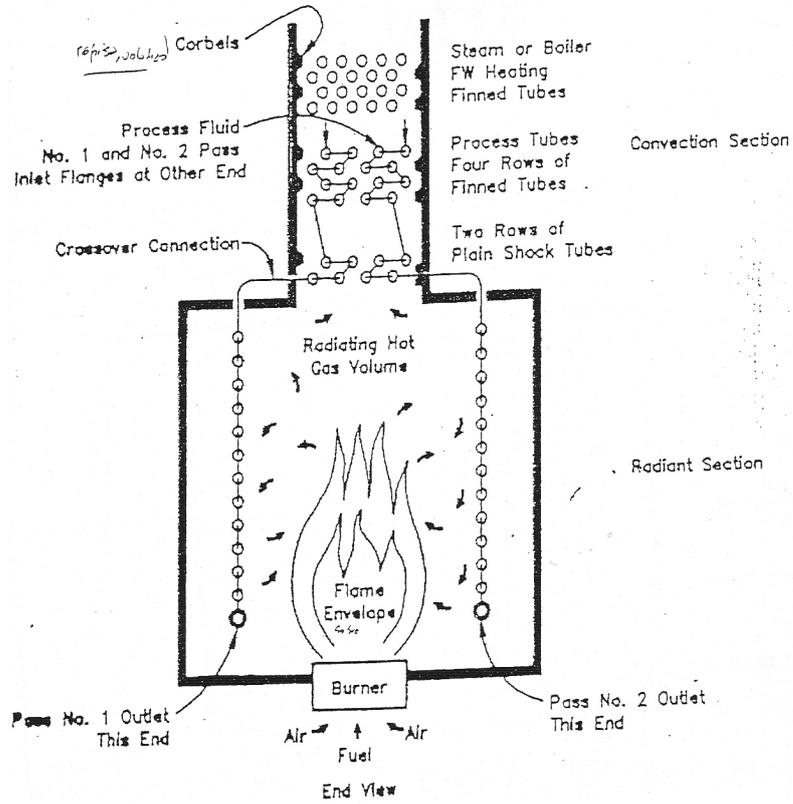
Horno cilíndrico vertical



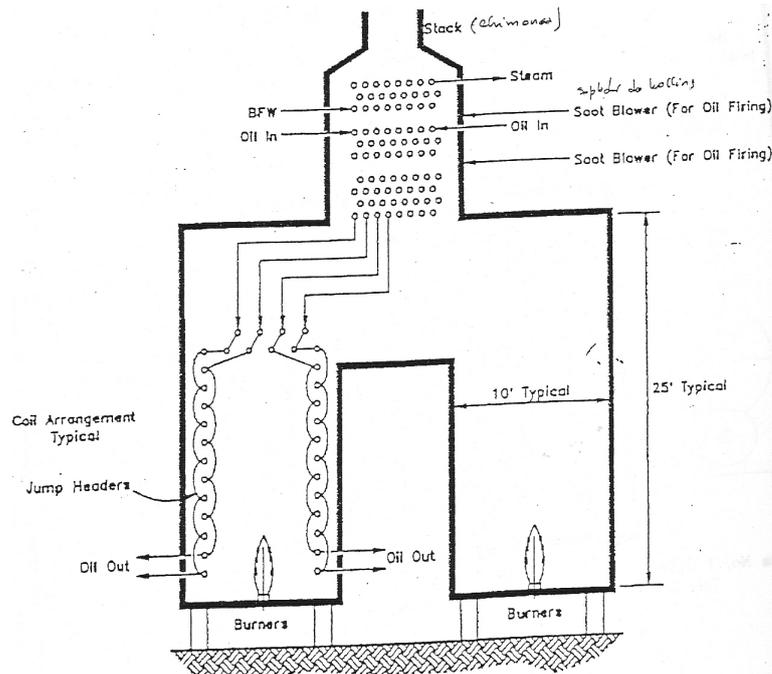
HORNO CON CONVECCION CILINDRICA HORIZONTAL



