



# ALTERNATIVAS CONTROL DE EMISIONES

Lugar y fecha

# INTRODUCCIÓN

En la industria existen diferentes equipos diseñados para reducir la emisión de agentes contaminantes de manera efectiva.

En esta presentación trataremos las siguientes alternativas:

- ✓ Equipos para la reducción de material particulado.
- ✓ Equipos para la reducción de Nox.
- ✓ Uso del gas natural como alternativa ambiental.
- ✓ Uso de la biomasa como alternativa ambiental.

# REDUCCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

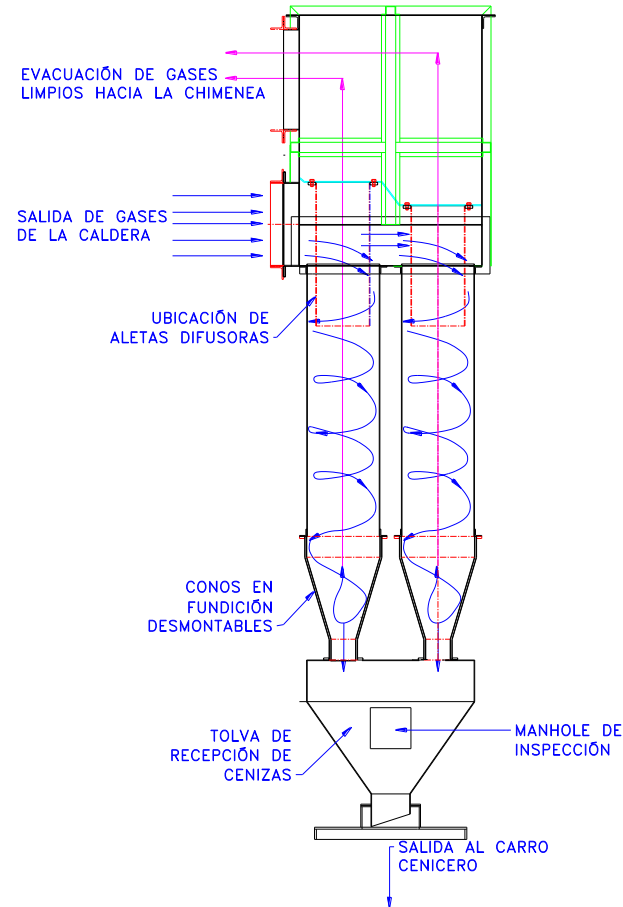
- ✓ MULTICICLÓN AXIAL.
- ✓ FILTRO DE MANGAS.
- ✓ PRECIPITADOR ELECTROSTATICO
- ✓ LAVADOR DE GASES HÚMEDO DE BAJA CAÍDA DE PRESIÓN.
- ✓ LAVADOR DE GASES HÚMEDO DE ALTA EFICIENCIA.

# MULTICICLÓN AXIAL

El tamaño de las partículas que retiene el Multiciclón es mayor a  $10\mu\text{m}$ , y la eficiencia que brinda varía desde es del 70% al 85%, dependiendo de la densidad de las partículas.

## Parámetros de diseño

- Densidad de las partículas.
- Tamaño de las partículas.
- Humedad de las partículas.



