

B) Combustibles líquidos



1. Características como combustible
2. Sistema de alimentación
3. Quemadores

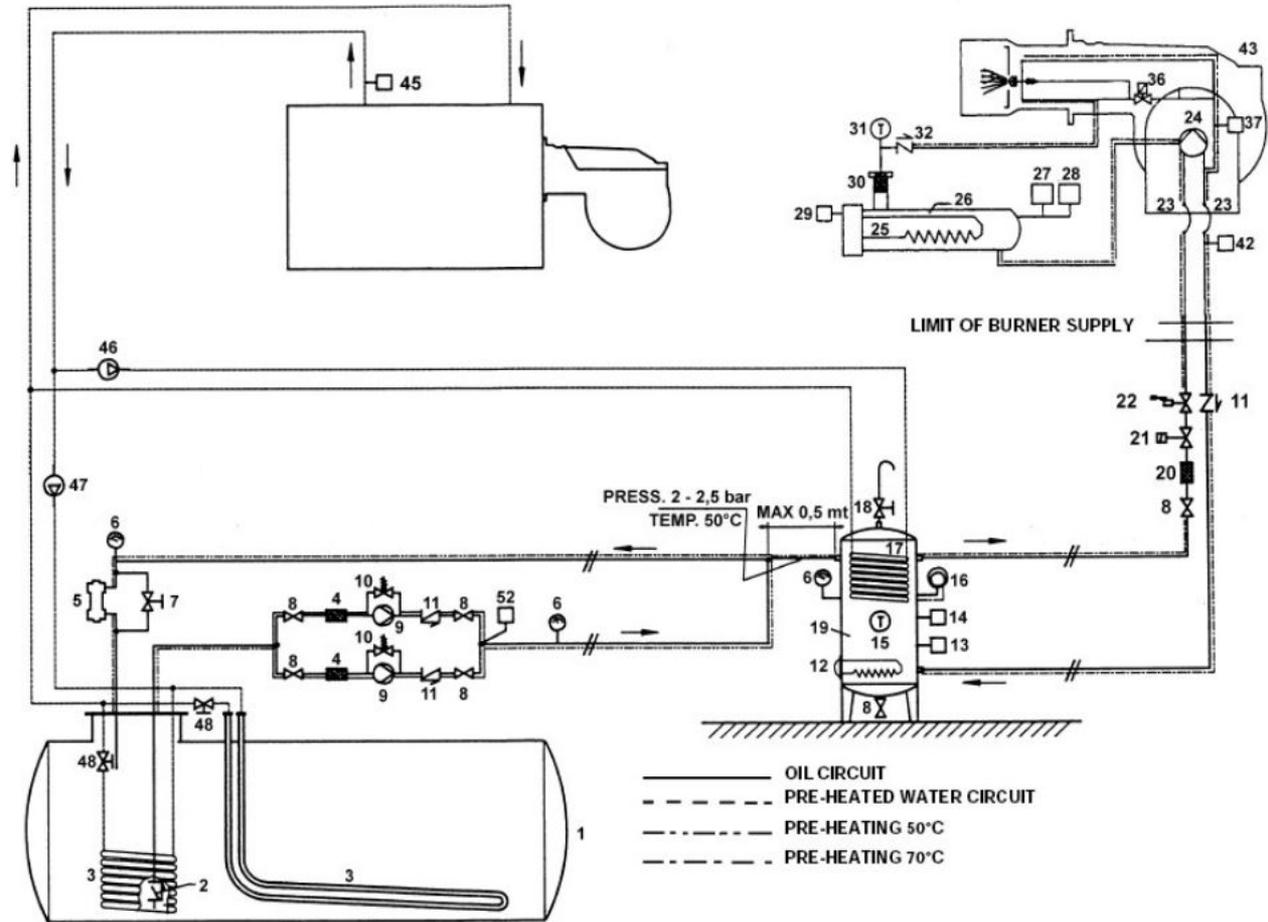
Características de combustibles líquidos