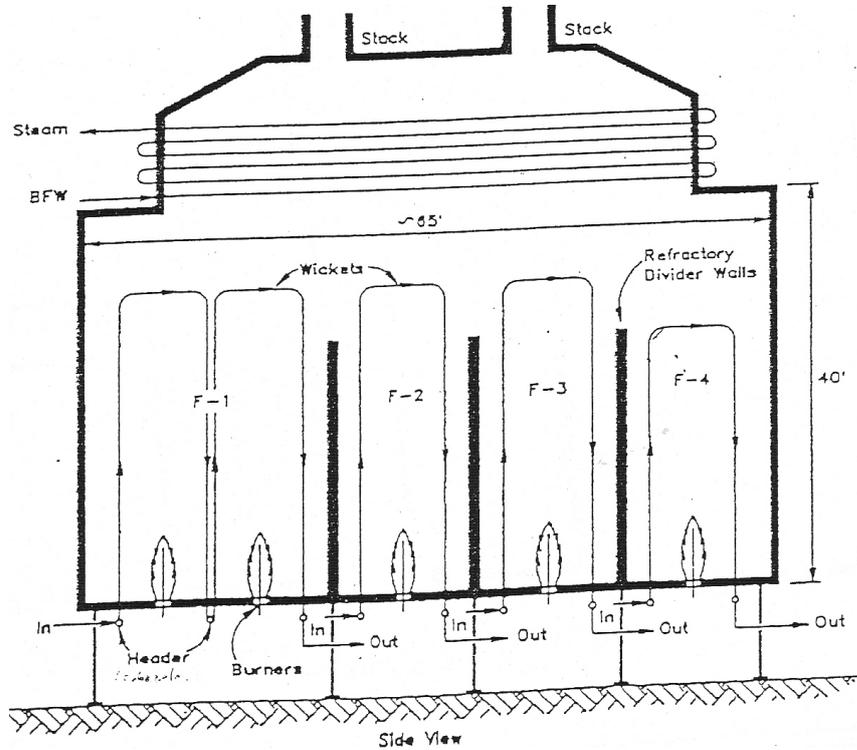
Horno tipo caja



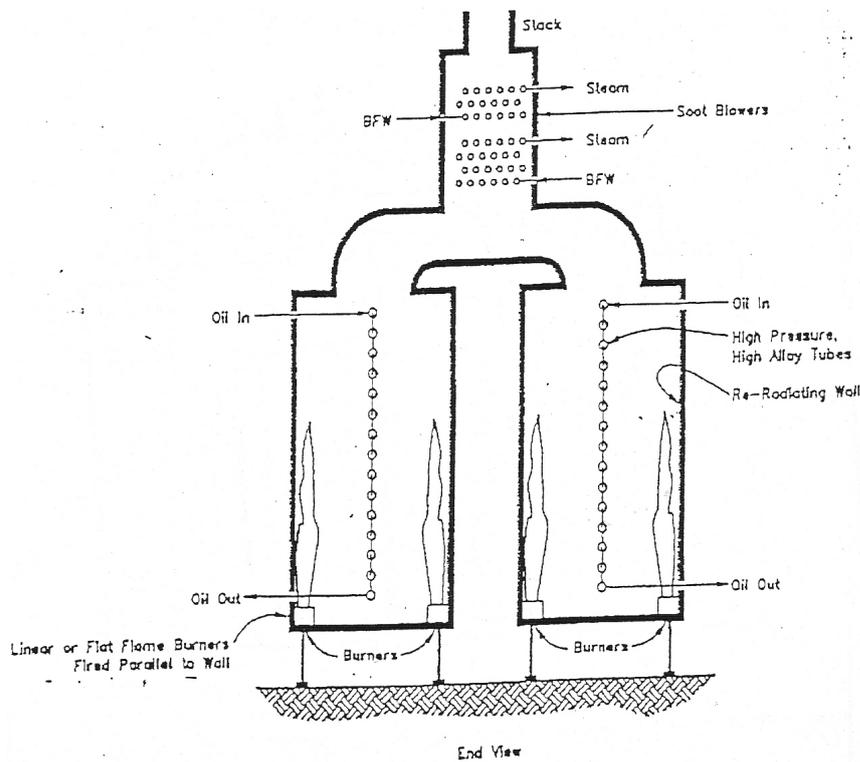
Horno tipo caja con cabezales tipo "oreja de mula"



