

GENERADORES ACUOTUBULARES

Xxxxxxx Xxxxxxx | XXX



3.1 Presentación

SON GENERADORES INCLUIDOS DENTRO DE LA NORMATIVA DE URSEA



IMAGEN – TREN DE CALDERA ACUO TFU



IMAGEN – TREN DE CALDERA
ACUO BRK

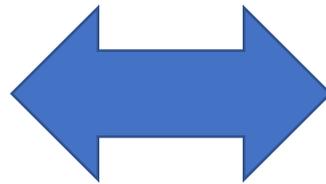
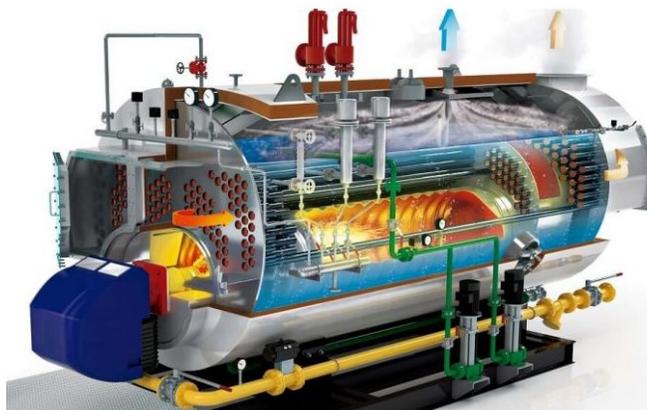
3.1 Presentación

SON GENERADORES INCLUIDOS DENTRO DE LA NORMATIVA DE URSEA

Definición de caldera - URSEA

- Recipiente sometido a presión interna donde se produce vapor de agua a una presión superior a la atmosférica, mediante la aplicación del calor producido por una fuente externa.

Si bien son equipos muy distintos en formas y tamaños a los generadores humotubulares, el principio de funcionamiento y los controles normativos son esencialmente los mismos.



3.2 Requerimientos - ¿Por qué Generadores Acuotubulares?

REQUERIMIENTOS DE LA INDUSTRIA

- **Plantas industriales con altos consumos de Agua Caliente.**

En Humotubulares - Implicarían grandes volúmenes del cuerpo de presión y del hogar)

- **Plantas industriales con altos consumos de Vapor.**

En Humotubulares - (Implicarían grandes volúmenes del cuerpo de presión y del hogar, así como importantes espesores de pared)

- **Plantas de Generación de Energía Eléctrica.**
- **Generación a partir de grandes desechos industriales.**
- **Recuperación.**
- **Otros.**

INDUSTRIA URUGUAYA

- **Cervecerías / Malterías**
- **Industrias lácteas.**
- **Cervecerías / Malterías**
- **Industrias Lácteas.**
- **Procesos de Secado**
- **Generación Indirecta - Quema de Biomasa**
- **Indirecta - Quema de Biomasa**
- **UTE - Ciclo combinado**
- **Fluidos térmicos, etc.**

3.2 Requerimientos - ¿Por qué Generadores Acuotubulares?

REQUERIMIENTOS

- 1) *Grandes caudales de Agua Caliente y Vapor
(25, 40, 50, 100, 200 Ton/h)*

Si bien existen distintos tamaños de generadores humotubulares, un gran incremento en el caudal de producción exige técnica y económicamente el cambio de diseño a un generador Acuotubular.

SOLUCIÓN EN EL GEN. ACUTUBULAR

Aumento del volumen del Cuerpo de Presión



3.2 Requerimientos - ¿Por qué Generadores Acuotubulares?

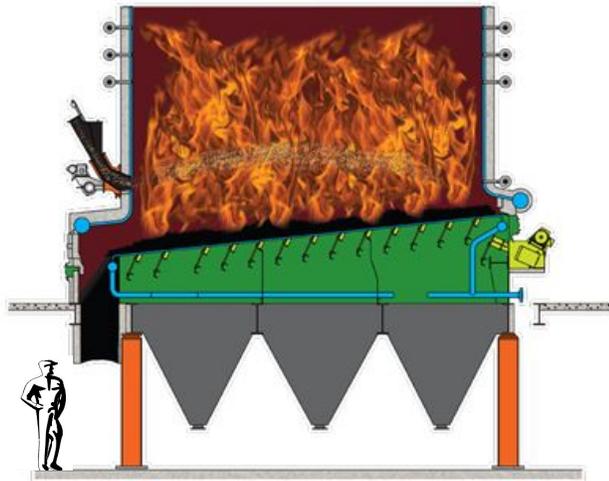
REQUERIMIENTOS

3) Alta demanda de potencia (para generación)

Se diseñan distintos tipo de hogares y bancos de convección con grandes capacidades de absorber la gran cantidad de energía aportada en la combustión.

SOLUCIÓN EN EL GEN. ACUTUBULAR

Rediseño de hogares para aportar gran energía en la combustión.



3.2 Requerimientos - ¿Por qué Generadores Acuotubulares?

REQUERIMIENTOS - RESUMEN

A partir de la exigencia en requerimientos de caudales y presiones de agua caliente y vapor se rediseñan los generadores, pasando de humotubulares a acuotubulares.

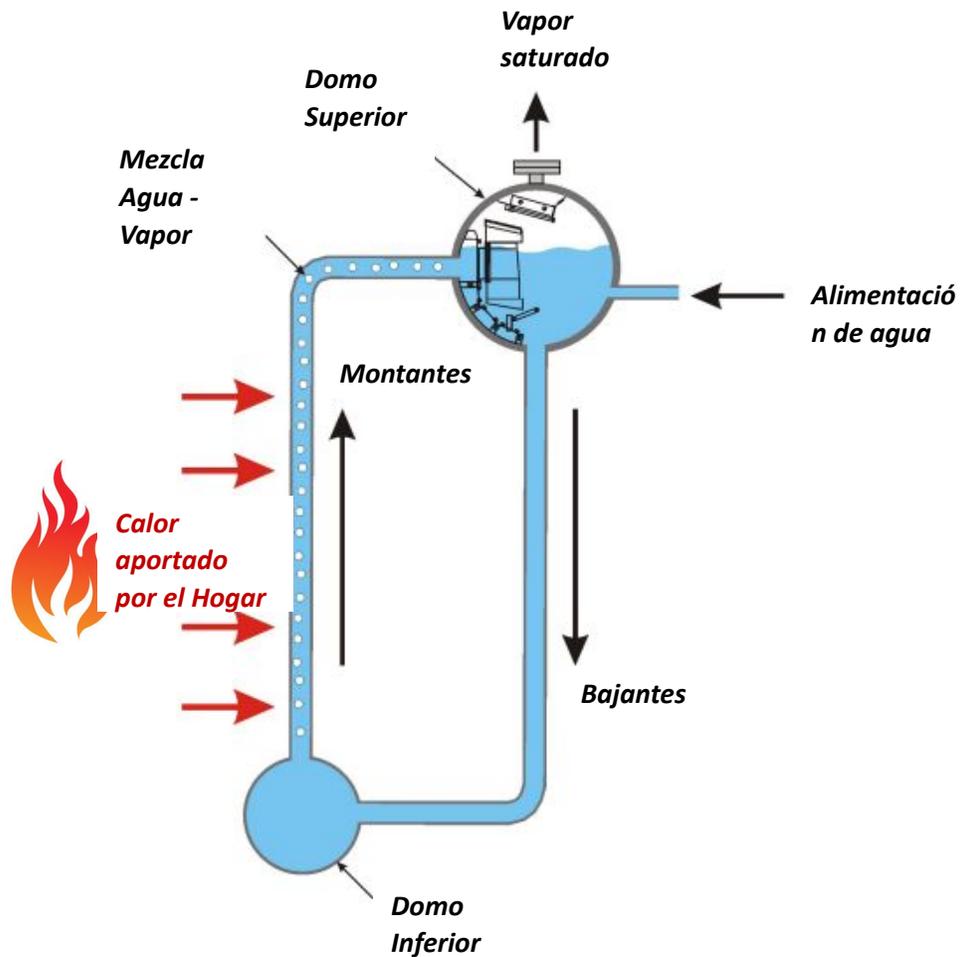
Obtenemos entonces la posibilidad de múltiples usos en industrias de grandes consumos.