Propiedades de Fuel Oil Pesado

Ficha técnica de ANCAP

<i>DETERMINACIONES</i>	<i>ESPECIFICACIONES</i>		<i>MÉTODO DE ENSAYO</i>
	<i>Min.</i>	<i>Máx.</i>	
Punto de inflamación PM, °C	65		ASTM D 93
Punto de escurrimiento, °C		20	ASTM D 97
Viscosidad Cinemática a 50 °C, cSt		466	ASTM D 445
Viscosidad Saybolt Furol a 50 °C, s		220	ASTM D 88
Cenizas, % en peso		0.20	ASTM D 482
Poder calorífico sup., kcal/kg	10000		ASTM D 4868
Agua y sedimento, % en vol.		1.0	ASTM D 1796
Agua + sedimento, % en vol.		1.0	ASTM D 95 + ASTM D 473
Estabilidad y Compatibilidad		2	ASTM D 4740

Fuel oil



Fuel oil

HYDRAULIC DIAGRAMS 3ID0010 E 3ID0012 -

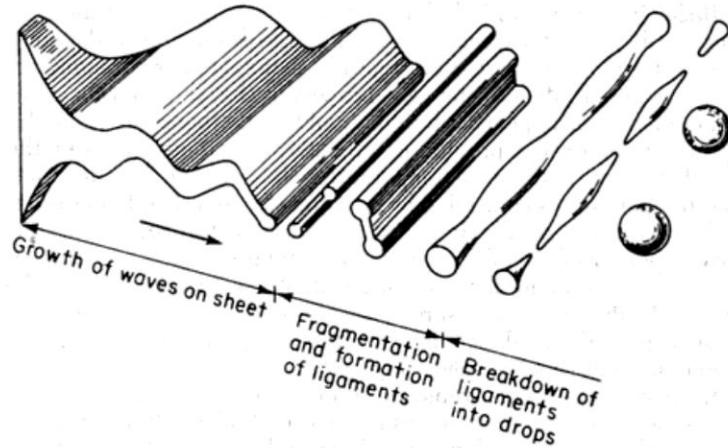
- 1 Oil storage tank
- 2 Foot valve
- 3 Oil storage tank pre-heating coils (1)
- 4 Oil circuit filter (1 mm mesh)
- 5 Circuit pressure regulator
- 6 Pressure gauge scale 0 - 10 bars
- 7 Pressure regulator by-pass valve (5)
- 8 Gate valve
- 9 Oil circuit pressure regulator pump
- 10 Pump pressure regulator (9)
- 11 One-way valve
- 12 Oil buffer tank pre-heater (19)
- 13 Oil buffer tank thermostat
- 14 Burner enabling thermostat
- 15 Thermometer scale 0 - 90° C
- 16 Oil buffer tank heater enabling pressure switch
- 17 Oil buffer tank pre-heating coil (19)
- 18 Oil buffer tank air vent valve
- 19 Oil buffer tank, capacity 600 l approx.
- 20 Oil filter (0.3 mm mesh)
- 21 Fuel cutoff solenoid valve
- 22 Fuel gate valve
- 23 Burner pump hoses (24)
- 24 Burner oil pump
- 25 Pre-heating tank resistor
- 26 Pre-heating tank
- 27 Oil enabling thermostat TCN (26)
- 28 Pre-heating tank resistor safety thermostat TRS (26)
- 29 Oil temperature regulator thermostat TN (26)
- 30 Pre-heating tank (26) filter (0.1 mm mesh)
- 31 Thermometer 0 - 200° C
- 32 Check valve, opening 3.5 - 6 bars
- 33 Solenoid valve EVN1
- 37 Ignition enabling thermostat TCI
- 42 Burner enabling thermostat
- 43 Burner
- 45 Coils and tubes pre-heating pumps thermostat
- 46 Oil buffer tank pre-heating water pump (19)
- 47 Oil storage tank pre-heating water pump (1)
- 48 Pre-heating water balance calibration valves
- 50 Oil pump (diagram 3ID0012 only)