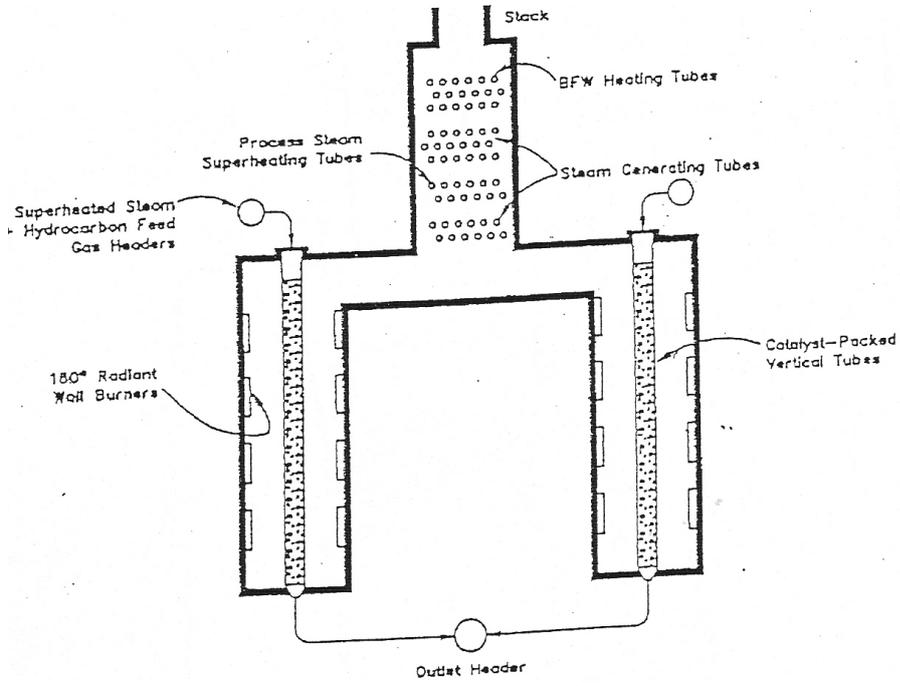
Horno de reformado catalítico



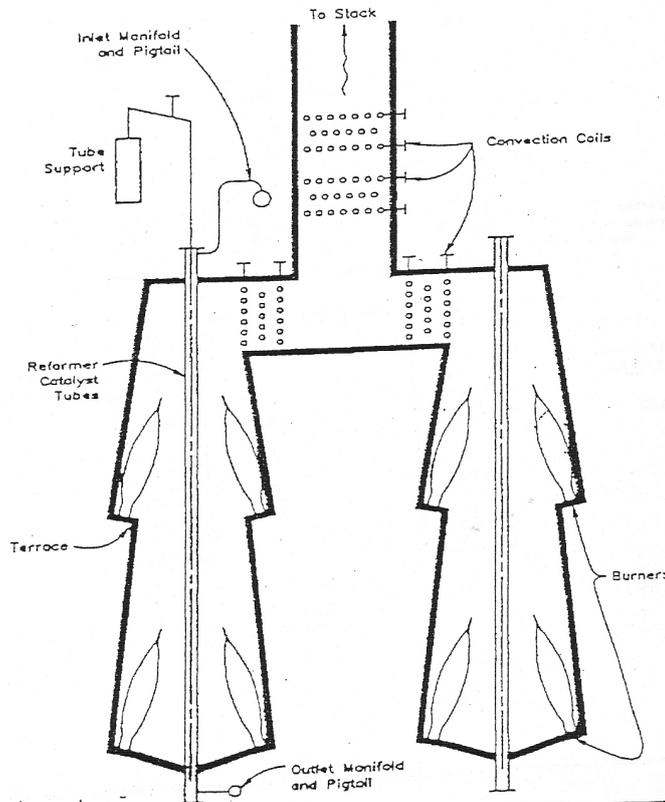