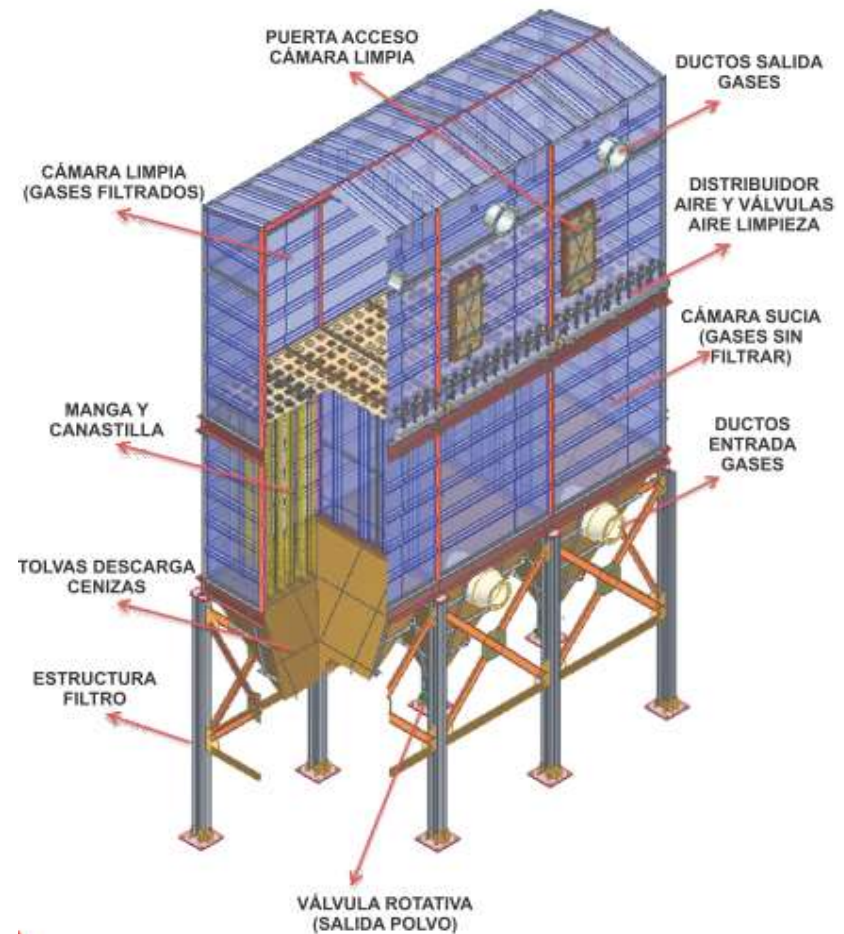
# MULTICICLÓN AXIAL



# FILTRO DE MANGAS

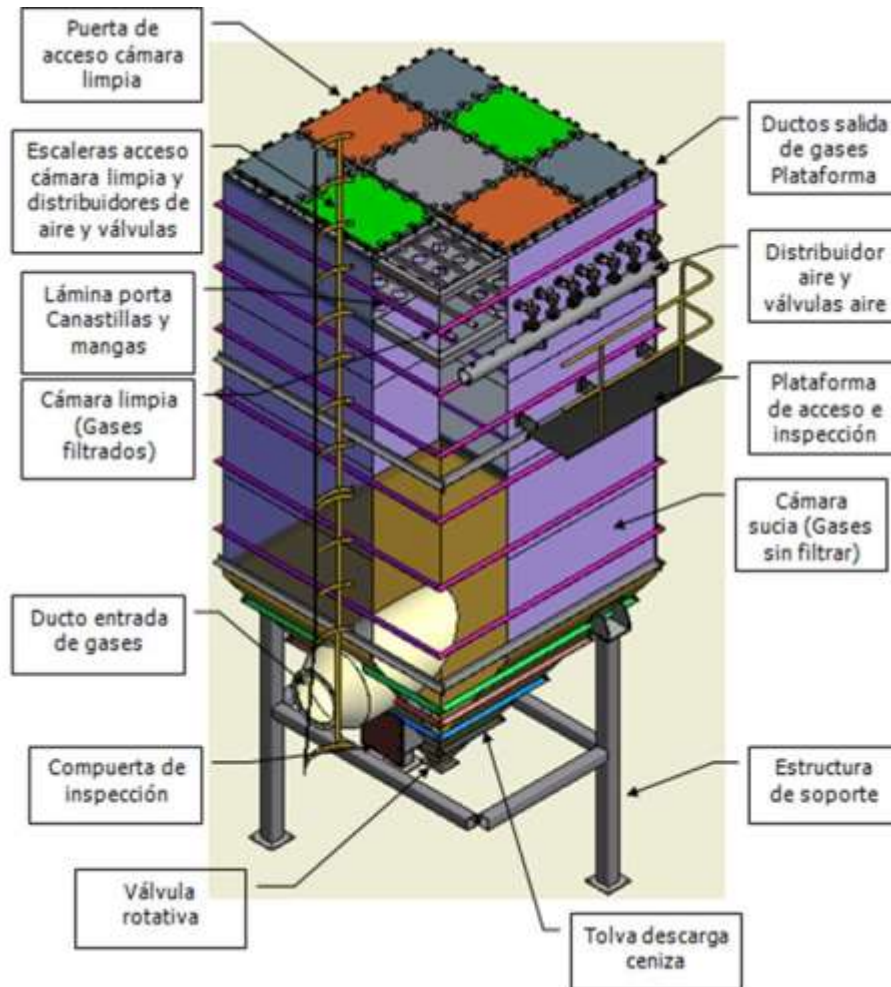
Este filtro de mangas es tipo pulsa-jet cámara alta cuya limpieza automática puede ser de tipo OFF-LINE u ON-LINE asistida por aire comprimido.

El filtro de mangas será el encargado de recolectar el material particulado que no es retenido por los multiciclones axiales, con una eficiencia de remoción del 99,9% para partículas mayores de 2 micras.





# FILTRO DE MANGAS



## Parámetros de diseño

- Humedad de los gases.
- Velocidad de filtración.
- Caída de presión.
- Velocidad de can.
- Tamaño de partículas (mangas).
- Temperatura de gases (punto de rocío - hidrolisis).

## Condiciones de operación

- Temperaturas < 200°C
- Caída de presión entre 2 y 6 in w.c.
- Humedades bajas en los gases.
- Eficiencia de remoción 99,9% partículas > 2 micras.

Filtro de mangas tipo cámara baja, limpieza ON-LINE.

# FILTRO DE MANGAS



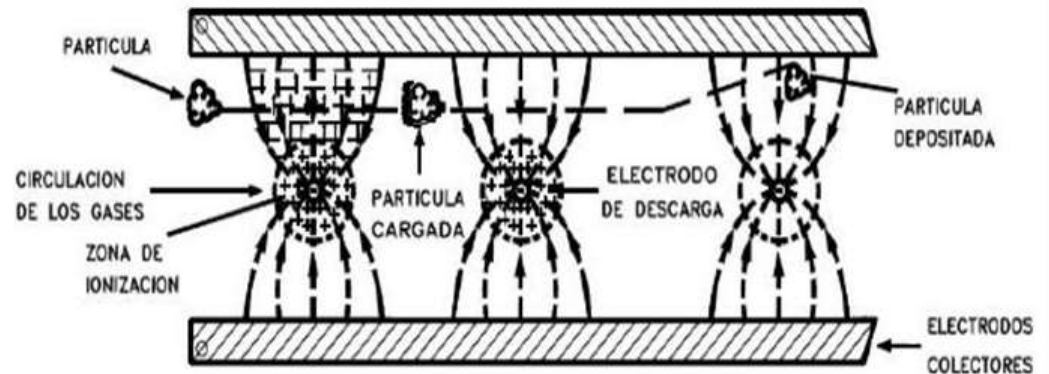
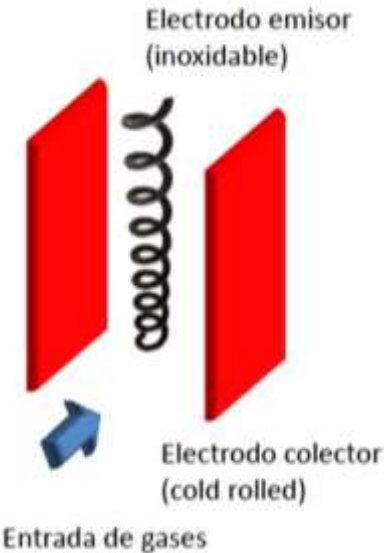


# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO

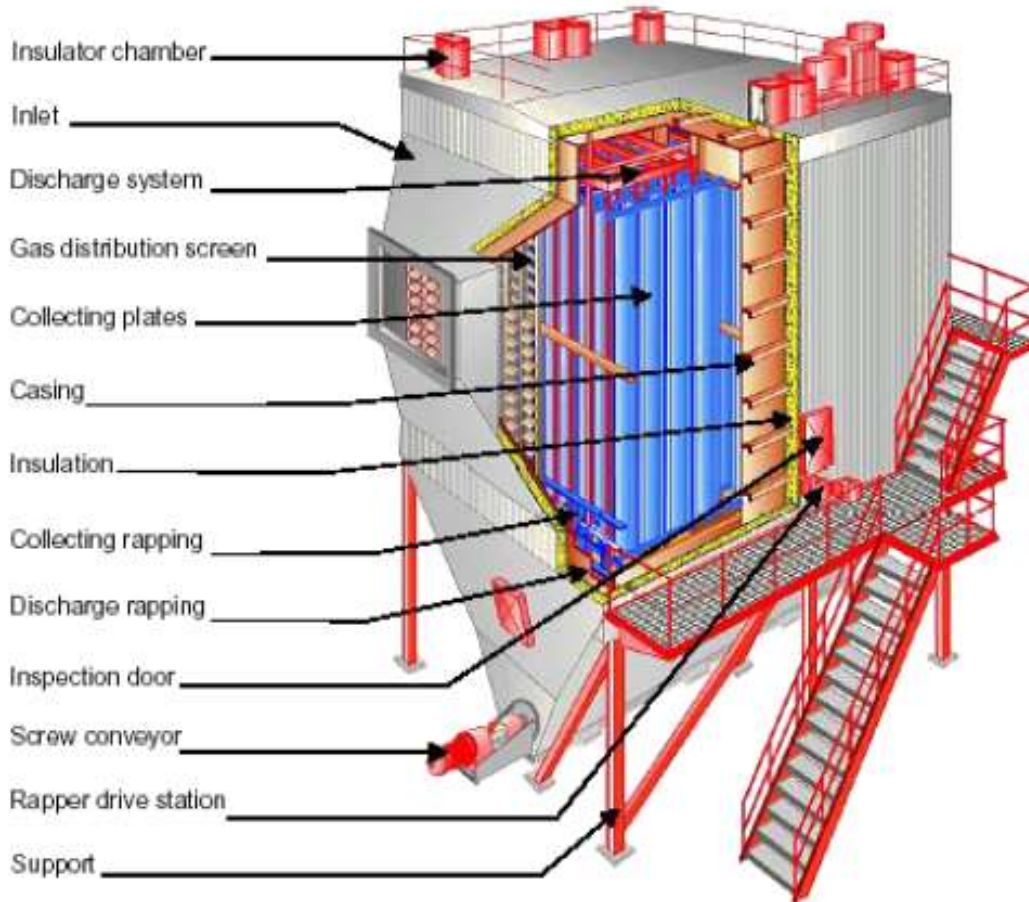
Utiliza la fuerza de una carga electrostática inducida, para la eliminación de partículas.  
Eficiencia de remoción entre el 95% y el 99,9% partículas > 2 micras.

Se basa en el principio de ionización (campo eléctrico donde las partículas se cargan eléctricamente).

El máximo campo electrostático se genera en la proximidad de los electrodos de descarga o emisores, ionizando a las partículas de ceniza



# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO



## Parámetros de diseño:

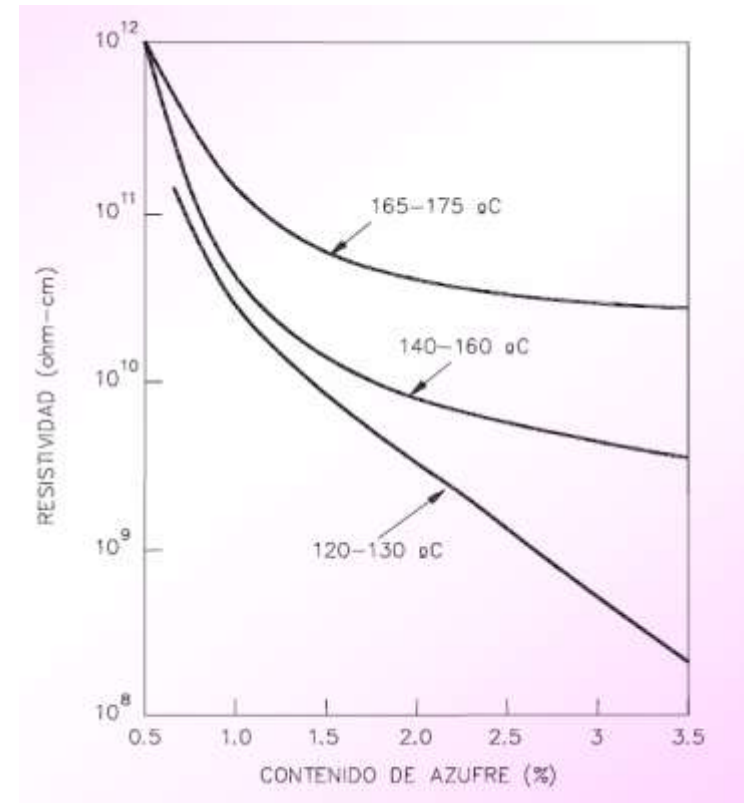
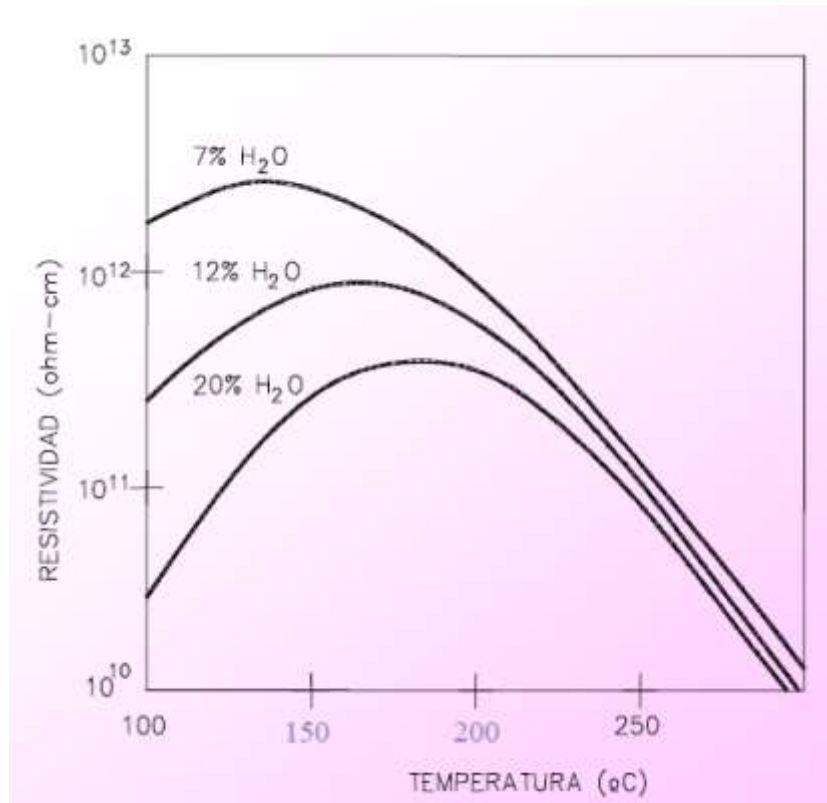
- Resistividad de las partículas.
- Velocidad de migración.
- Configuración de electrodos de carga y captura.