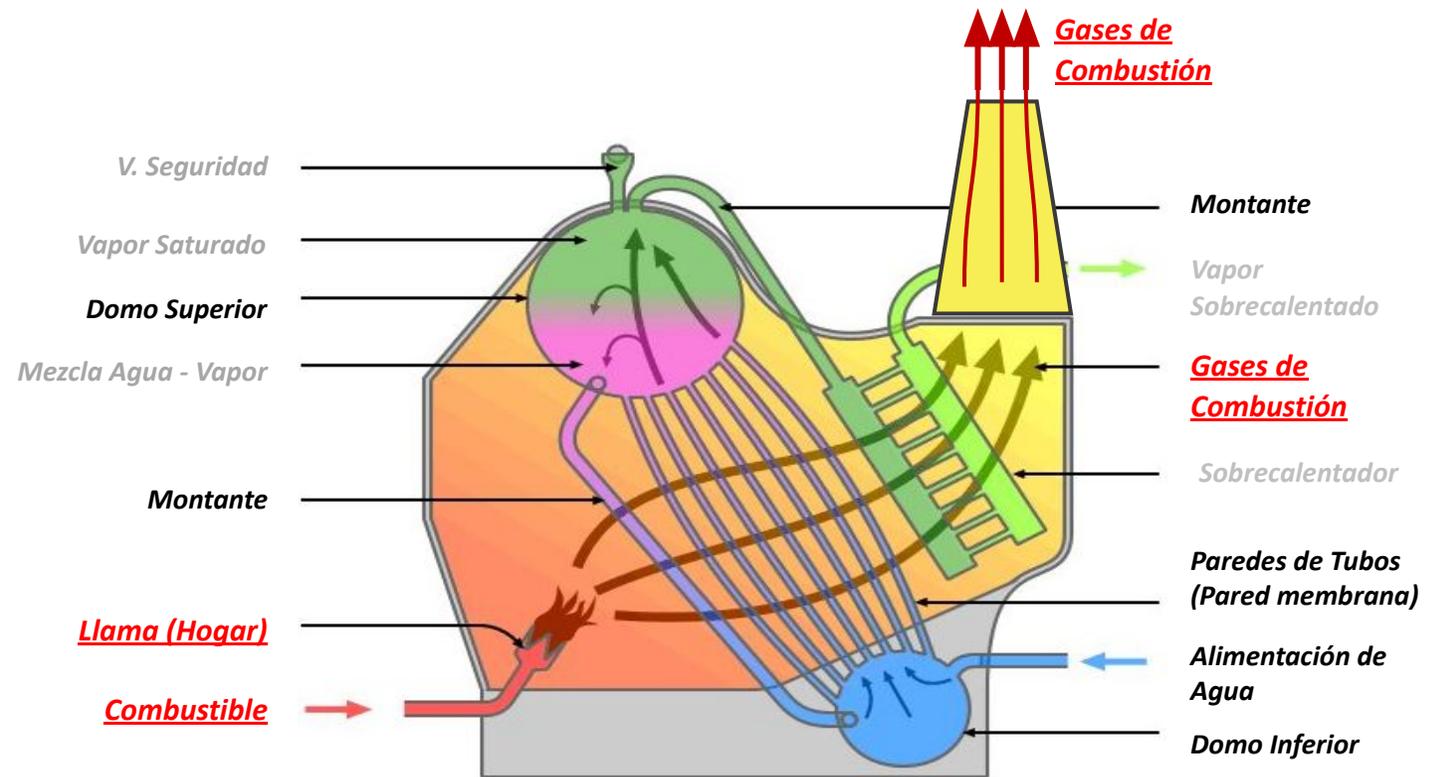
IMAGEN – CALDERA ACUO
(REAL) - TFU

3.3 Diseño Básico

ESQUEMA DE CIRCULACIÓN DEL AGUA - VAPOR

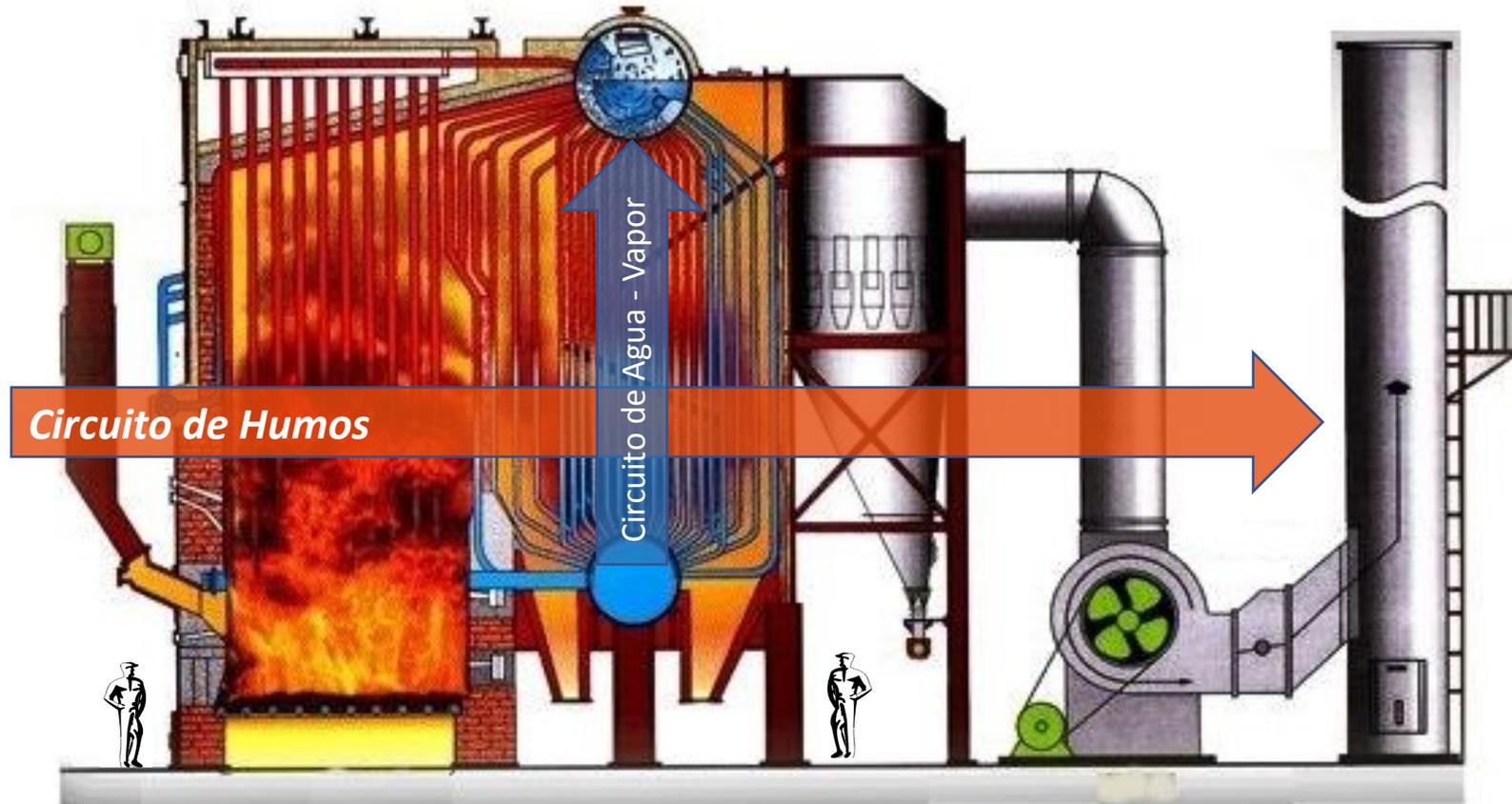


ESQUEMA DE CIRCULACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN



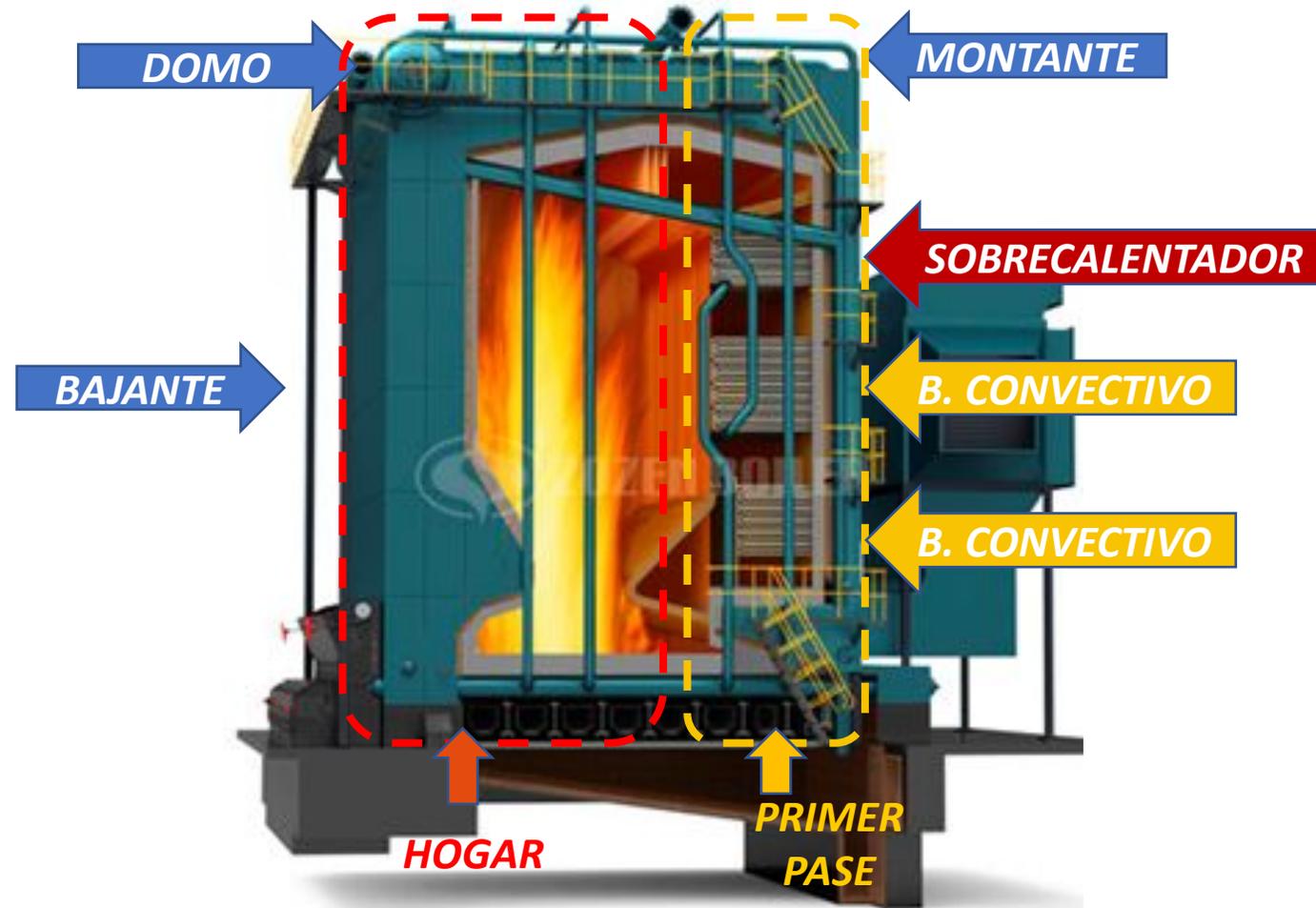
3.3 Diseño Básico

ESQUEMA DE CIRCULACIÓN DE AGUA (VAPOR) Y HUMOS DE COMBUSTIÓN



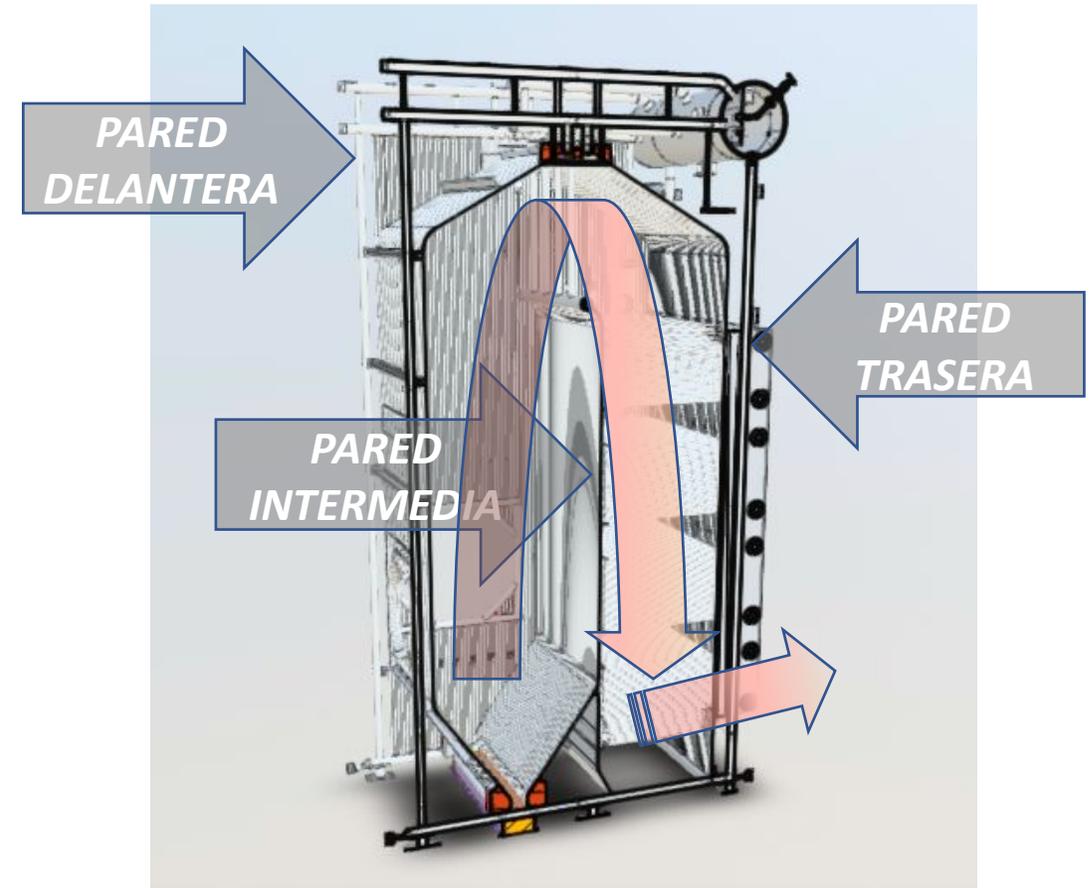
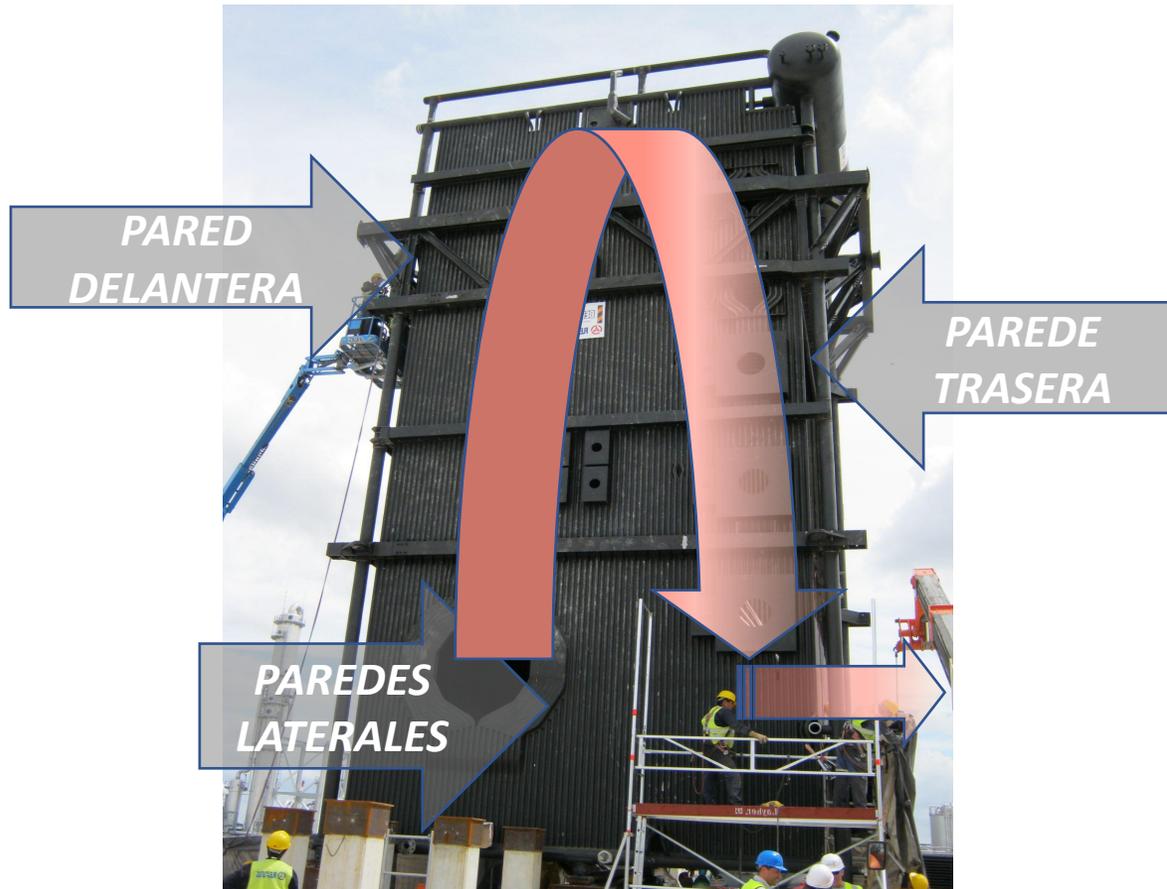
3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL BÁSICO – PRINCIPALES COMPONENTES – CUERPO DE PRESIÓN



3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL BÁSICO – PRINCIPALES COMPONENTES - PAREDES



3.4 Componentes

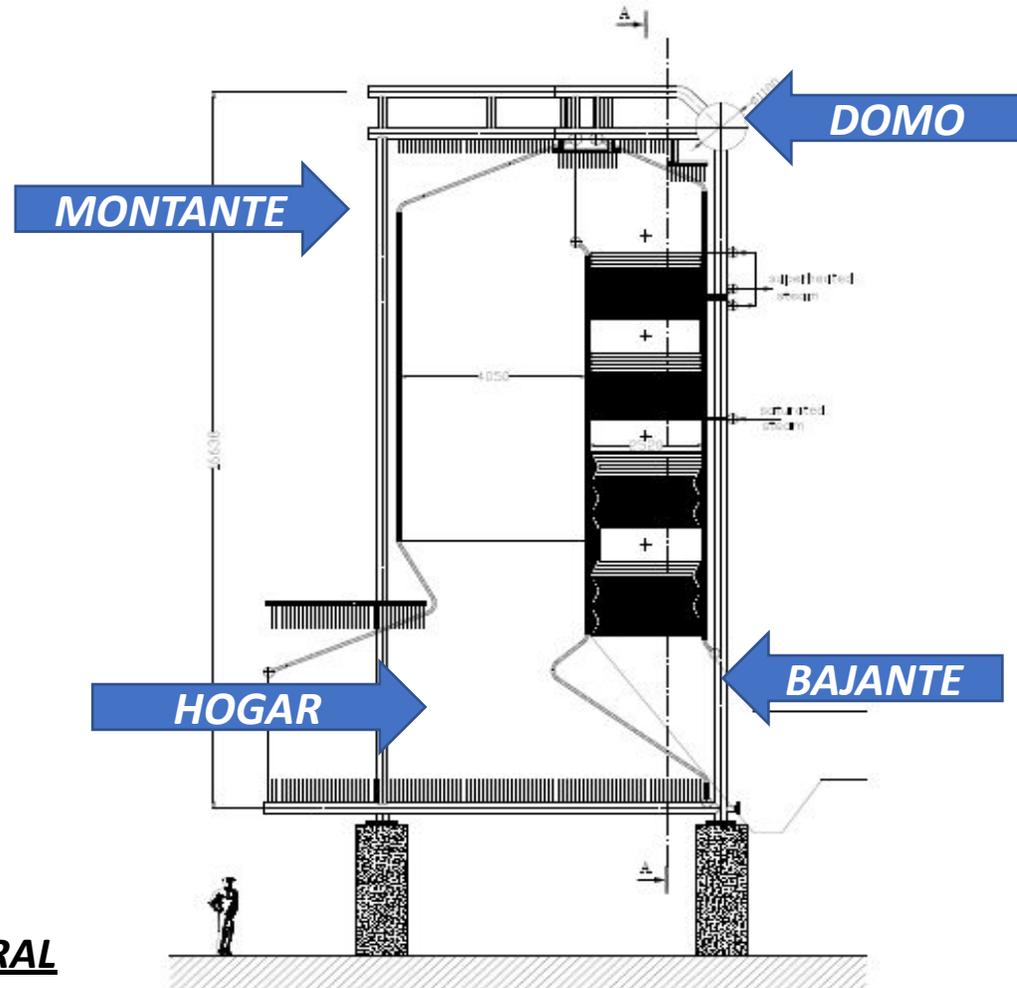
PARED MEMBRANA – TUBO Y PLANCHUELA



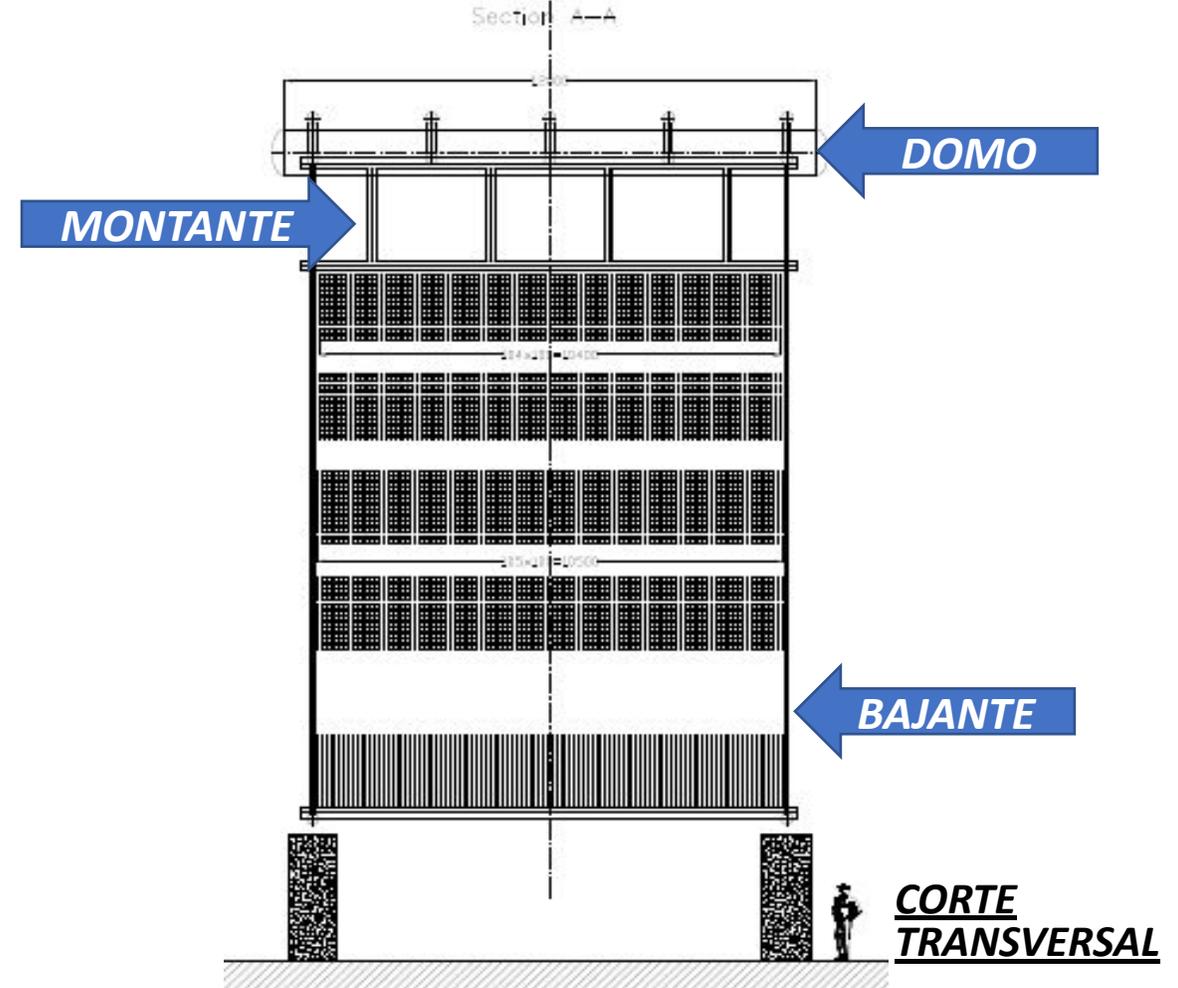
IMAGEN – MONTAJE DE PANELES
ACUO (BRK/TFU)

3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL BÁSICO – PRINCIPALES COMPONENTES