Horno con doble fuego



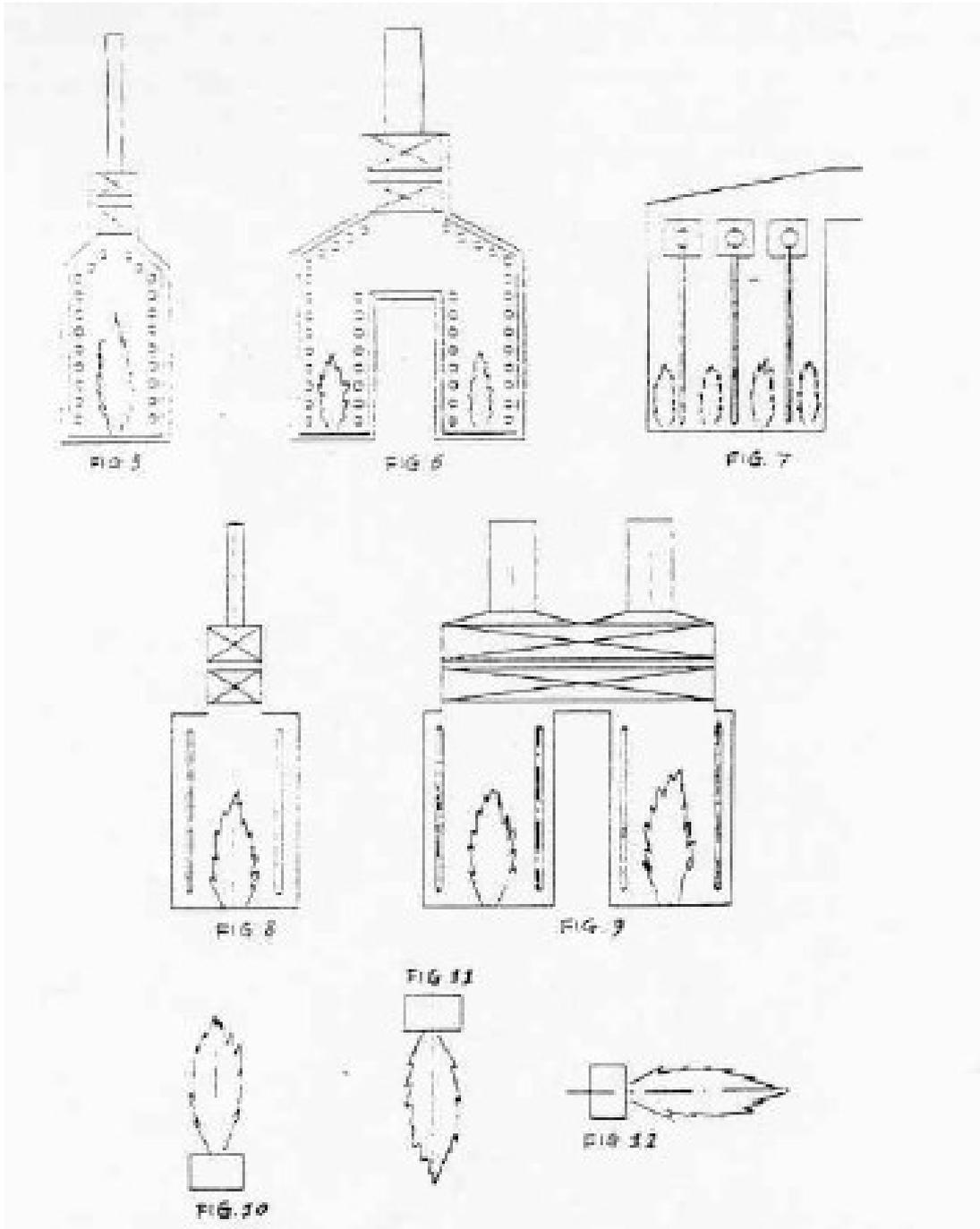
Horno de sistema reforming