## Condiciones de operación

- Temperaturas  $> 200^{\circ}\text{C}$
- Caída de presión entre 0,5 y 1,5 in w.c.
- Humedades bajas en los gases.
- Eficiencia de remoción 99,9% partículas  $> 2$  micras.

# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO

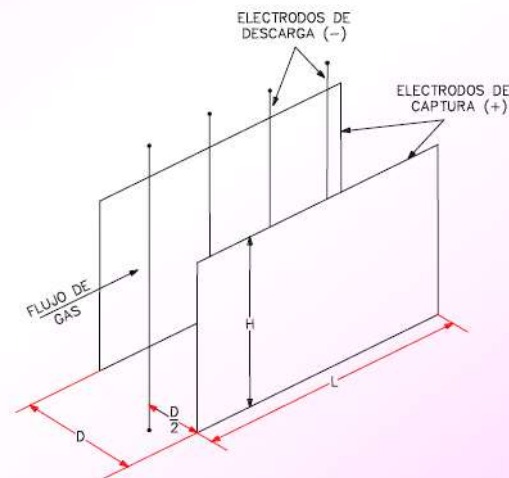
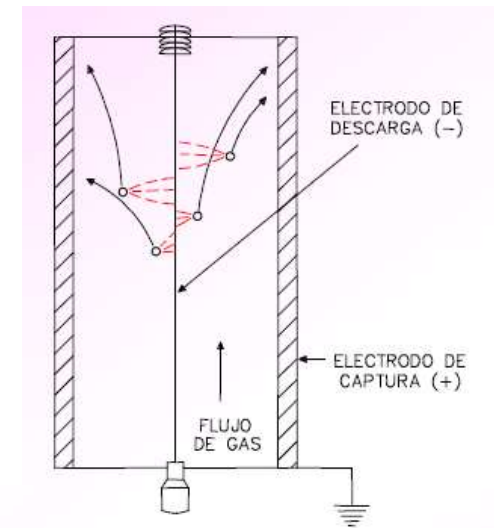
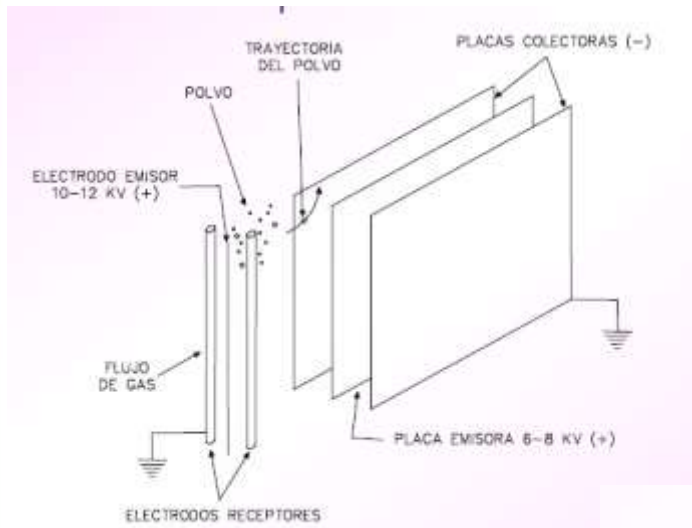
## RESISTIVIDAD DE LAS PARTICULAS



Valores adecuados:  $10^6$  a  $10^9$  ohm-cm

# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO

## CONFIGURACIÓN DE ELECTRODOS DE CARGA Y CAPTURA.





# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO

Configuración del equipo:



Cuerpo y tolvas



Transporte de cenizas



Tableros de control



# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO



Transformador



Sistema de limpieza

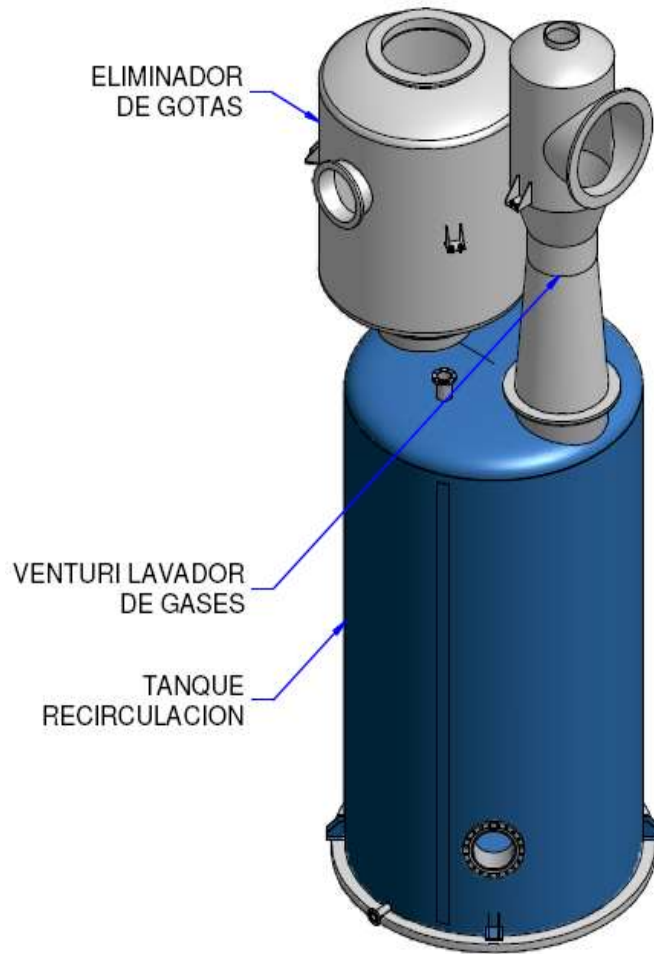


By-pass ducto gases

# PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO



# LAVADOR DE GASES HÚMEDO (BAJA CAÍDA DE PRESIÓN)



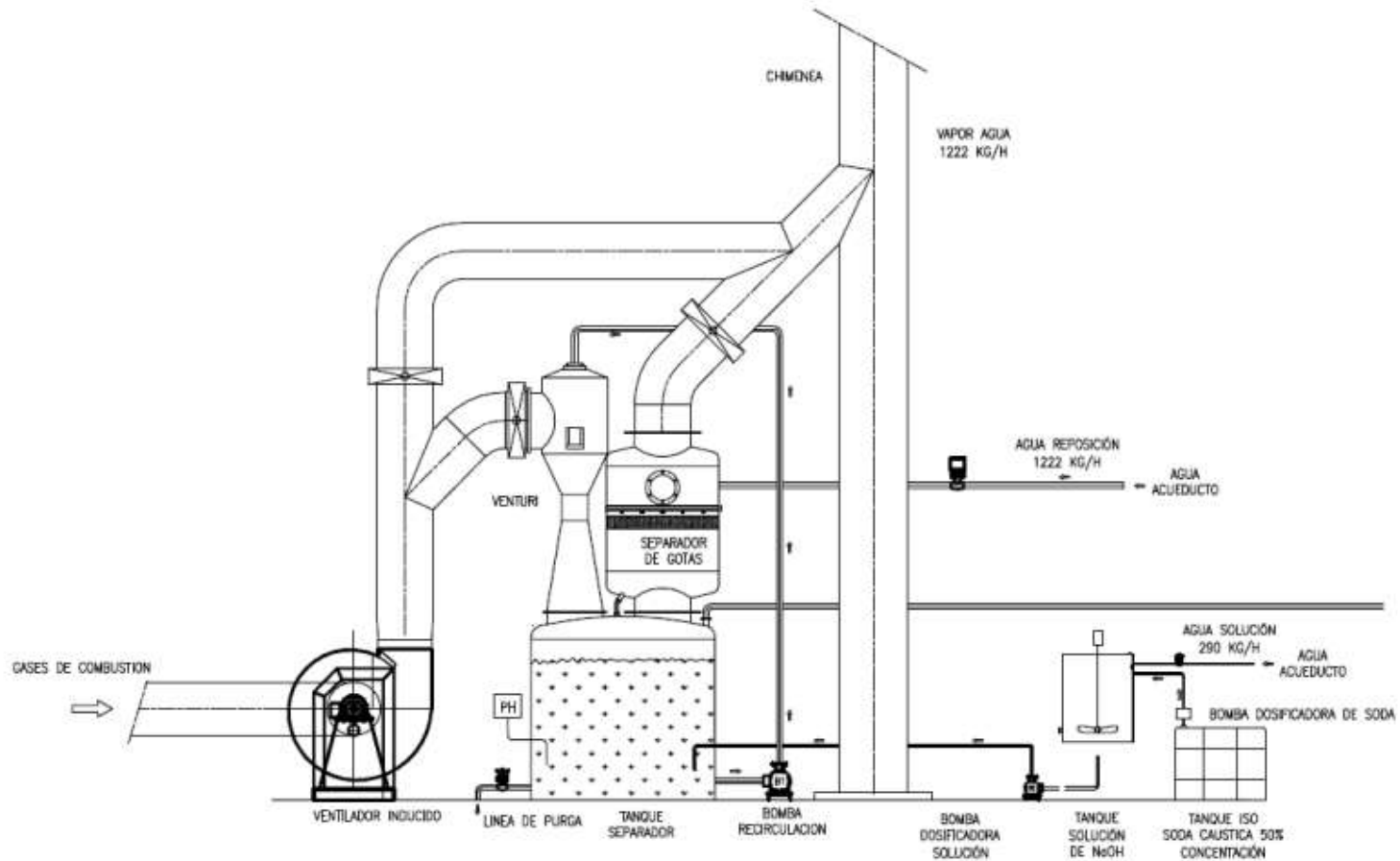
Las partículas contaminantes se eliminan a través del impacto generado por la alta velocidad de rociado de líquido de lavado con los gases. Los gases nocivos como los óxidos de azufre, son eliminados a través de la absorción y/o reacción química entre los gases y el líquido de limpieza.

La reducción del SO<sub>2</sub> es aproximadamente un 85%.

La reducción de material particulado es del orden del 45% para partículas > 10 micras.

La caída de presión en el sistema es de 2" c.a.

# LAVADOR DE GASES HÚMEDO (BAJA CAÍDA DE PRESIÓN)





# LAVADOR DE GASES HÚMEDO (BAJA CAÍDA DE PRESIÓN)



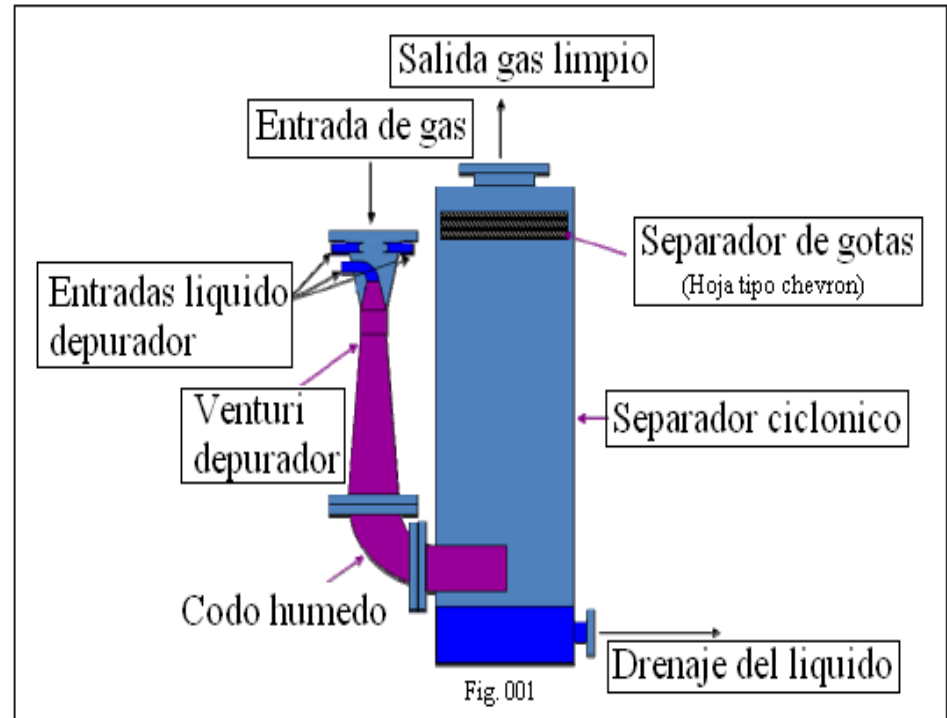


# LAVADOR DE GASES HÚMEDO (ALTA EFICIENCIA)

La reducción del  $\text{SO}_2$  es aproximadamente un 85%.