Fuel oil - Quemadores

- Atomización o pulverización
- Mezcla: combustible + aire

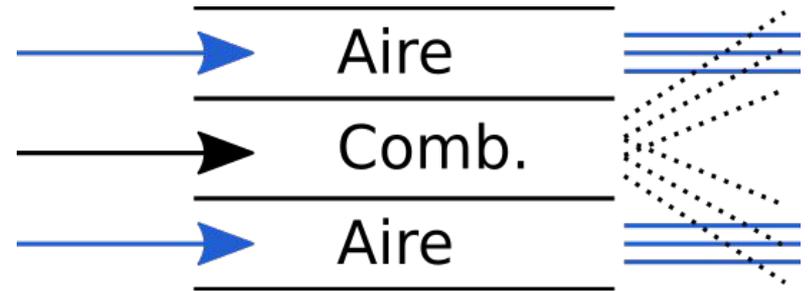
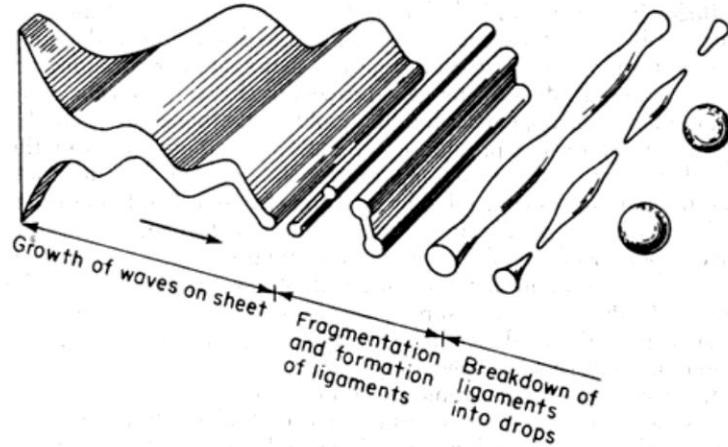
Fuel oil - Quemadores

- Atomización o pulverización
- Mezcla: combustible + aire



Fuel oil - Quemadores

- Atomización o pulverización
- Mezcla: combustible + aire

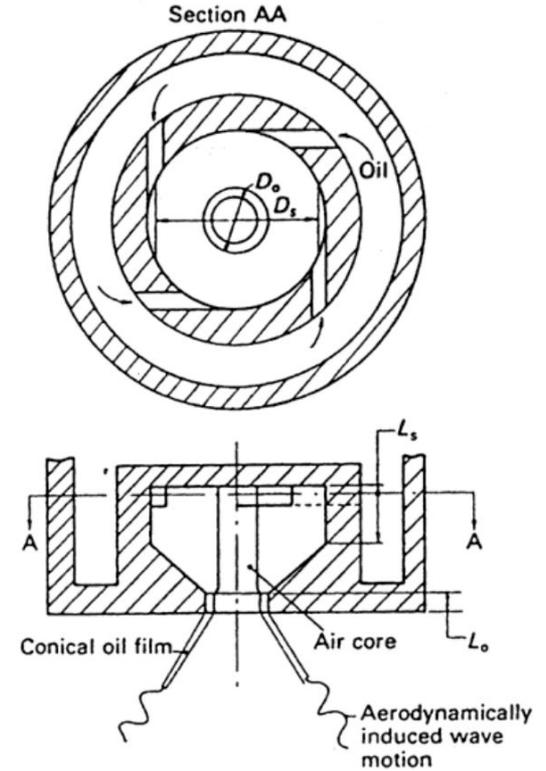
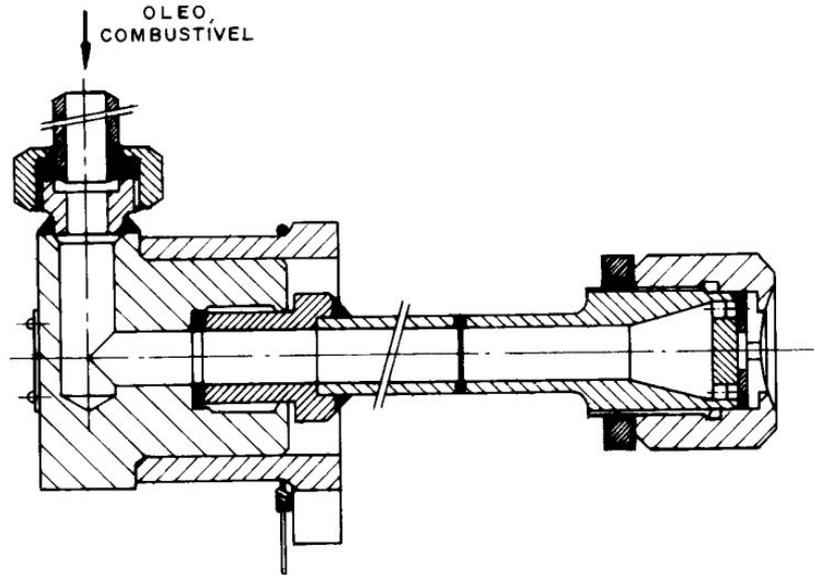