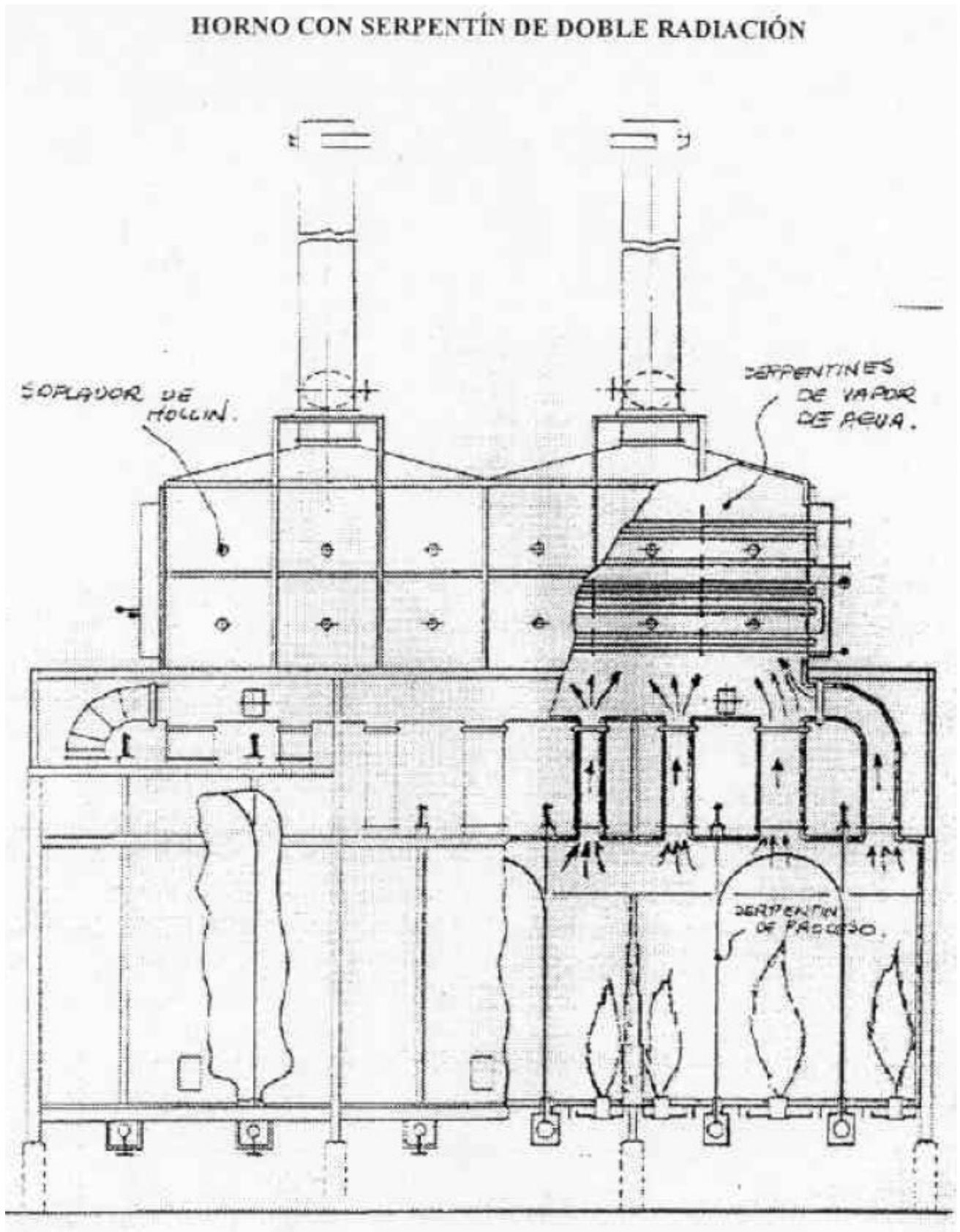


Horno tipo terraza

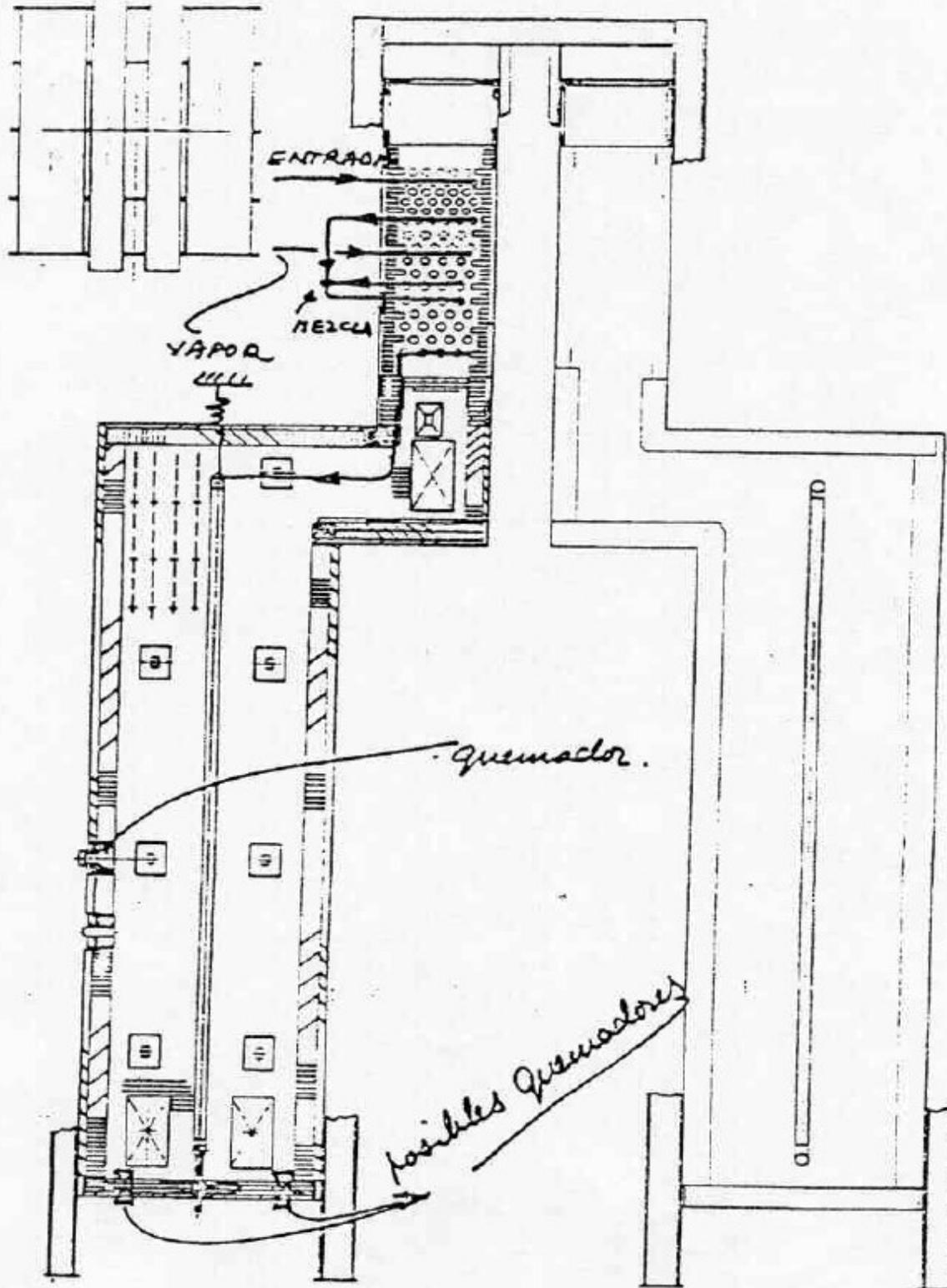