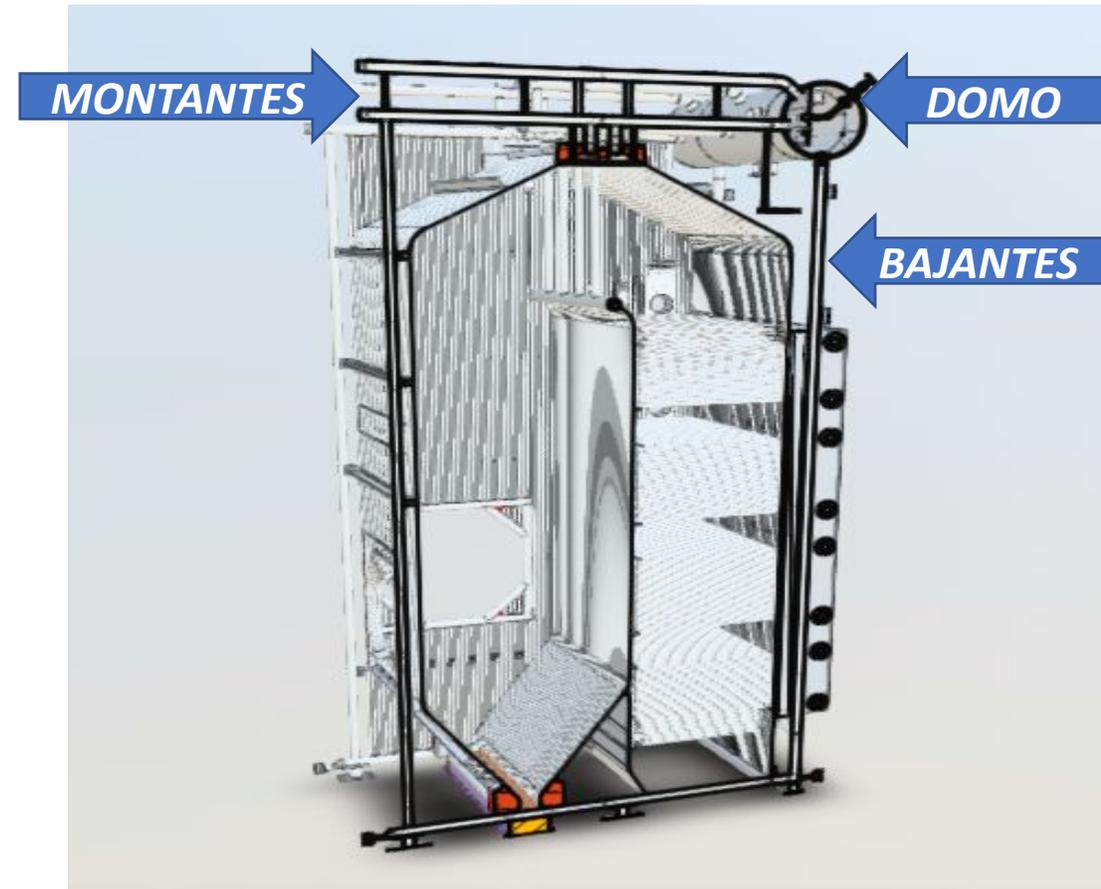
VISTA LATERAL



CORTE TRANSVERSAL

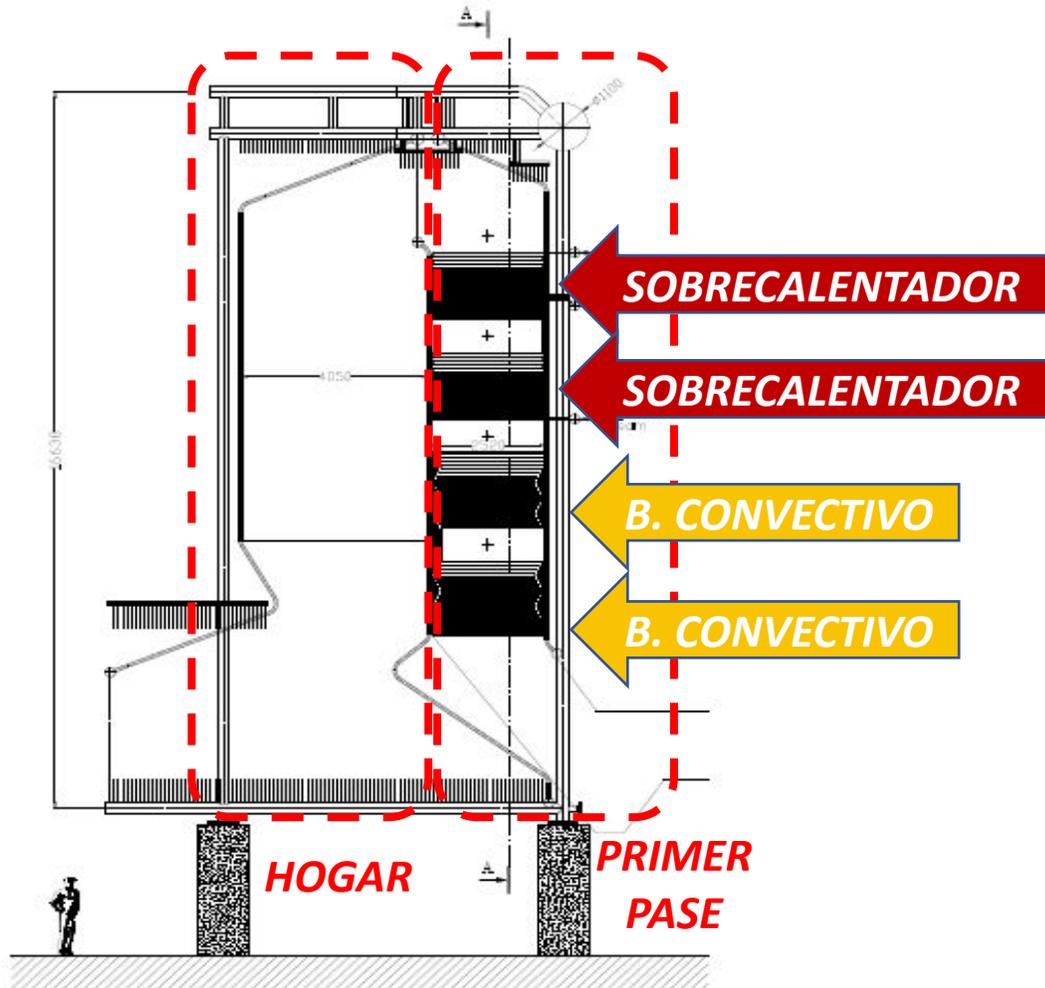
3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL BÁSICO – PRINCIPALES COMPONENTES