La reducción de material particulado es del orden del 99% para partículas de mas de 2 micras.

La caída de presión en el sistema es de 20" c.a.



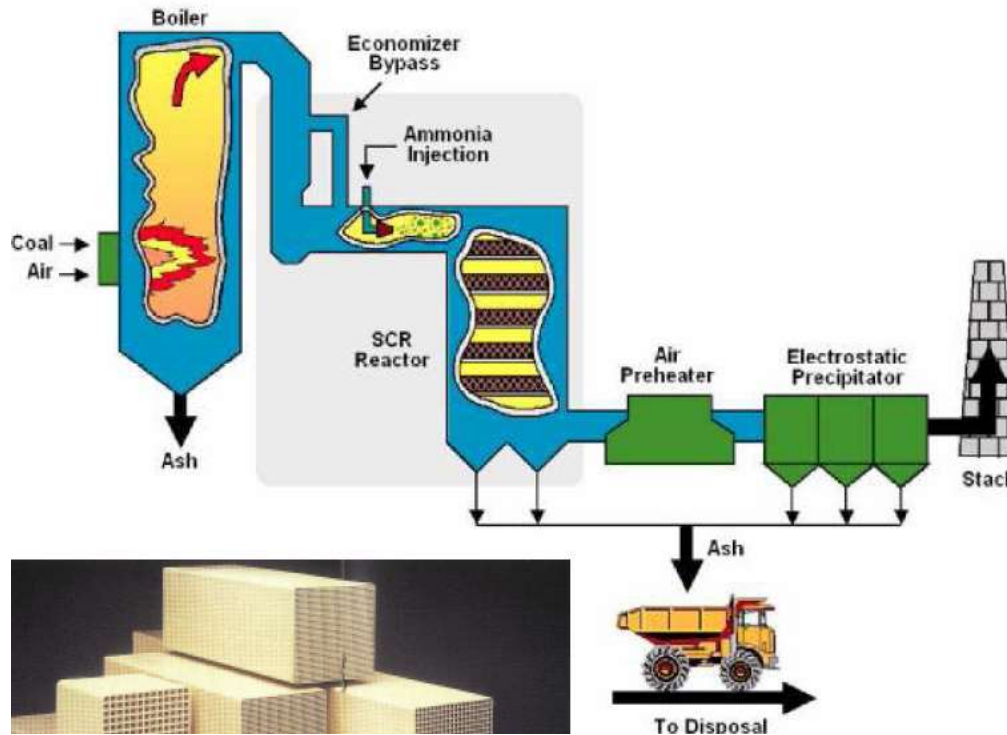
# LAVADOR DE GASES HÚMEDO (ALTA EFICIENCIA)



# REDUCCIÓN DE NO<sub>x</sub>

- ✓ Sistema de reducción Catalítica Selectiva (50-80% de remoción).
- ✓ Sistema de Reducción Catalítica No Selectiva (50-80% de remoción ).
- ✓ Recirculación de gases (Para carbón 20-30% de remoción).
- ✓ Recirculación de gases (Para gas natural 80-90% de remoción).
- ✓ Quemadores de bajo NO<sub>x</sub> (Para gas natural 80-90% de remoción).
- ✓ Quemadores de lecho fluidizado (Para carbón 30-40% de remoción).

# REDUCCIÓN CATALÍTICA SELECTIVA



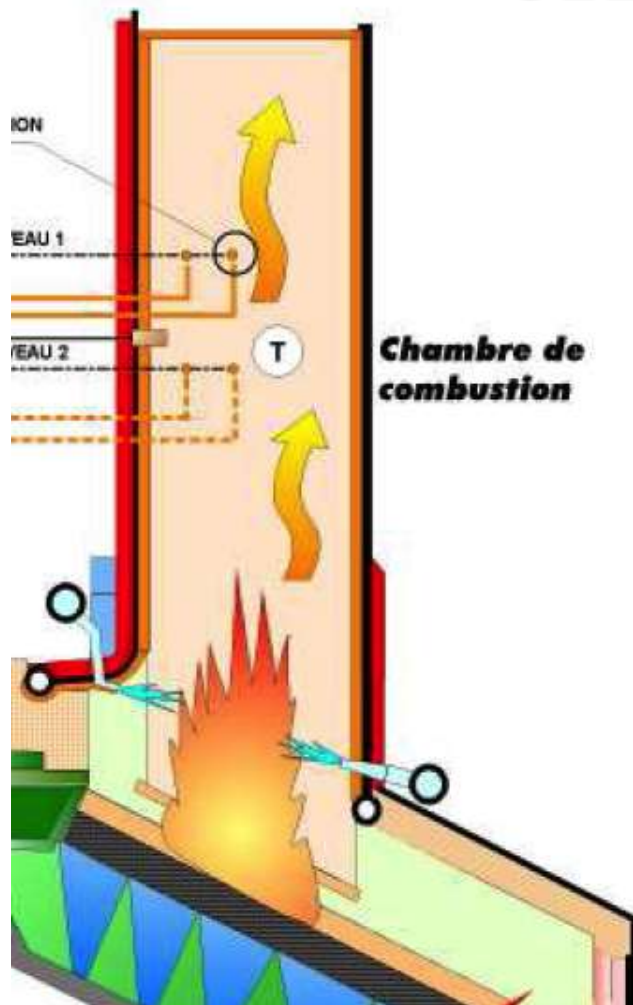
El agente reductor es el Amoniac (urea).

El tratamiento se realiza sobre los gases de combustión.

Las temperaturas optimas están entre 300 y 400°C.

Se requiere de un catalizador externo: Óxidos de titanio, zeolita, carbón activo.

# REDUCCIÓN CATALÍTICA NO SELECTIVA



Agente reductor es el Amoniaco (urea).

El tratamiento se realiza en la zona de combustión.

Las temperaturas optimas están entre 700 y 800°C.

Eficiencia de remoción entre el 50 y 80%.



# USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL

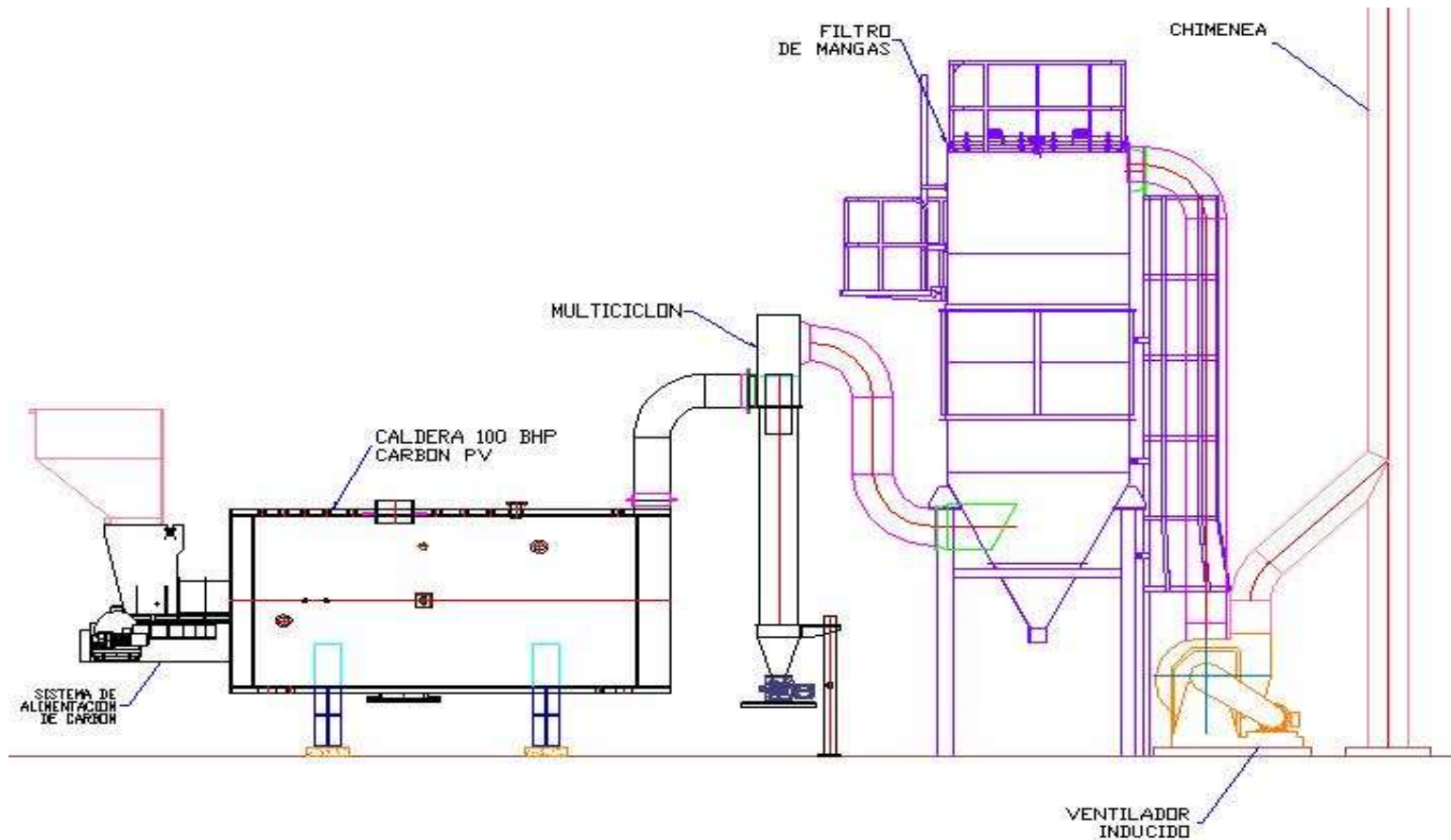
La conversión de una caldera para operar con gas natural contempla varios aspectos entre los que se destacan los siguientes.

- Retiro del quemador o parrilla existente y la adaptación del soporte de montaje y cono refractario para el nuevo quemador. En el caso de que la caldera utilizara originalmente combustible sólido, se procede a retirar los arcos interno y externo, el muro rompe llamas y a sellar la descarga de escoria de la cámara de combustión.
- Instalación del quemador en la caldera, para luego interconectar el tren de gas con las correspondientes líneas de alimentación de combustible.
- Interconexión eléctrica entre el tablero de control del quemador y los sistemas de control de la caldera (control de nivel y presóstatos).

# USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL

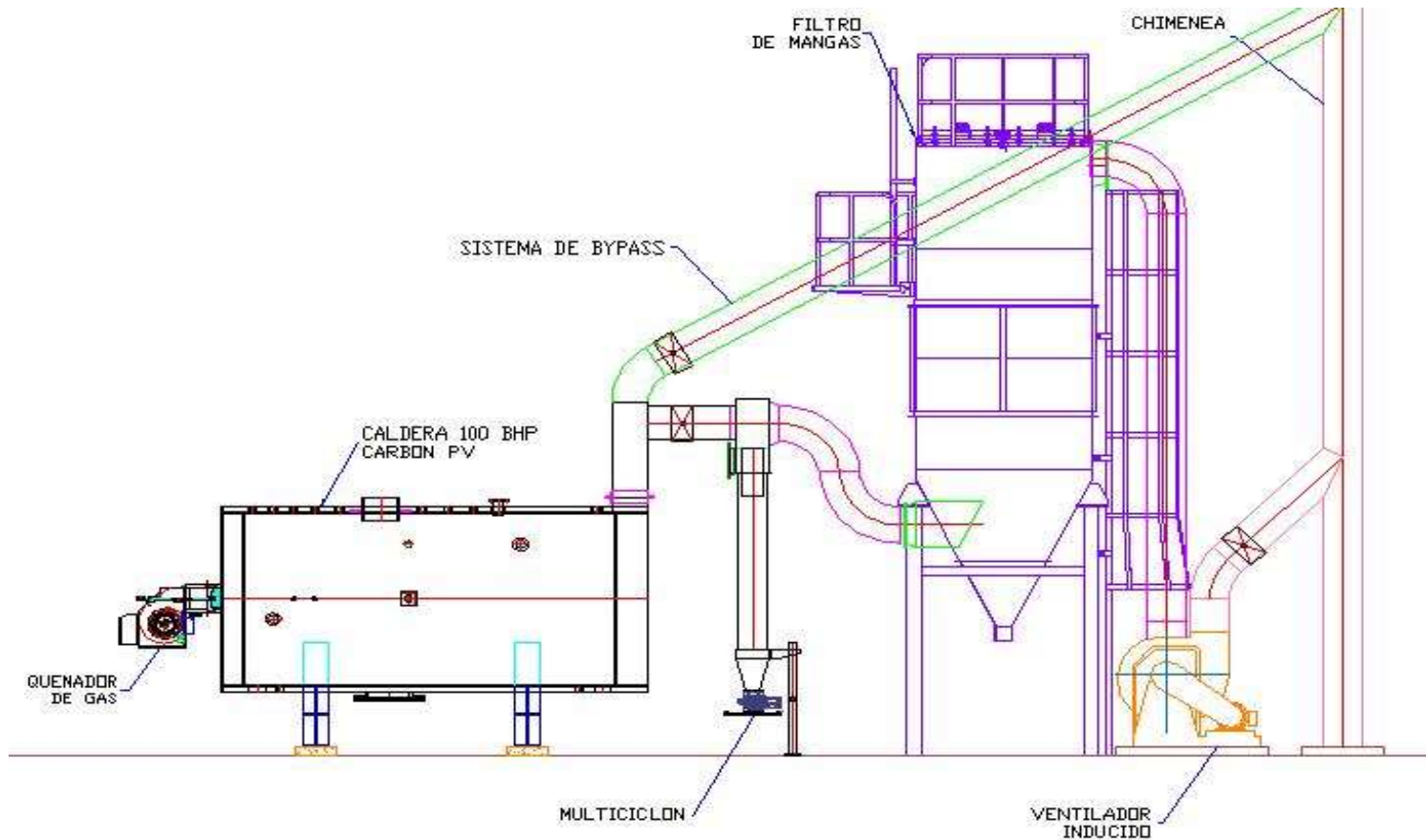
- En el caso de que la caldera posea dos cámaras de combustión se deberán instalar dos quemadores, uno para cada cámara.
- En el caso de que la conversión de las calderas haya considerado un aumento en la capacidad de generación, puede ser necesario considerar el reemplazo de las bombas de alimentación de agua y las válvulas de seguridad.
- En el caso de convertir una caldera de combustible sólido a gas natural se debe instalar un by pass para los gases de combustión, esto con el fin de llevarlos directamente a la chimenea evitando el paso por los equipos de control ambiental (Multiciclón, ventilador de tiro inducido, filtro de mangas y/o lavador de gases).

# USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



ESQUEMA DE UNA CALDERA COMBUSTIBLE SÓLIDO

# USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



ESQUEMA DE UNA CALDERA CONVERTIDA

# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



Actualmente en la industrial podemos encontrar los siguientes tipos de biomasa:

- ✓ Plantas extractoras de aceite: fibra de palma africana y cascarilla de palma africana.
- ✓ Plantas procesadoras de arroz: cascarilla de arroz.
- ✓ Plantas procesadoras de café: cascarilla de café y la borra de café.
- ✓ Plantas procesadoras de madera: polvo, aserrín, virutas y astillas.
- ✓ Plantas procesadoras de coco: cascara de coco.
- ✓ Plantas productoras de azúcar: bagazo de caña.
- ✓ Plantas productoras de fique: fibra de fique.



# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



## VENTAJAS

La biomasa posee azufre en proporciones muy bajas, por lo cual las emisiones de SO<sub>2</sub> no son consideradas en la resolución 909 de junio de 2008 (Normatividad Colombiana).

La combustión de la biomasa produce emisiones bajas de NO<sub>x</sub> < 350 mg/m<sup>3</sup> @13% O<sub>2</sub>.

Debido a que biomasa requiere excesos de aire mas altos, la normatividad usa oxígenos de referencia mas altos para las correcciones. En el caso de la normatividad colombiana cambia del 11% al 13%.

Ambientalmente solo se debe controlar el material particulado.

# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



## VENTAJAS

La producción de CO<sub>2</sub> es cero, esto gracias a que es un cultivo renovable. Lo que no ocurre con ningún otro combustible.

El contenido de ceniza de la biomasa es mas bajo que el contenido de cenizas del carbón.

Las cenizas y escorias producto de la combustión de la biomasa sirven como abono orgánico, lo cual no genera un sobre costo en su disposición final.

El aprovechamiento de un elemento considerado un desecho industrial (residuo) como un nuevo combustible alternativo de bajo costo y bajo impacto ambiental.

# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



## DESVENTAJAS

Disponibilidad: La producción de biomasa es por ciclos productivos, lo cual genera que su suministro no sea constante durante todo el año.

Posee porcentajes de agua variable desde el 10% hasta el 50% y su densidad es baja, lo que hace que su transporte sea costoso.

El poder calorífico de la biomasa es muy bajo comparado con otros combustibles, esto obliga a que los consumos de combustible sean mayores y los equipos mas grandes.

Debido a la ausencia de regulación en cuanto a su precio, se presentan grandes variaciones de este dependiendo de la oferta y la demanda.

La existencia de otras aplicaciones para la biomasa tales como la industrial del carbón activado y la industria del compostaje, genera una disminución de su disponibilidad como combustible.

# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



**RESOLUCIÓN 909 DEL 5 DE JUNIO DE 2008**

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - COLOMBIA**

## CAPITULO VII

**“Artículo 18.** Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes que utilicen biomasa como combustible.”

“Tabla 14. Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes que utilicen biomasa como combustible a condiciones de referencia (25°C, 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 13%.”

Combustible	Producción de vapor (t/h)	Estándares de emisión admisibles (mg/m3)	
		MP	NOx
Biomasa	TODOS	300	350

# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



**RESOLUCIÓN 909 DEL 5 DE JUNIO DE 2008**

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - COLOMBIA**

**“Artículo 19.** Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa nuevos que utilicen biomasa como combustible.”

“Tabla 15. Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa nuevos que utilicen biomasa como combustible a condiciones de referencia (25°C, 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 13%.”

Combustible	Producción vapor (t/h)	Estándares de emisión admisibles (mg/m3)	
		MP	NOx
Biomasa	TODOS	50	350

# USO DE BIOMASA COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL



**VIDEO**