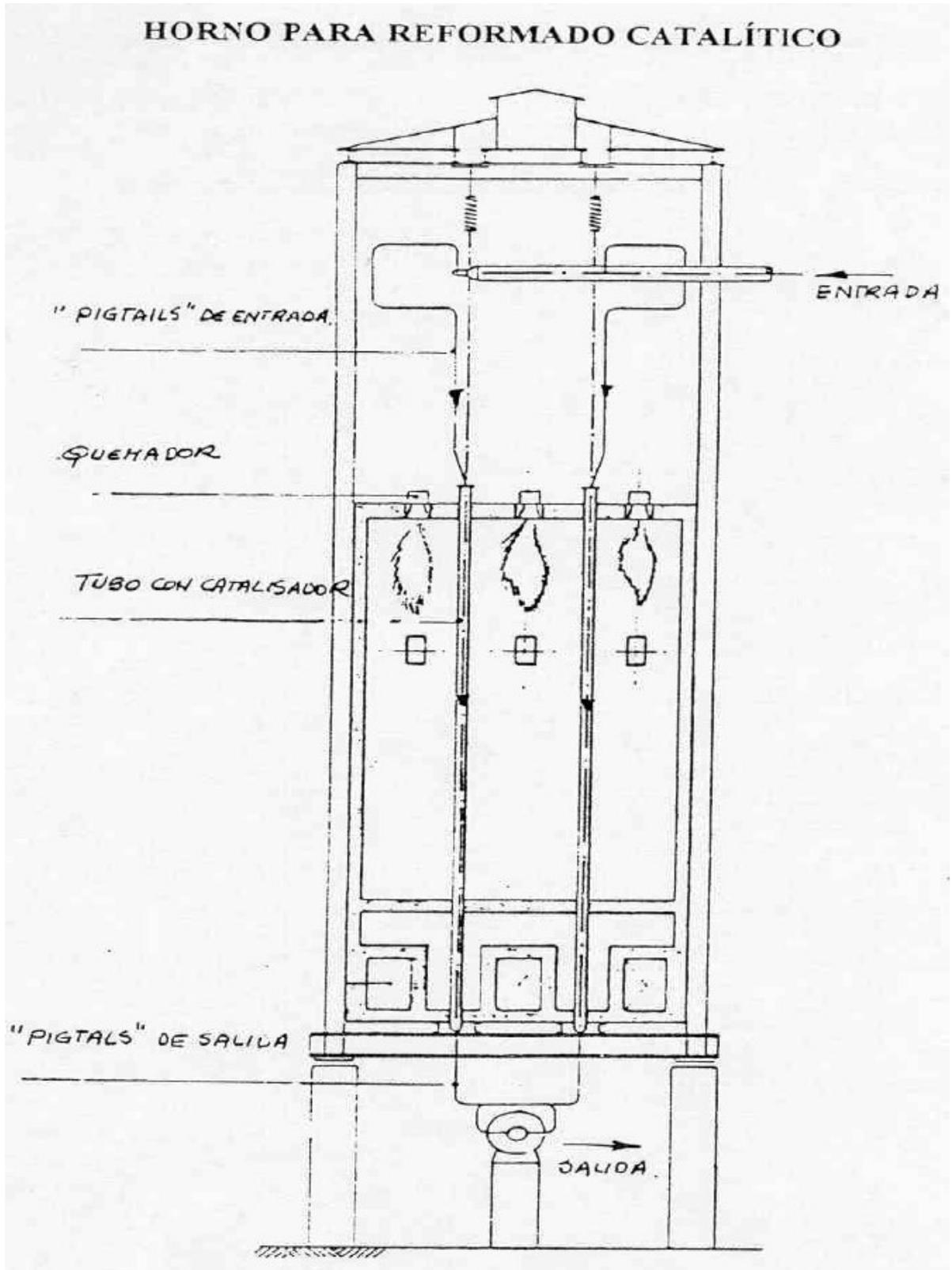
Disposición de quemadores con relación a los tubos