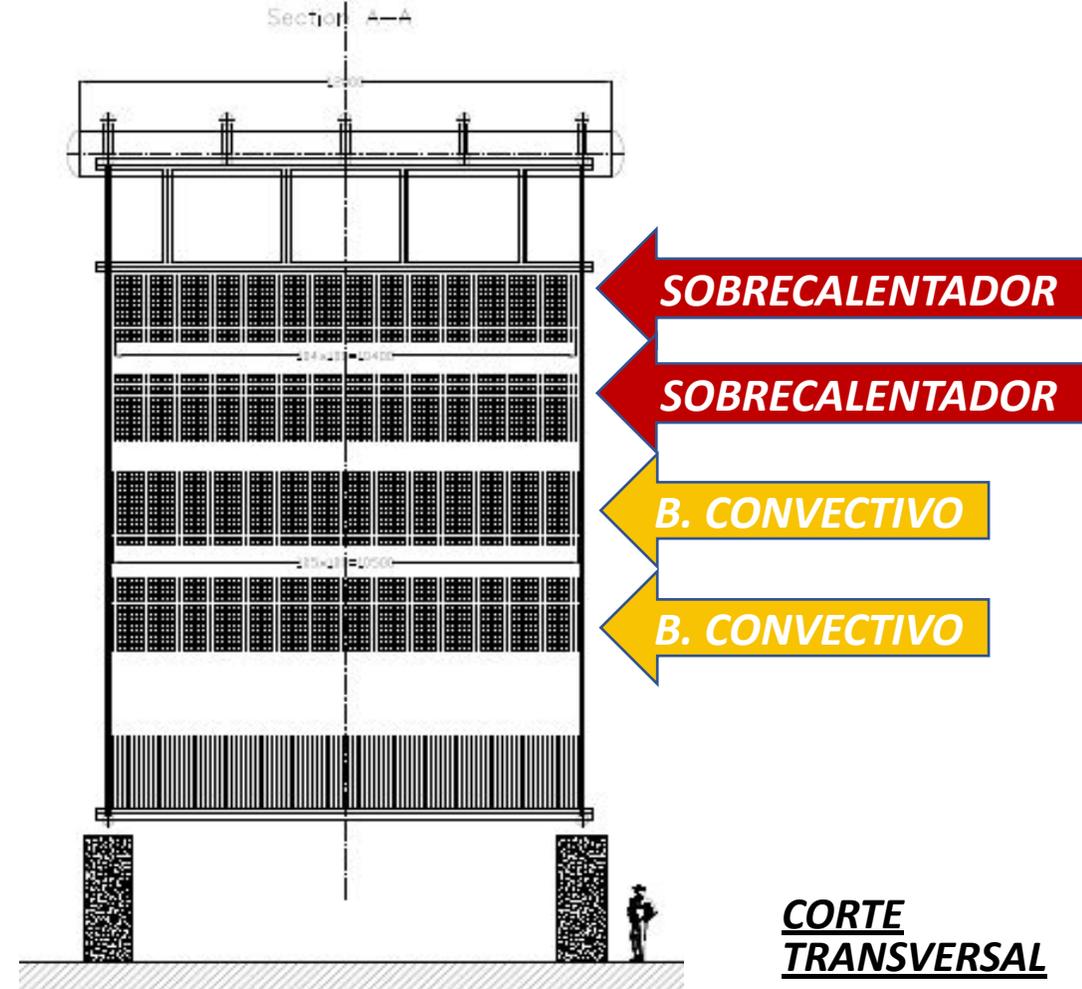


3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL BÁSICO – PRINCIPALES COMPONENTES – BANCOS DE TUBOS



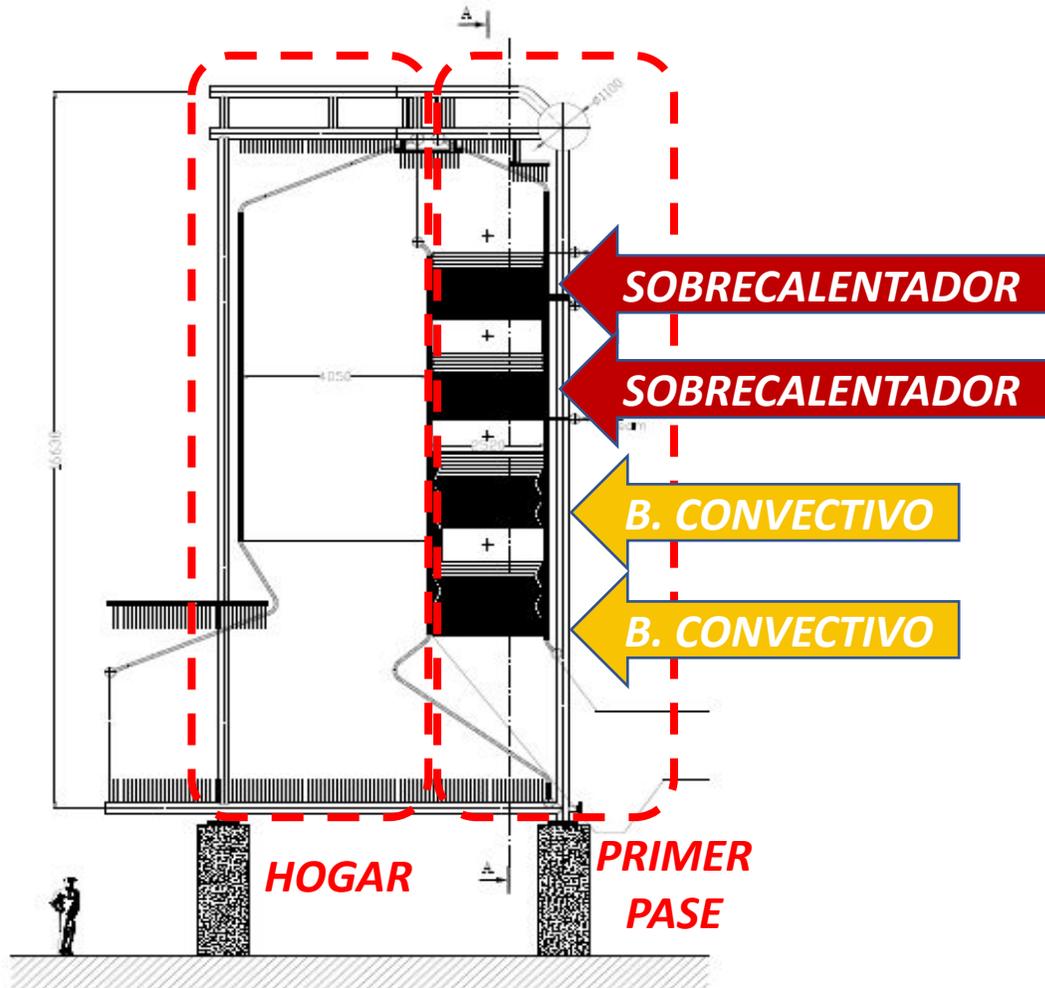
VISTA LATERAL



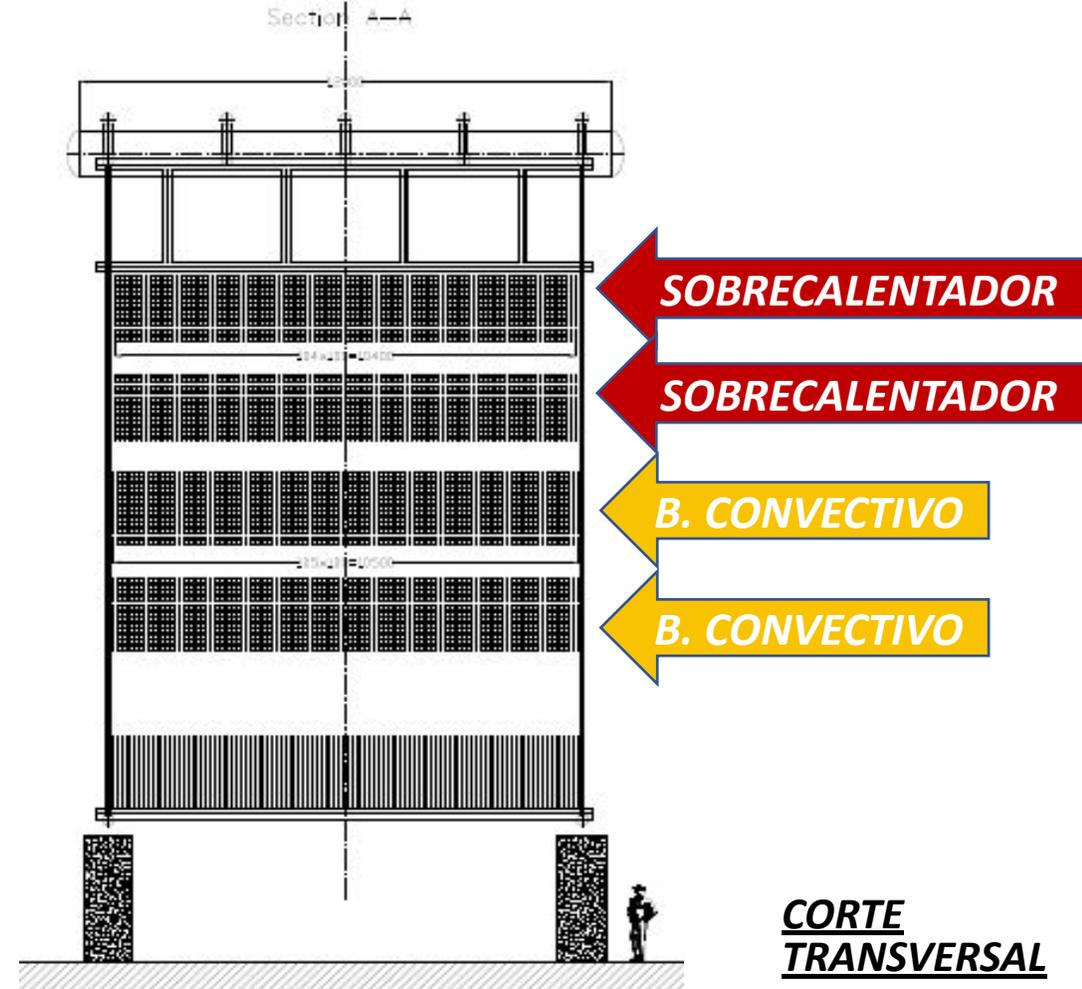
CORTE TRANSVERSAL

3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL BÁSICO – PRINCIPALES COMPONENTES – BANCO DE TUBOS



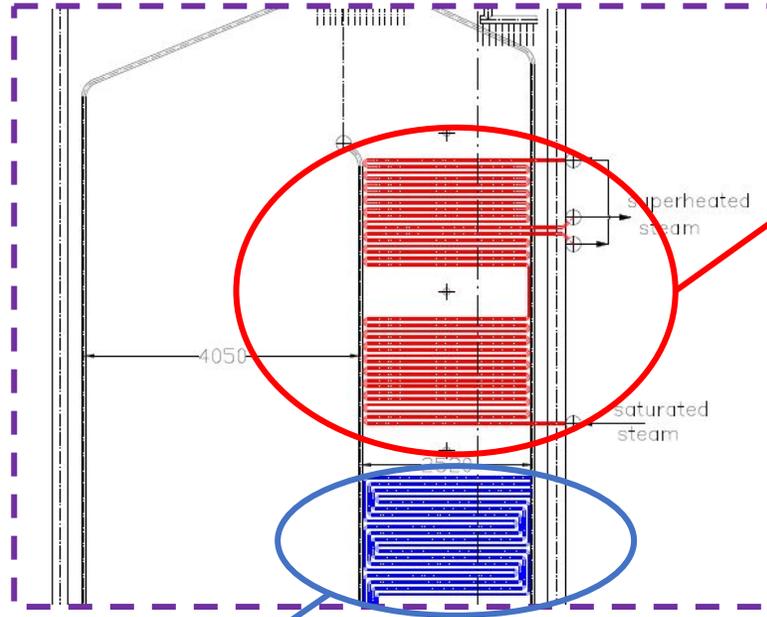
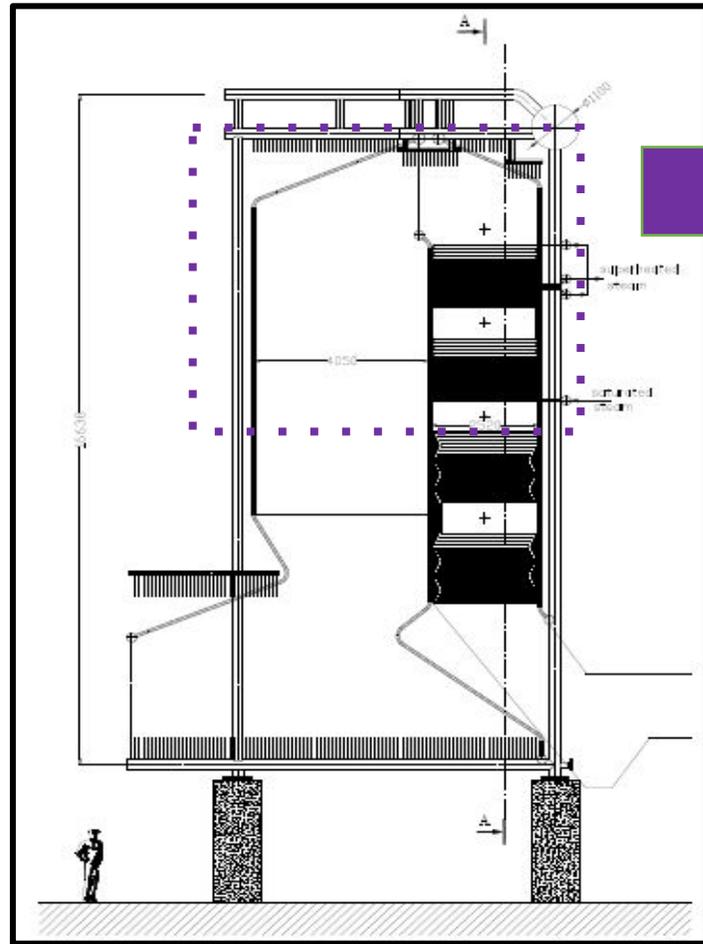
VISTA LATERAL



CORTE TRANSVERSAL

3.4 Componentes

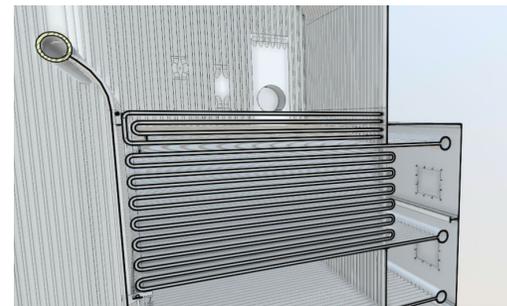
ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – BANCO CONVECTIVO + SOBRECALENTADOR



Banco de Tubos del Sobrecalentador



Tubos del Banco Convectivo



3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – ECONOMIZADOR Y PRECALENTADOR DE AIRE

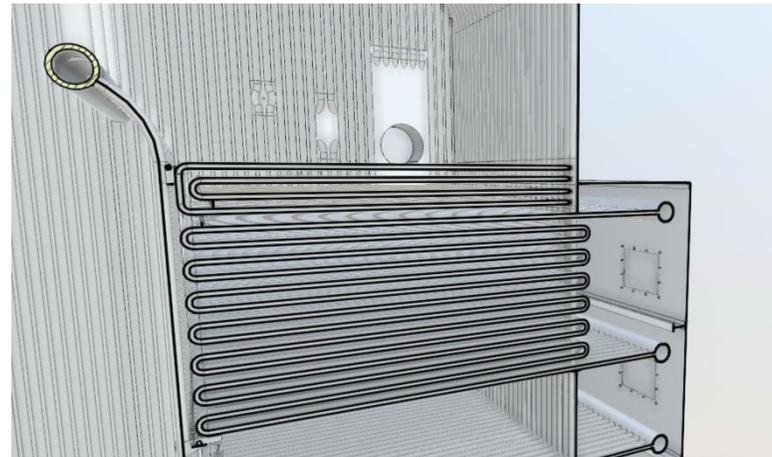
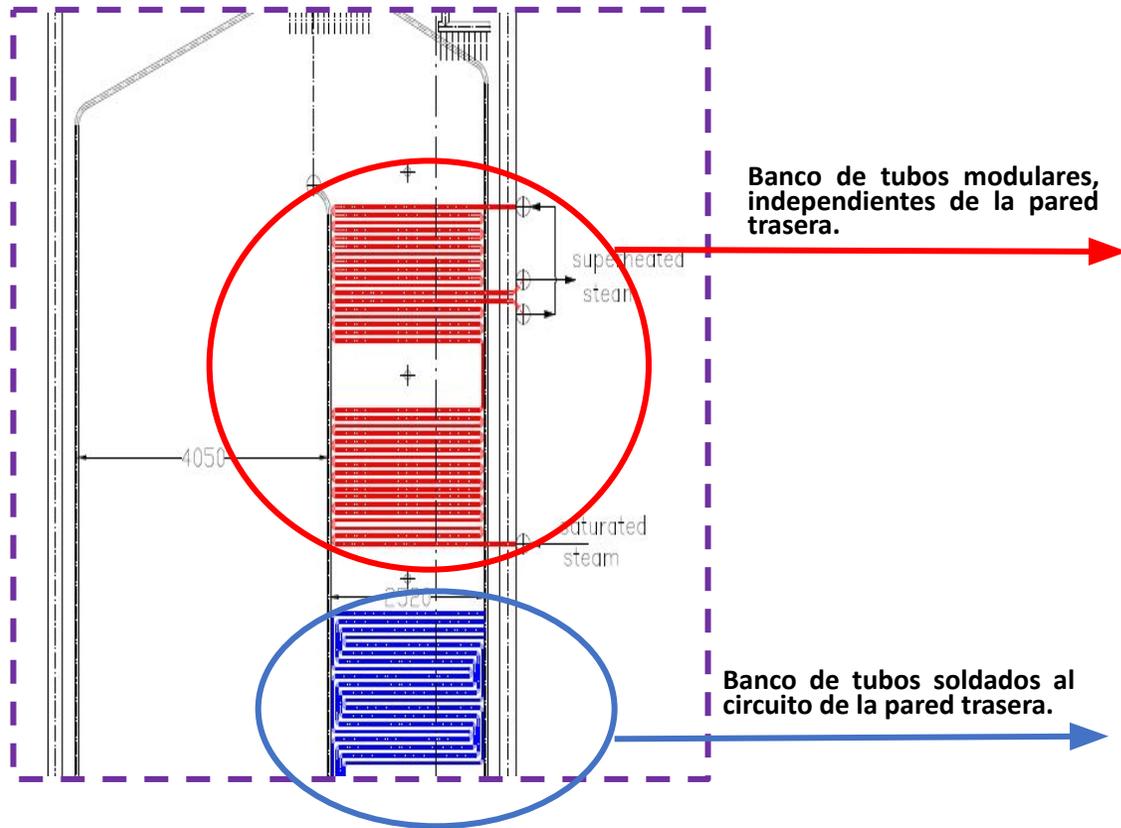
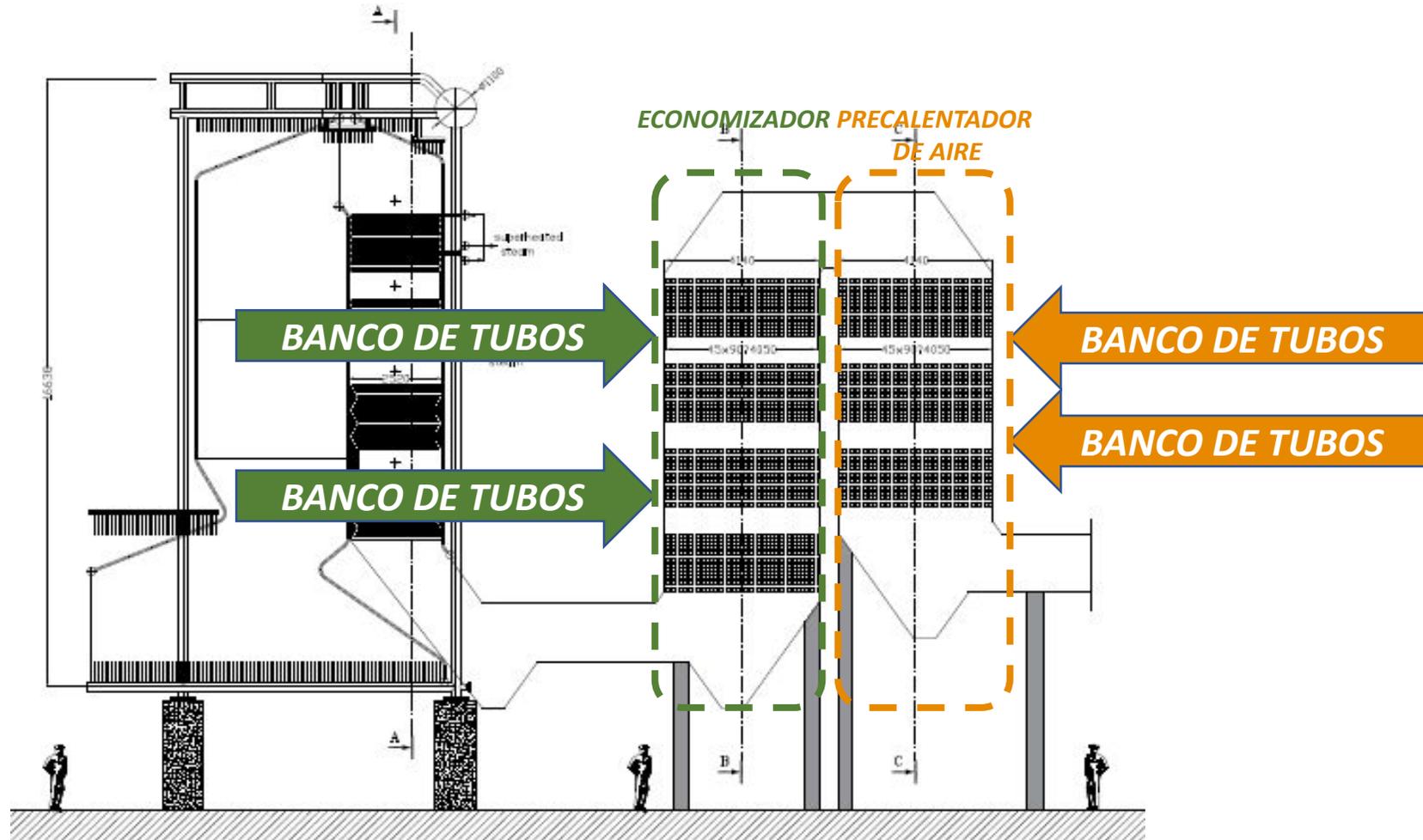


IMAGEN – BANCO CONVECTIVO DE LA IMAGENE DE ARRIBA

FOTO – BANCO CONVECTIVO DE LA IMAGENE DE ARRIBA

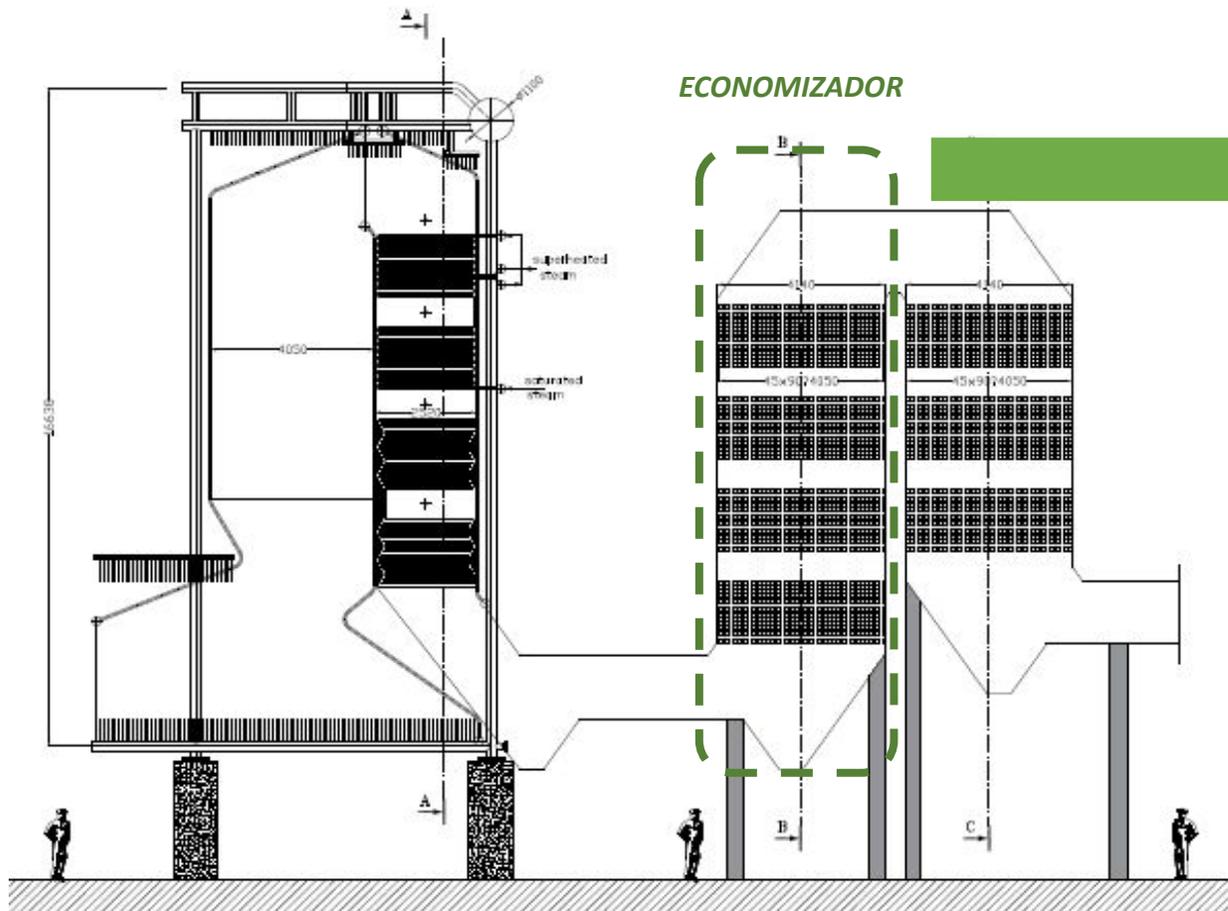
3.3 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – ECONOMIZADOR Y PRECALENTADOR DE AIRE