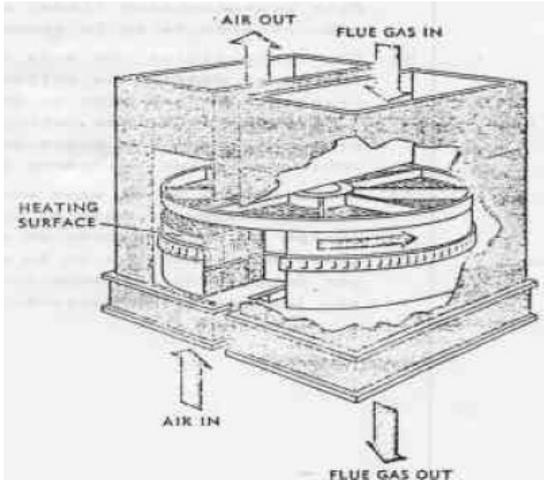
HORNO DE "CRACKING"



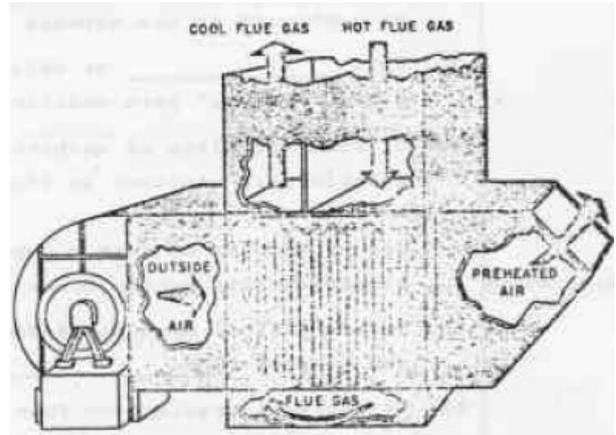


Pre calentadores de aire

El **pre calentador de aire** es un dispositivo que utiliza parte del calor de los gases de la combustión para subir la temperatura de la alimentación de aire a los mecheros.



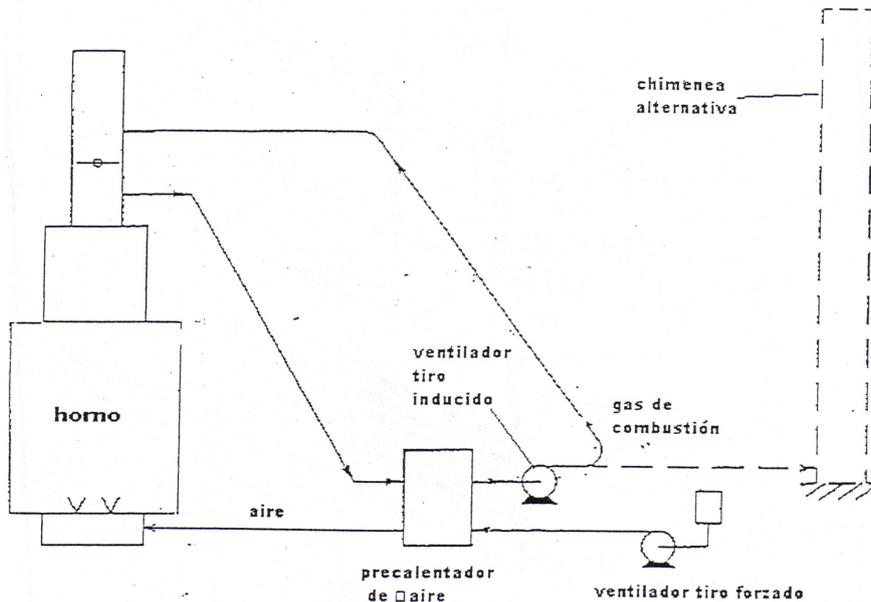
Pre calentador Regenerativo



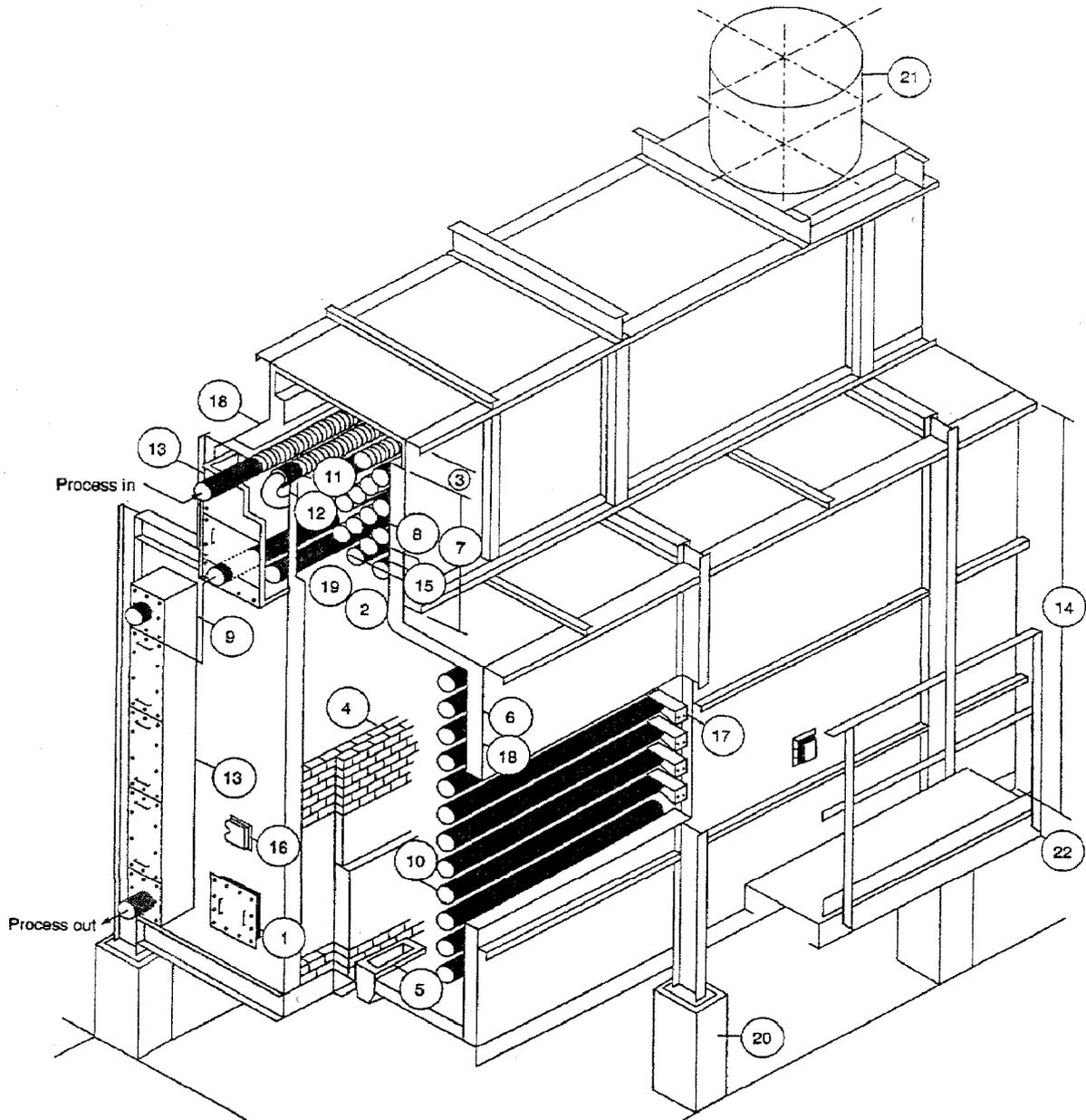
Pre calentador Recuperativo

El pre calentador de aire se utiliza para transferir el calor de los gases de la combustión a la alimentación de aire al mechero.

La siguiente figura muestra, en forma esquemática, el flujo de las corrientes de aire y gases de la combustión en un horno que tiene incorporado un pre calentador de aire.



Partes componentes de un Horno



- | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 Puerta acceso | 9 Tubos de paso | 17 Soporte de tubo |
| 2 Bobeda | 10 Tubos | 18 Refractario |
| 3 Recamara | 11 Superficie con aletas | 19 Placa portatubos |
| 4 Pared intermedia | 12 Codo 180° | 20 Pilar |
| 5 Quemador | 13 Convección | 21 Conducto |
| 6 Cajera | 14 Radiación | 22 Plataforma |
| 7 Sección de convección | 15 Sección pantalla | |
| 8 Cornisa | 16 Mirilla | |