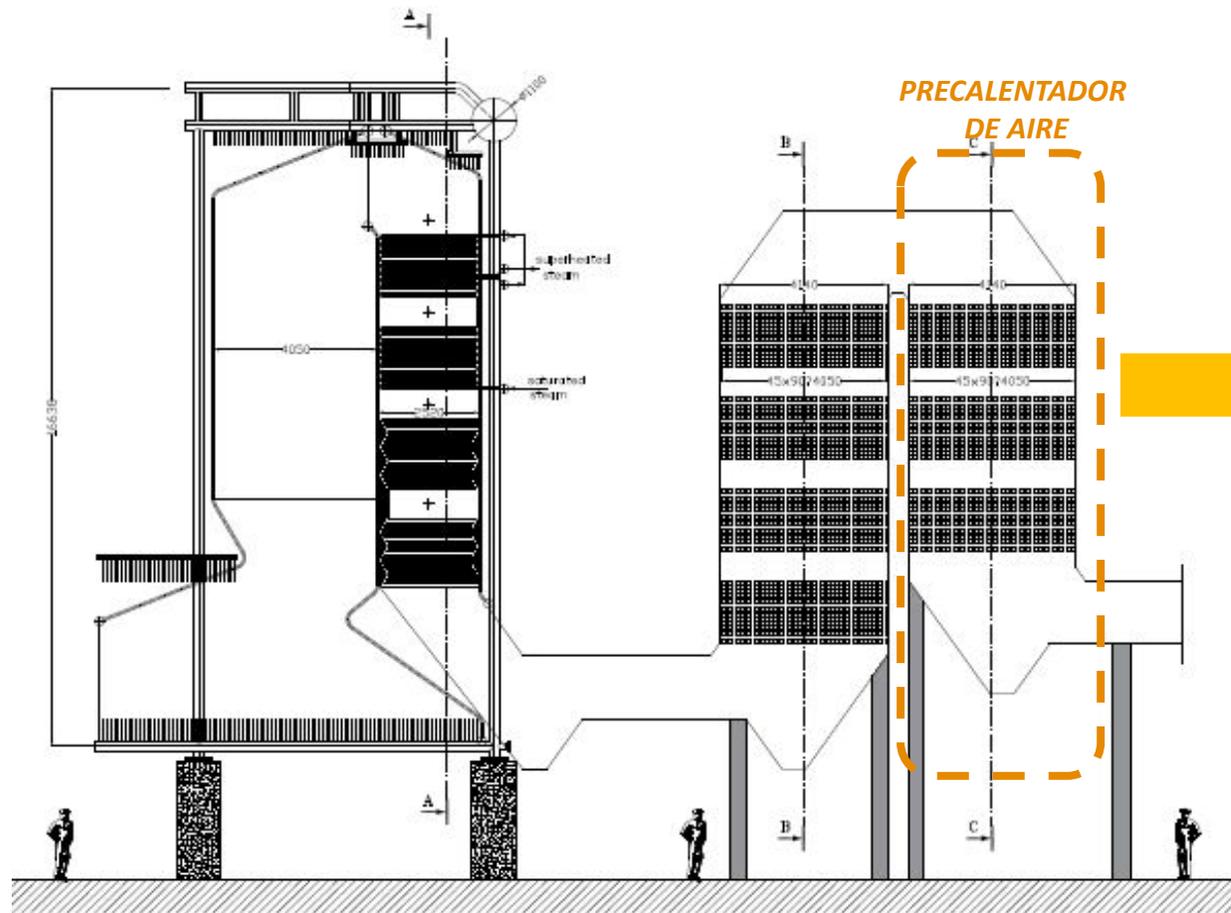
3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – ECONOMIZADOR



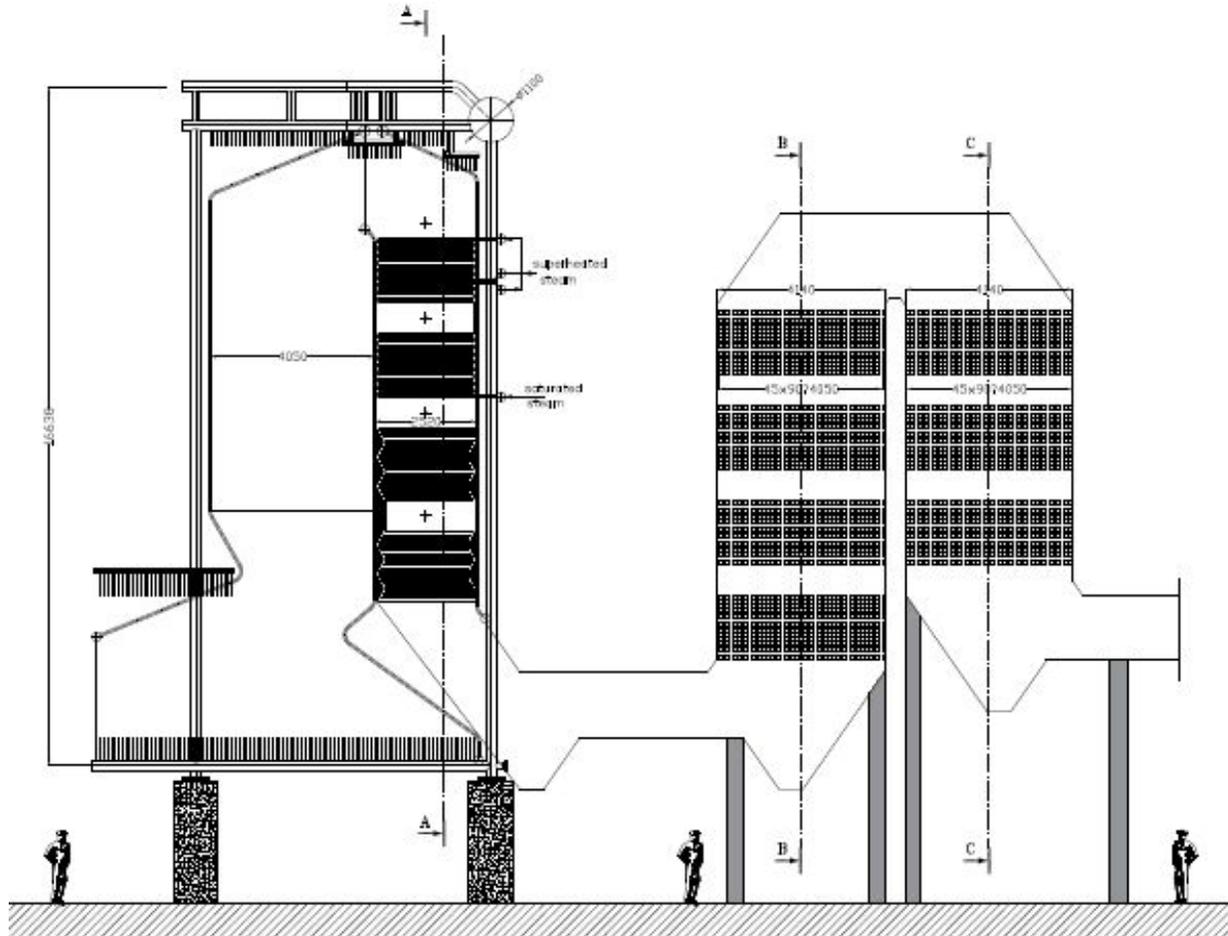
3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – PRECALENTADORES



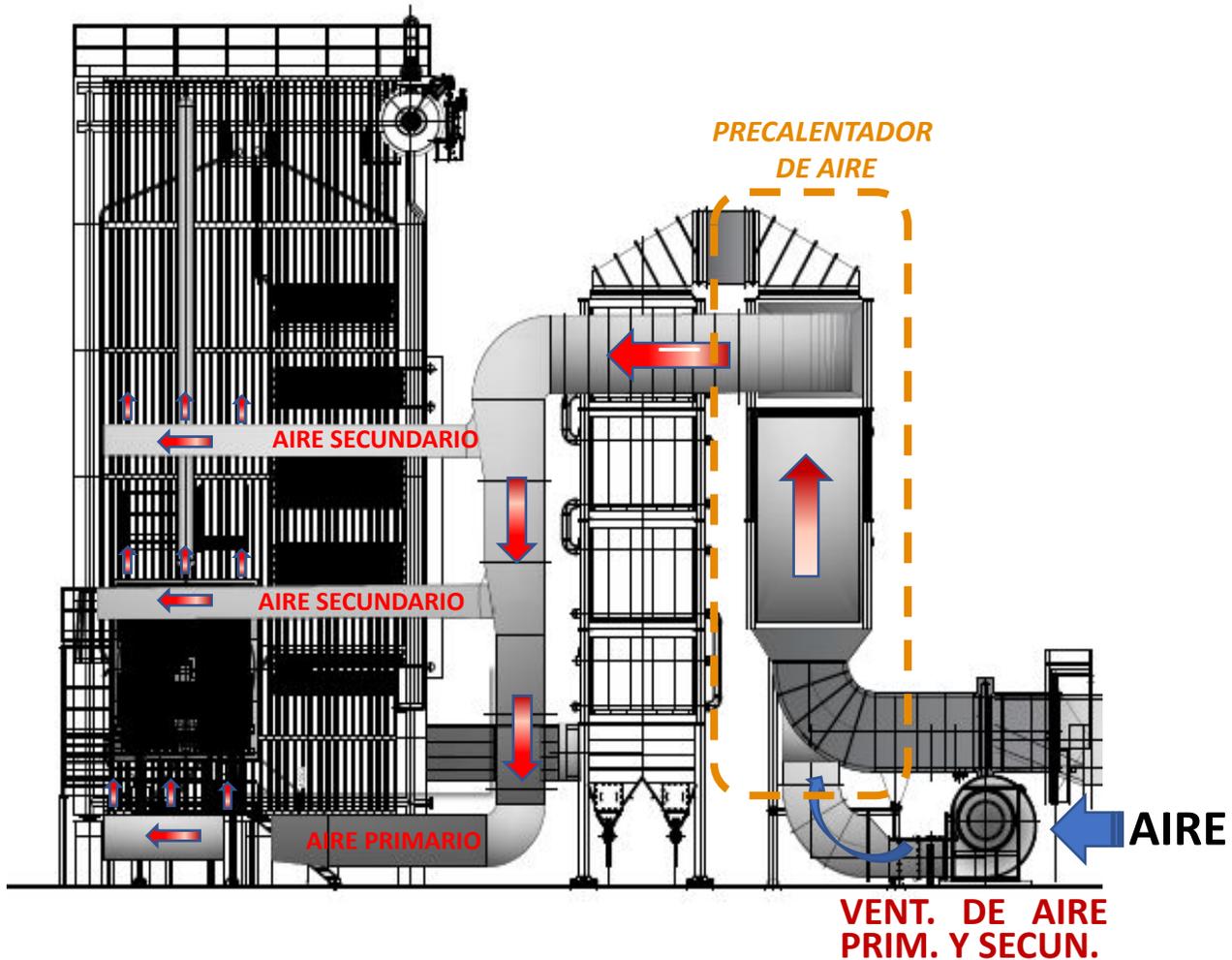
3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – PRECALENTADORES



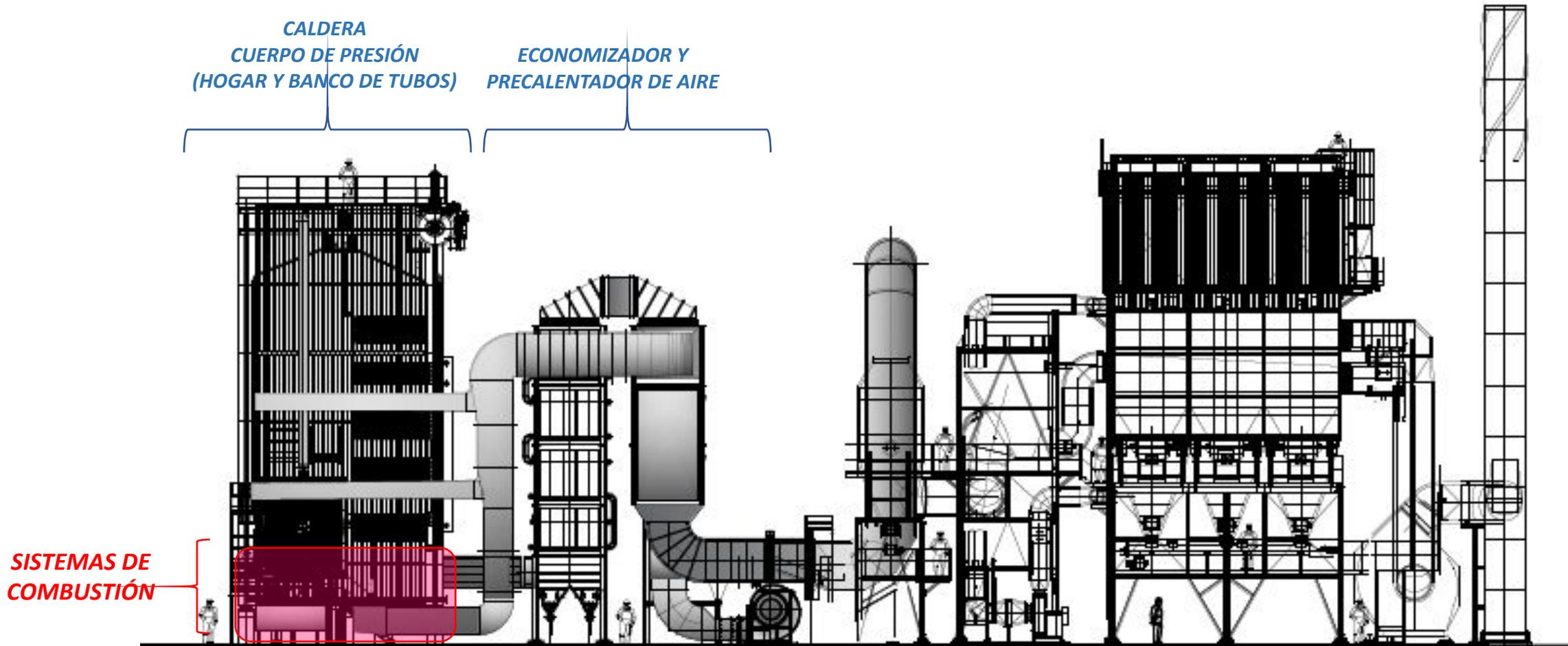
3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO



3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – SISTEMAS DE COMBUSTIÓN



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN

- *Son diversos y dependen esencialmente del combustible a utilizar.*

COMBUSTIBLES

GASEOSOS

- *Gas Natural*
- *Propano Butano.*
- *De combustión previa.*

LÍQUIDOS

- *Gas Oil.*
- *Fuel Oil.*
- *Aceites.*
- *Licores*

SÓLIDOS

- *Madera □ Rolos / Chip / Aserrín (Uy).*
- *Cáscaras □ Girasol / Arroz / Canola / Maíz.*
- *Deshechos agrícolas.*
- *Residuos o subproductos de la industria alimenticia.*

Carozos, polvos, restos de plantas, etc.

3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN

- GASEOSOS** - *Gas Natural*
- *Propano Butano.*
 - *De combustión previa.*



- *Pueden utilizarse tanto como quemadores principales como quemadores de arranque.*
- *Se montan en el hogar sobre las paredes laterales o la pared delantera.*
- *Poder Calorífico generalmente alto.*
- *Gran energía en gases=> Calderas más compactas.*
- *Gases más limpios.*



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN

LÍQUIDOS - Fuel Oil

- Gas Oil.

- Aceites / Licores.



- Pueden utilizarse tanto como quemadores principales como quemadores de arranque.
- Se montan en el hogar sobre las paredes laterales o la pared delantera.
- Poder Calorífico generalmente alto.
- Gran energía en gases=> Calderas más compactas.
- Gases más limpios.

3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN

SÓLIDOS

- Madera □ Rolos / Chip / Aserrín (Uy).
- Cáscaras □ Girasol / Arroz / Canola / Maíz.
- Deshechos agrícolas.
- Residuos o subproductos de la industria alimenticia.
Carozos, polvos, restos de plantas, etc.

- *La humedad es un factor determinante a la hora de poder desarrollar la combustión.*
- *Los tamaños del combustible serán una variable importante para definir el sistema de combustión.*
- *Poder Calorífico generalmente bajo.*
- *Baja energía en gases=> Calderas más voluminosas.*
- *Gases con incombustos y cenizas volátiles.*



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN PARA SÓLIDOS – PARRILLAS

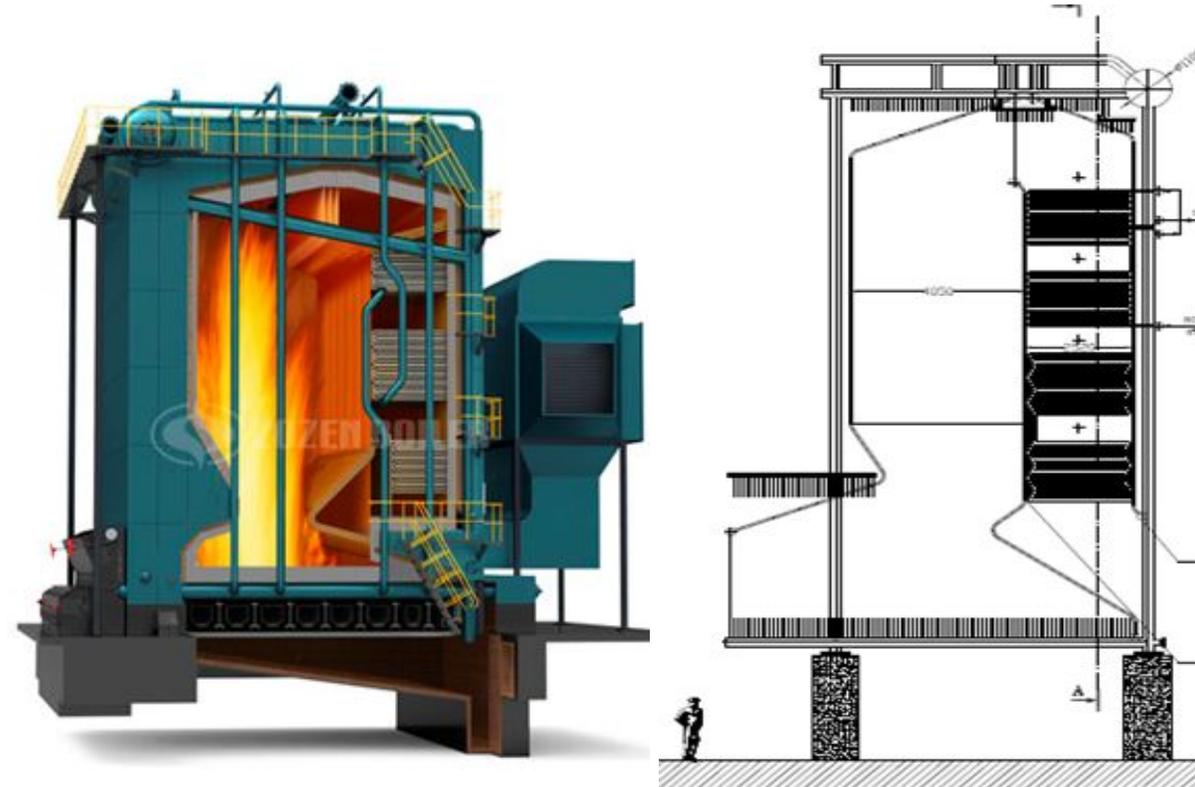
Es uno de los sistemas de combustión más utilizados principalmente por:

- 1) Admite una amplia variedad de combustibles a quemar.*
- 2) Admite un amplio rango de humedad en los combustibles.*
- 3) Relativamente fáciles de operar.*

Tipos de Parrillas:

- Fijas: Acuotubulares.
- Móviles Vibrantes.
 Reciprocantes.
 Giratoria

Refrigeradas tanto por agua como por aire.



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN PARA SÓLIDOS – PARRILLAS

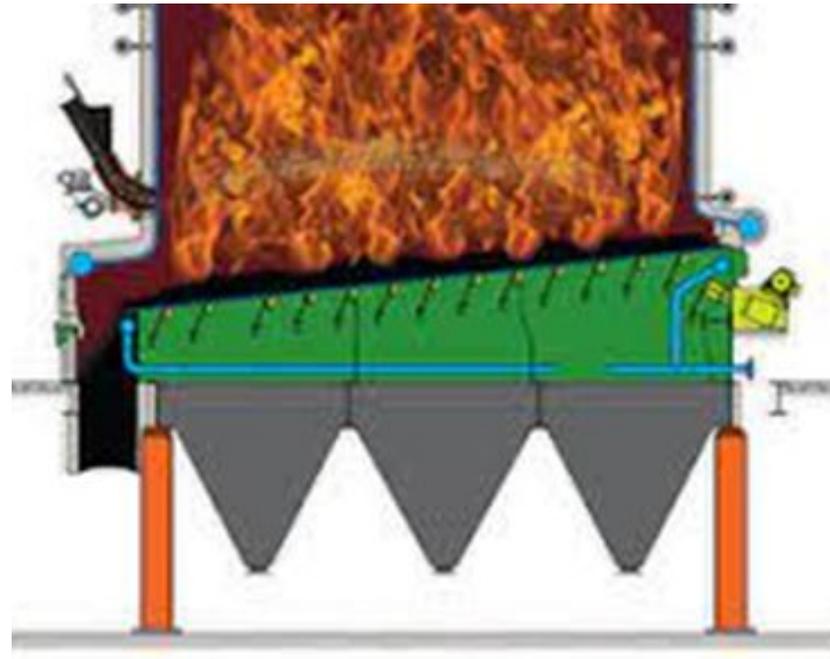
MÓVILES:

A) VIBRANTES

B) RECIPROCANTE

C) ROTATIVA

- Son parrillas conformadas por un piso del tipo acuotubular que forma partes del circuito del agua de la caldera.
- Cuentan con un dispositivo que genera el movimiento de vibración.
- El combustible debe ser relativamente “fino”, de baja humedad y es “soplado” sobre la parrilla.



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN PARA SÓLIDOS – PARRILLAS

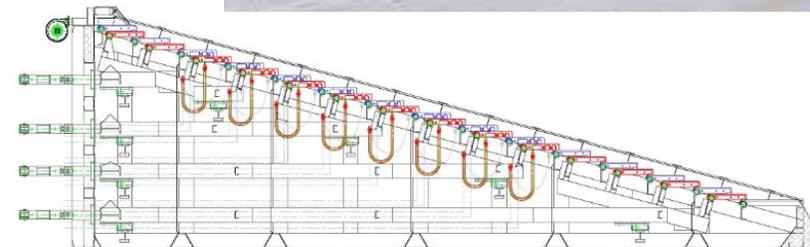
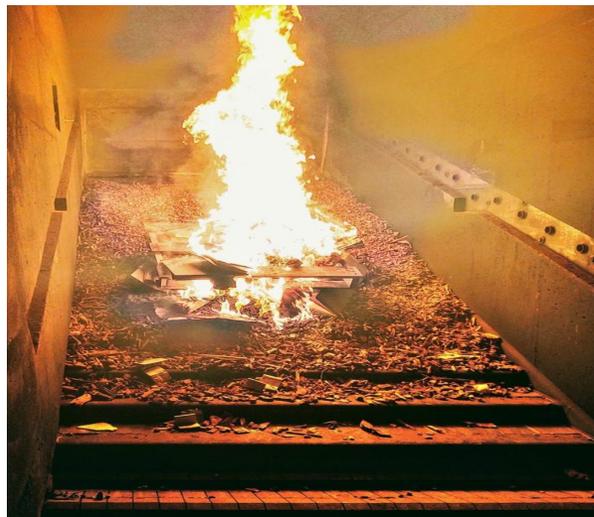
MÓVILES:

- *De movimiento recíprocante, secuencial .*
- *Cuentan con una central hidráulica y pistones para el movimiento.*
- *El combustible puede ser de grandes dimensiones y de humedades relativamente altas.*

A) VIBRANTES

B) RECIPROCANTE

C) ROTATIVA



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN PARA SÓLIDOS – PARRILLAS

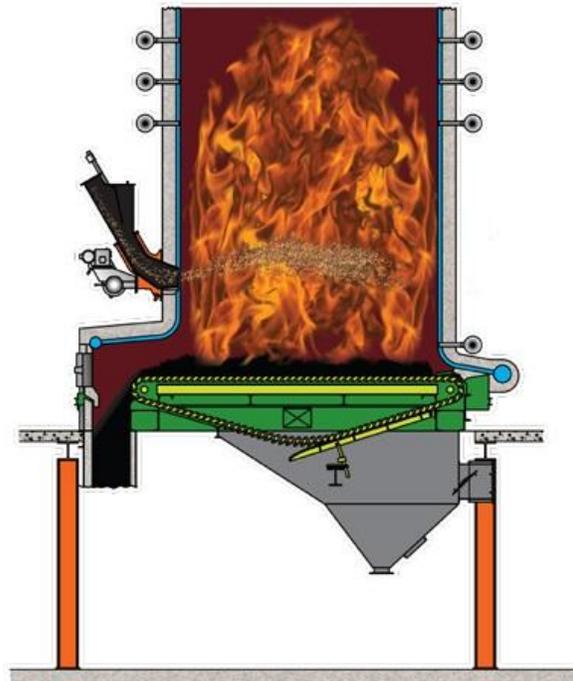
MÓVILES:

- *De movimiento recíprocante, secuencial .*
- *Cuentan con una central hidráulica y pistones para el movimiento.*
- *El combustible puede ser de grandes dimensiones y de humedades relativamente altas.*

A) VIBRANTES

B) RECIPROCANTE

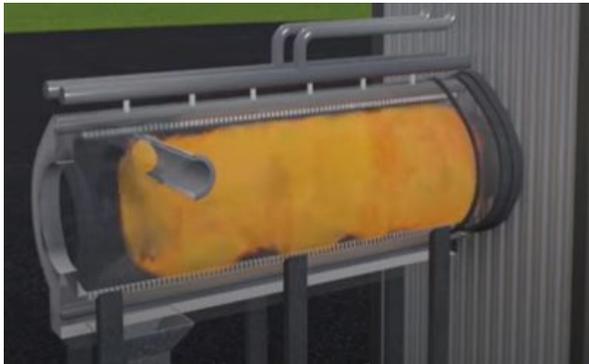
C) ROTATIVA



3.4 Componentes

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN PARA SÓLIDOS – INYECCIÓN TORSIONAL

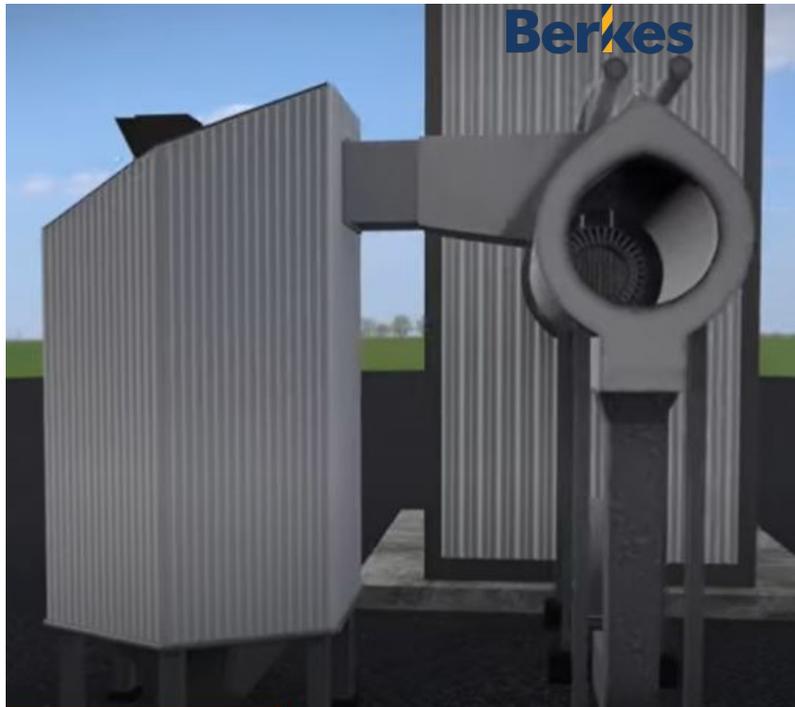
- Utilizada para combustible finos y de baja humedad que pueden transportarse en suspensión.
- Cuentan con un ventilador de inyección de aire que presuriza y genera la torsionalidad en la cámara.
- Rápidos encendidos y apagados – control de carga de mayor precisión.
- Puede ser acuotubular y formar parte del circuito de agua – vapor o puede ser seca con refractario.



3.4 Componentes

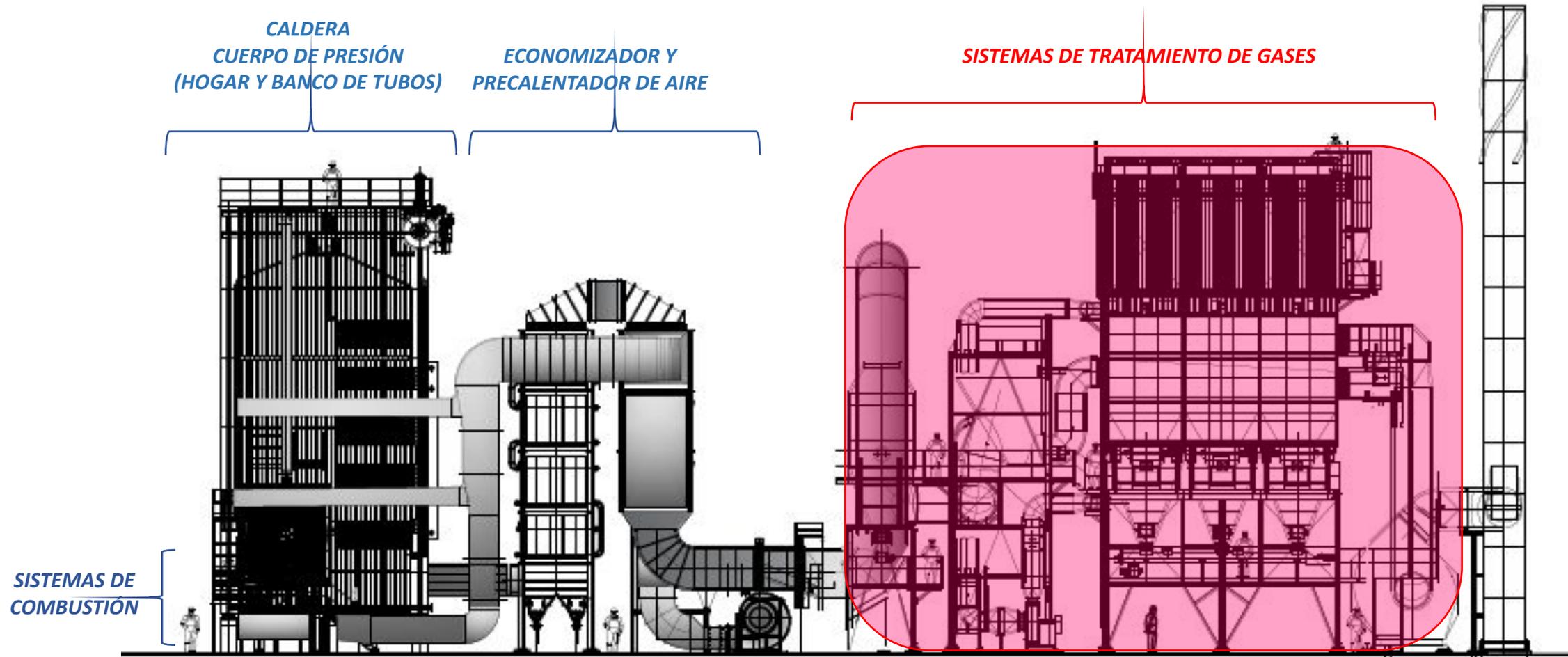
SISTEMAS DE COMBUSTIÓN DE SÓLIDOS – GASIFICACIÓN

- *Utiliza la pirolisis como parte del proceso del sistema de combustión. Posteriormente el syngas se quema en una Cámara Tor.*
- *Proceso en 2 etapas. Alta eficiencia, se logran un muy buena calidad de combustión, más difíciles de operar.*
- *Se puede utilizar con biomasa de varios tamaños pero de humedades relativamente bajas.*



3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES – AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO



3.4 Componentes

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE GASES

- Son diversos.
- Dependen principalmente del tipo de combustible a utilizar.
- Dependen también del sistema de combustión utilizado.
- Hay que asegurar una calidad mínima de aire (DINAMA)



Propuesta Técnica
Reglamento de calidad del aire
Febrero 2020

Tabla 3. Estándares de emisión para unidades de combustión

Unidad de combustión (Potencia térmica) ⁽¹⁾	Combustible ⁽²⁾	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x como NO ₂ (mg/Nm ³)	MP (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	Oxígeno Seco(%)
>40 MW	Gas	-	400	-	-	3
	Líquido	1700	600	50	-	3
	Sólido	1400	900	50	-	6
≥12 MW y <40 MW	Gas	-	400	-	-	3
	Líquido	5100	600	250	-	3
	Sólido	4250	900	250	1500	6
≥5 MW y <12 MW	Gas	-	400	-	-	3
	Líquido	5100	600	350	-	3
	Sólido	4250	900	350	2000	6
<5 MW con combustibles alternativos	Líquido	5100	600	350	-	3
	Sólido	4250	900	350	2000	6
TURBINAS	Gas natural	-	100	-	-	15
	Líquido	80	150	50	-	15
MOTORES	Gas natural	-	200 ⁽³⁾	-	-	15
			400 ⁽⁴⁾			
	Líquido	600	1850 ⁽⁵⁾	50	-	15
			2000			

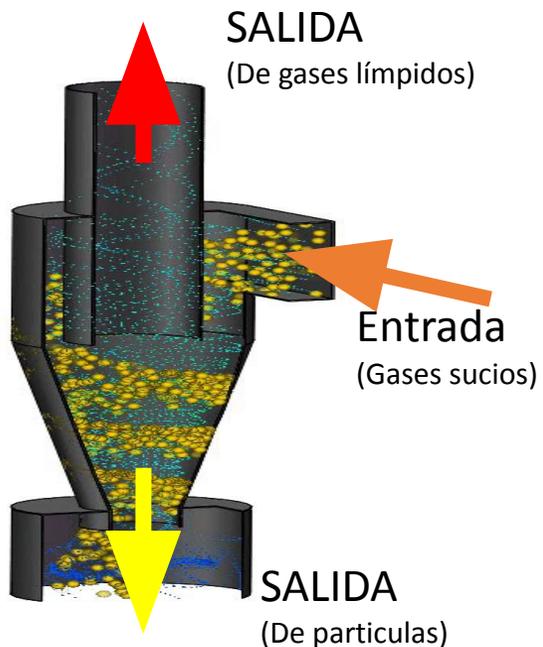


3.4 Componentes

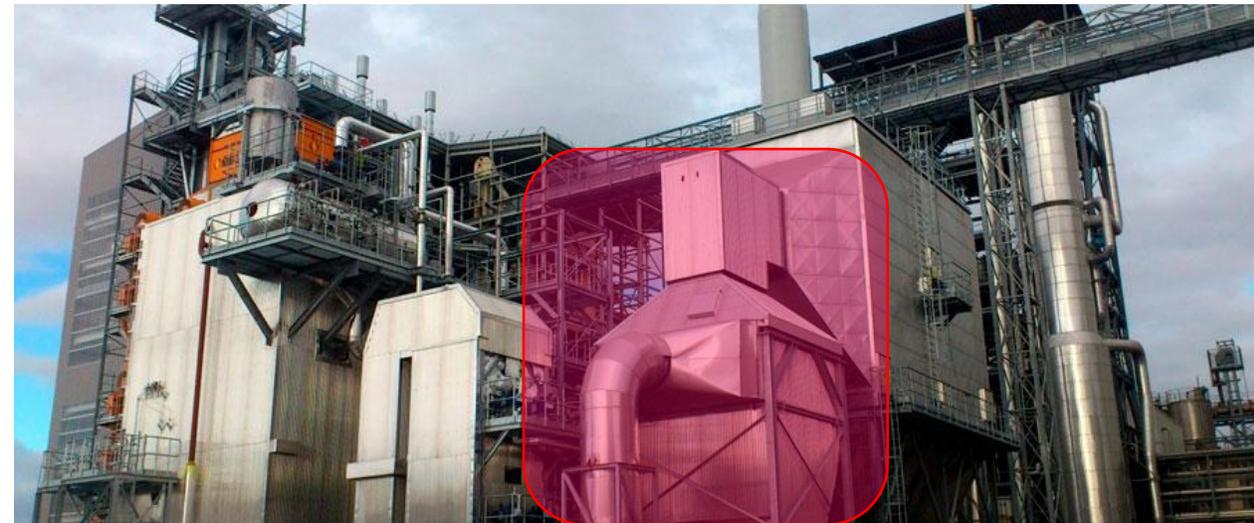
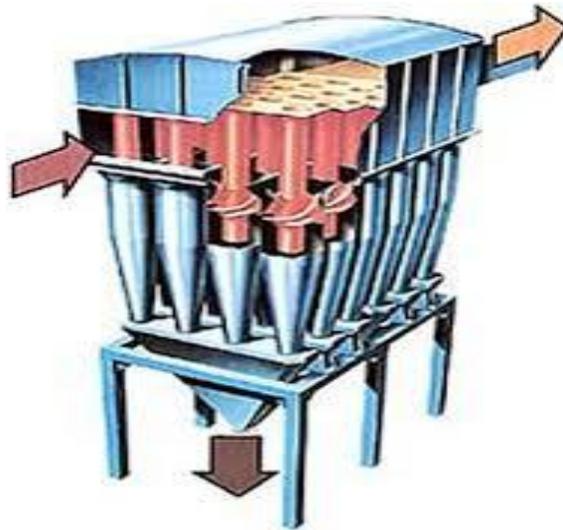
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE GASES - CICLONES

- Por medio de la aceleración de los humos y generando un movimiento ciclónico, las partículas que viajan en los humos caen por gravedad.
- Es de los primeros equipos de filtración que enfrentan los humos "limpieza gruesa".

MONOCICLÓN



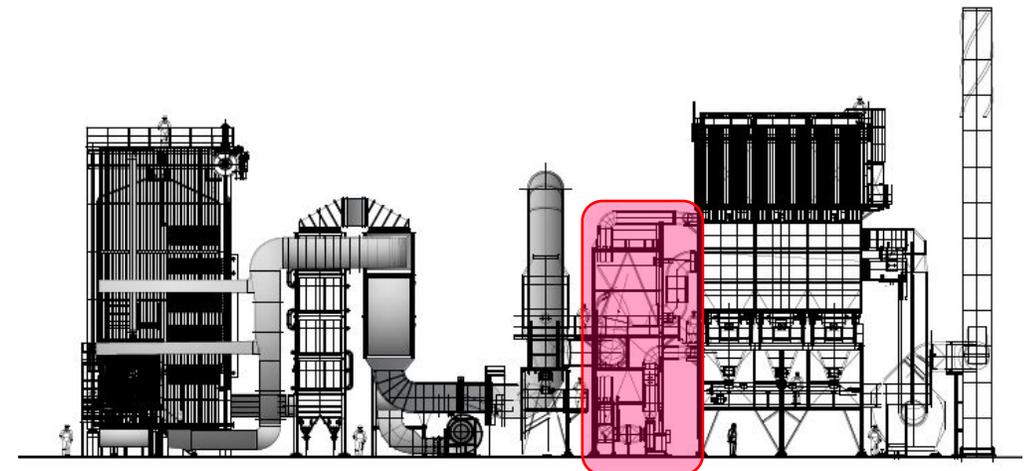
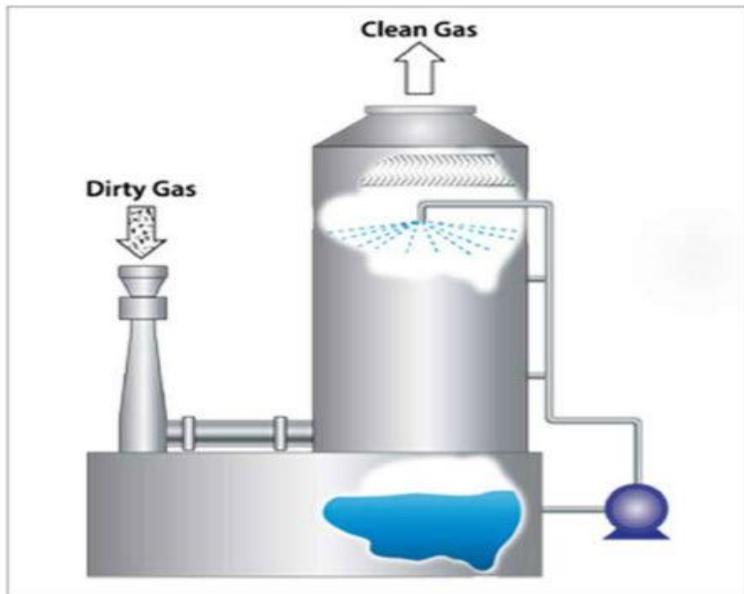
MULTICICLÓN



3.4 Componentes

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE GASES - LAVADO QUÍMICO DE GASES – WET SCRUBBERS

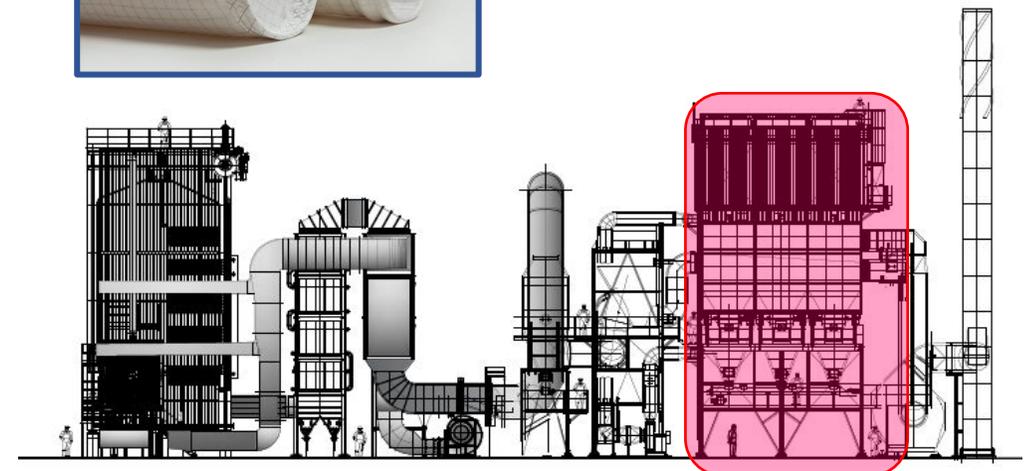
- Se genera un “lavado” de los gases de salida de caldera inyectando productos químicos diluidos en agua y pulverizándolos en la corriente de los gases.
- Se utilizan inyectando productos como el Carbón activado y otros derivados de la Cal pudiendo extraer Dioxinas, Furanos y metales pesados de los humos. De uso en casos particulares.



3.4 Componentes

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE GASES – FILTROS DE MANGAS

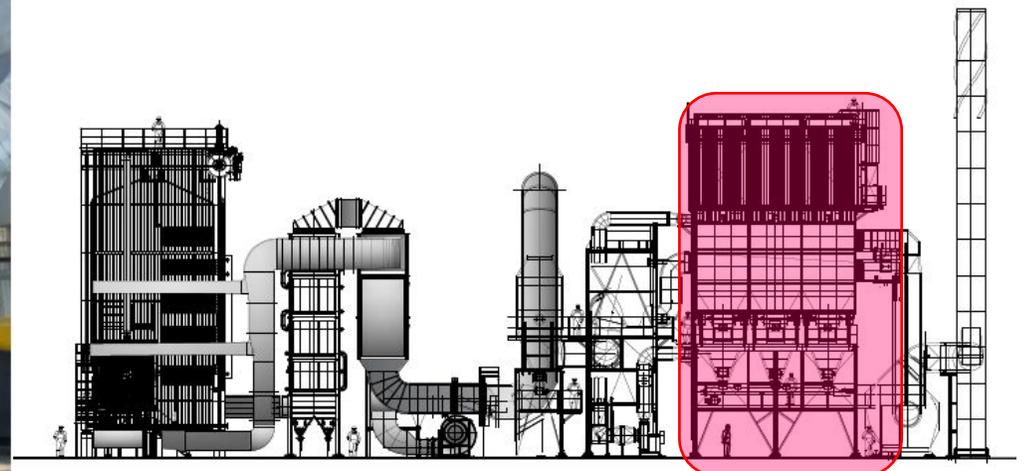
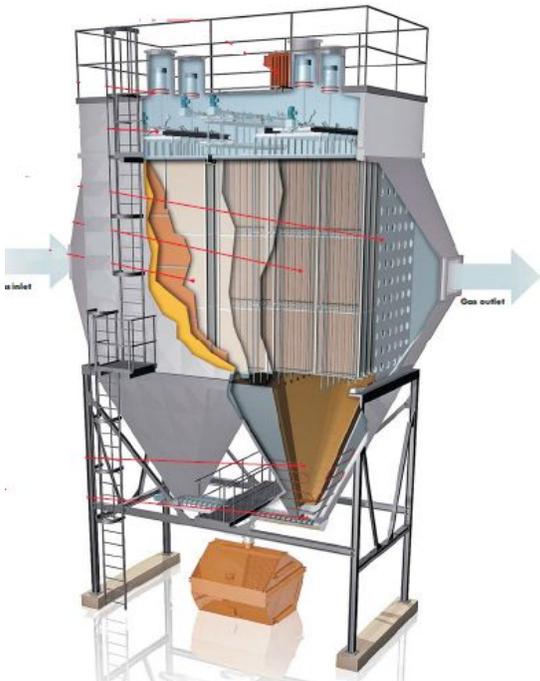
- *Se utilizan como elemento final de depuración de gases, luego del resto del equipamiento.*
- *Retira casi totalmente el material particulado al pasar los humos sus mangas microperforadas.*
- *Es autolimpiante con válvulas de aire comprimido ubicadas la parte superior de cada manga.*



3.4 Componentes

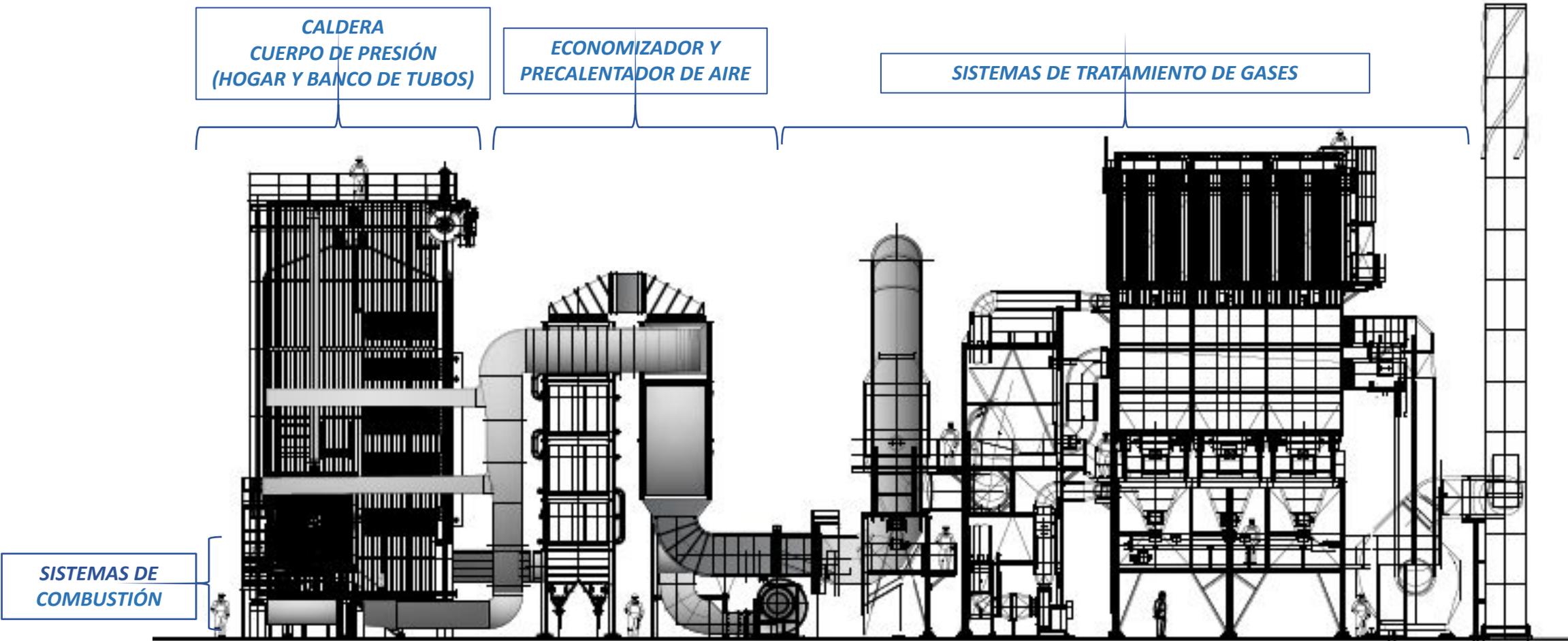
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE GASES – PRECIPITADORES ELECTROSTÁTICOS (ESP)

- *Se utilizan como elemento final de depuración de gases, luego del resto del equipamiento.*
- *Retira casi totalmente el material particulado por medio de placas cargadas eléctricamente.*
- *Es autolimpiante desconectando y reconectando eléctricamente las placas.*



3.4 Componentes

ARREGLO GENERAL – PRINCIPALES COMPONENTES



3.4 Componentes

EQUIPOS PERIFÉRICOS

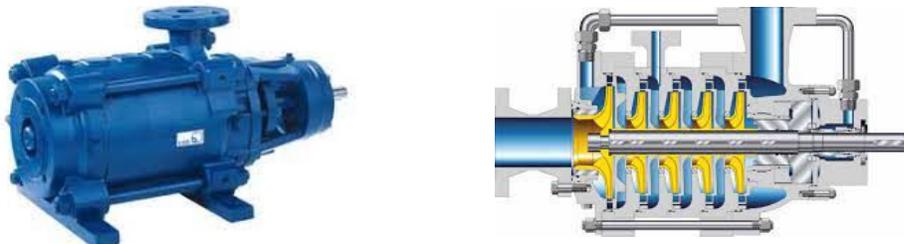
VENTILADORES



SOPLADORES



BOMBAS



DUCTOS Y AISLACIONES



3.4 Componentes

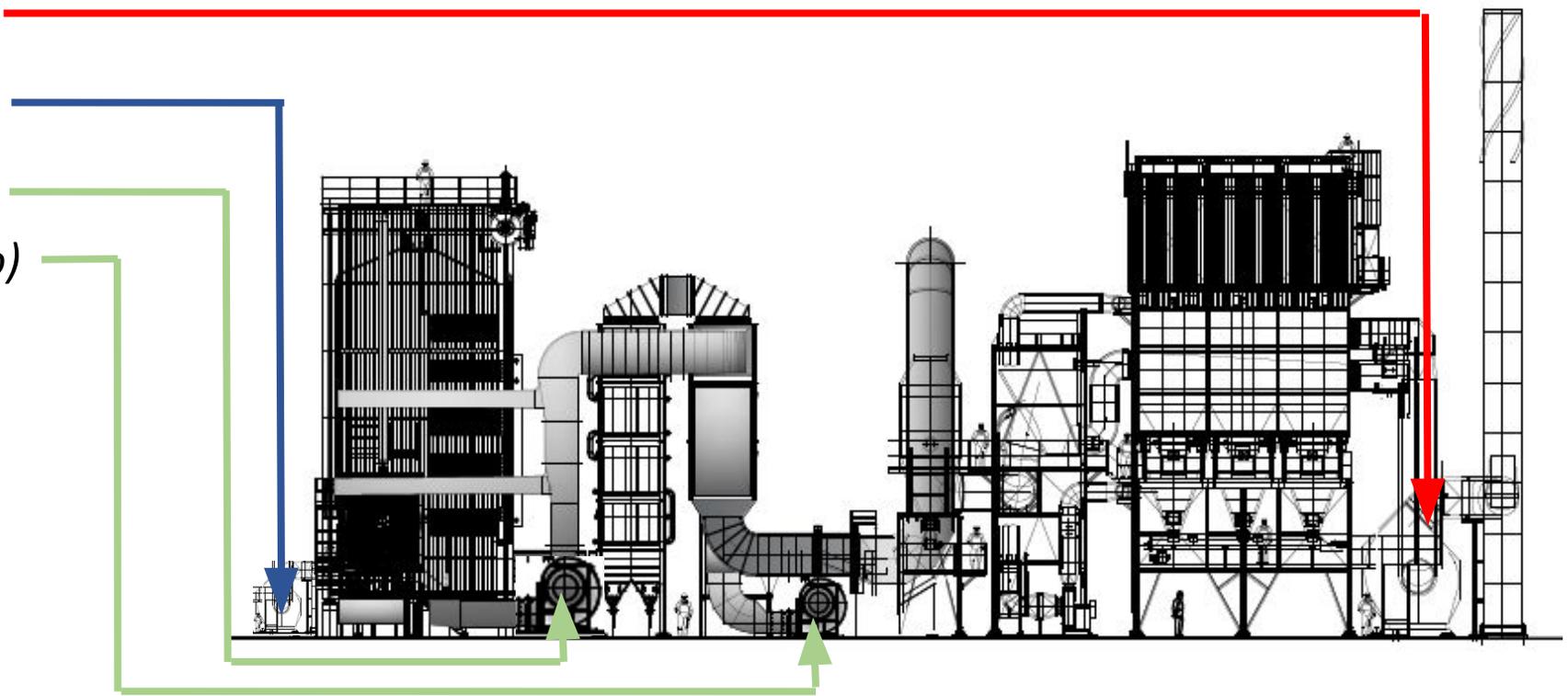
EQUIPOS PERIFÉRICOS - VENTILADORES

- VTI (Ventilador de Tiro Inducido)

- VTF (Ventilador de Tiro Forzado)

- VP (Ventilador de Aire Primario)

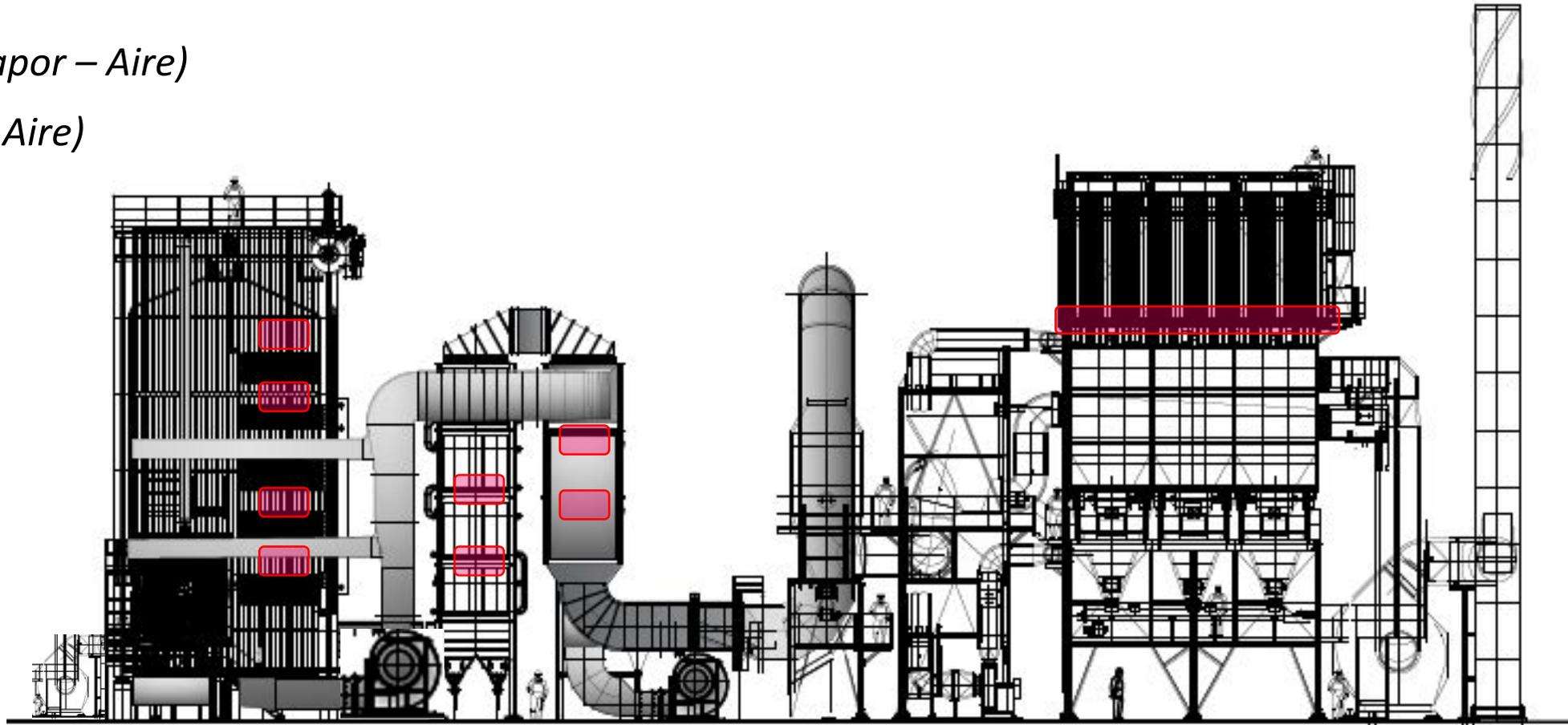
- VS (Ventilador de Aire Secundario)



3.4 Componentes

EQUIPOS PERIFÉRICOS - SOPLADORES

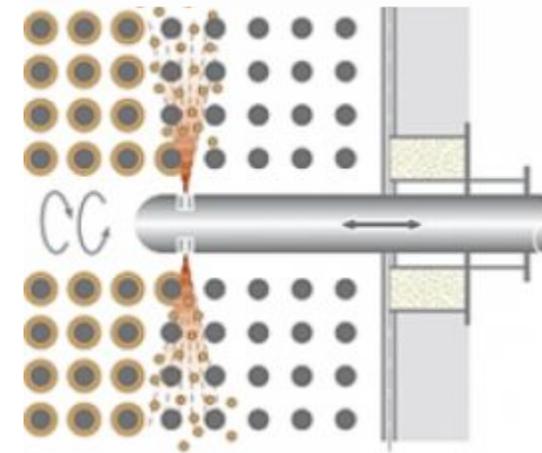
- Retráctiles (Vapor – Aire)
- Fijos (Vapor – Aire)



3.4 Componentes

EQUIPOS PERIFÉRICOS - SOPLADORES

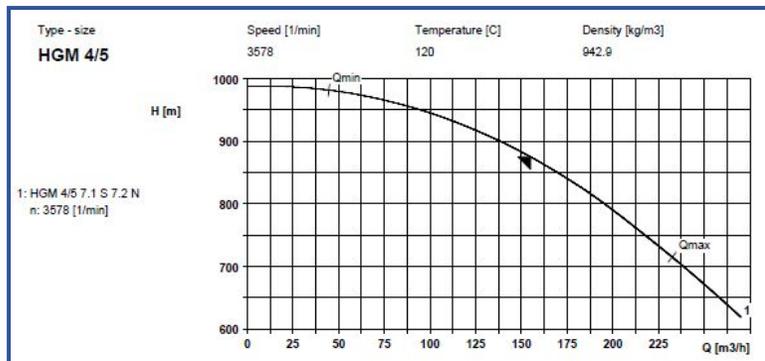
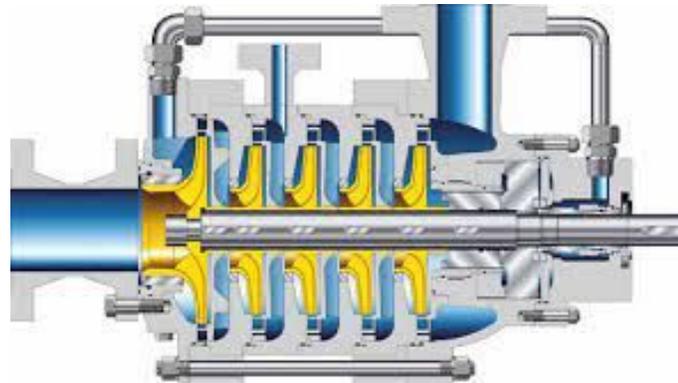
- *Retráctiles (Vapor – Aire) – Limpieza de bancos de altas temperaturas. (Caldera)*
- *Fijos (Vapor – Aire) – Limpieza de bancos de bajas temperaturas. (Eco. – Preca)*



3.4 Componentes

EQUIPOS PERIFÉRICOS - BOMBAS

- Por lo general : Centrífugas / Multietapa.
- Relación: Caudal (bajo) / Presión (alta).
- Para uso con altas temperaturas.
- Atención por cavitación - ($T > 100^{\circ}\text{C}$).
- 2 Unidades (una de respaldo).
- Una de las bombas con energía alternativa.



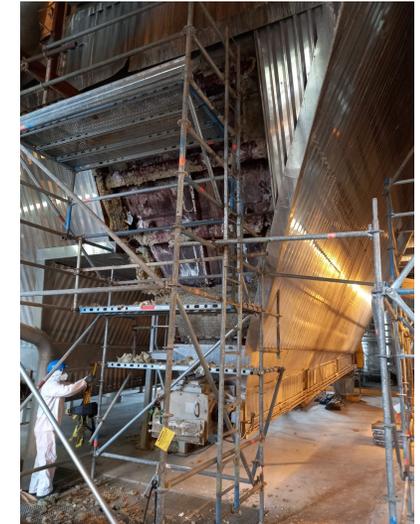
3.4 Componentes

EQUIPOS PERIFÉRICOS – DUCTOS, AISLACIONES Y REFRACTARIOS

Aislación Térmica

Utilizada para no perder energía así como para evitar condensaciones no deseadas.

- Los ductos son por lo general de acero al carbono soldados.
- Los ductos de gases y caldera se aísla con lana de roca y se forra con chapa galvanizada o de aluminio.
- Los ductos de aire precalentado también se aísla térmicamente y se forra con chapa galvanizada o aluminio.
- Los ductos de aire sin precalentamiento no son aislados.



Refractarios

Utilizados para preservar superficies ante altas temperaturas de exposición.

- Los elementos refractarios son utilizados en zonas expuesta a la radiación, como ser en el hogar de la Caldera.
- Los elementos refractarios son utilizados en zonas expuesta a la radiación, como ser en el hogar de la Caldera.

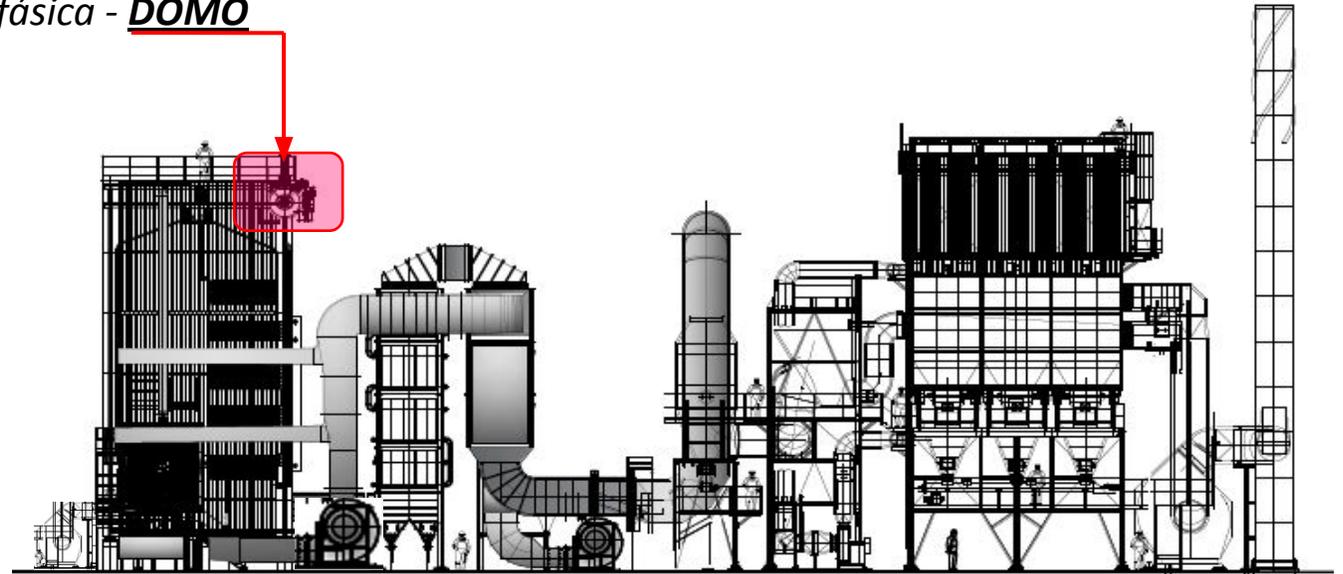


3.5 Seguridad

SEGURIDADES DE CALDERA

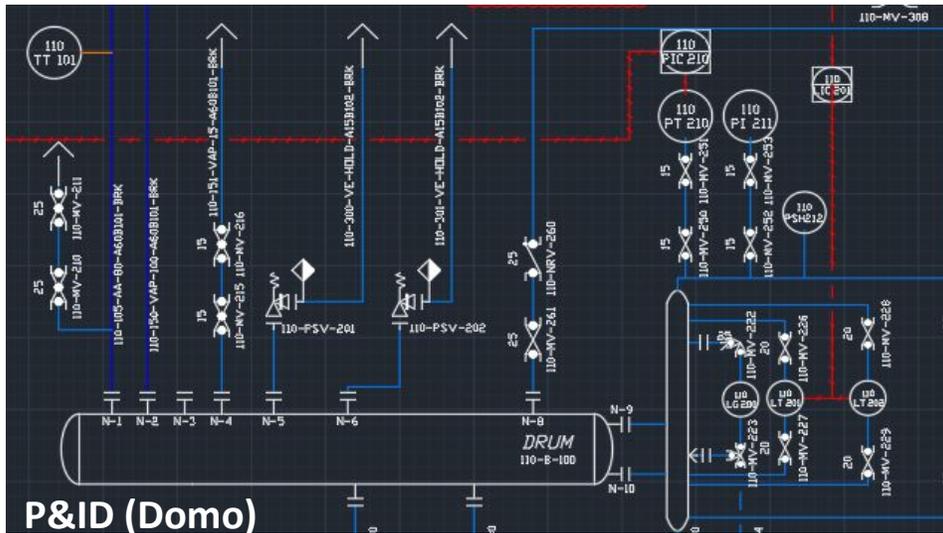
Los principales elementos de control de seguridad de la caldera, se dan en el mismo lugar y con los mismos elementos que en las Caldera Humotubulares. Estos se encuentran en la zona bifásica - **DOMO**

- **Válvulas de Seguridad**
- **Sensor de nivel, muy bajo, bajo y alto. – Enciende y Apaga bomba.**
- **Visores de Nivel / Manómetros**
- **Sensores de nivel con señales para el sistema de control de forma remota.**



3.5 Seguridad

SEGURIDADES DE CALDERA - DOMO



¡Muchas gracias!



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



UCU

Universidad
Católica del
Uruguay