Fuel oil - Quemadores

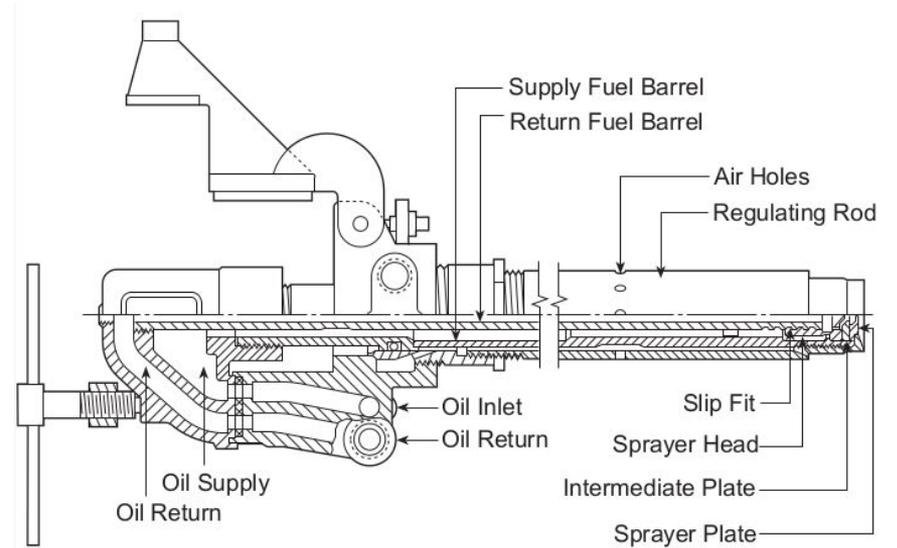
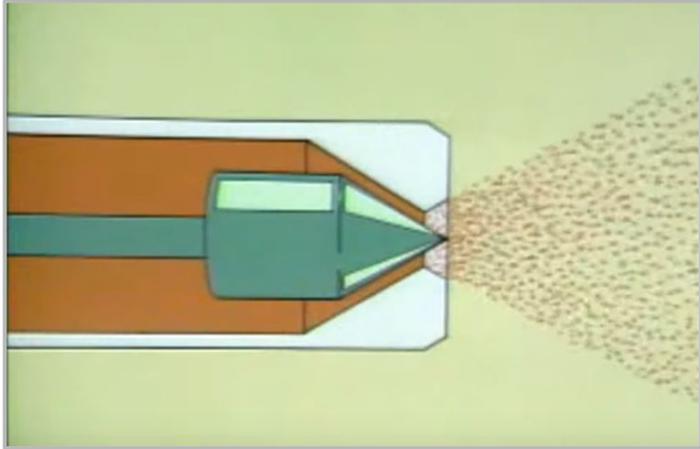
Tipos:

1. Quemadores por presión mecánica
2. Quemadores por rotación (copa rotativa)
3. Quemadores por inyección de vapor o aire

Quemador a presión mecánica



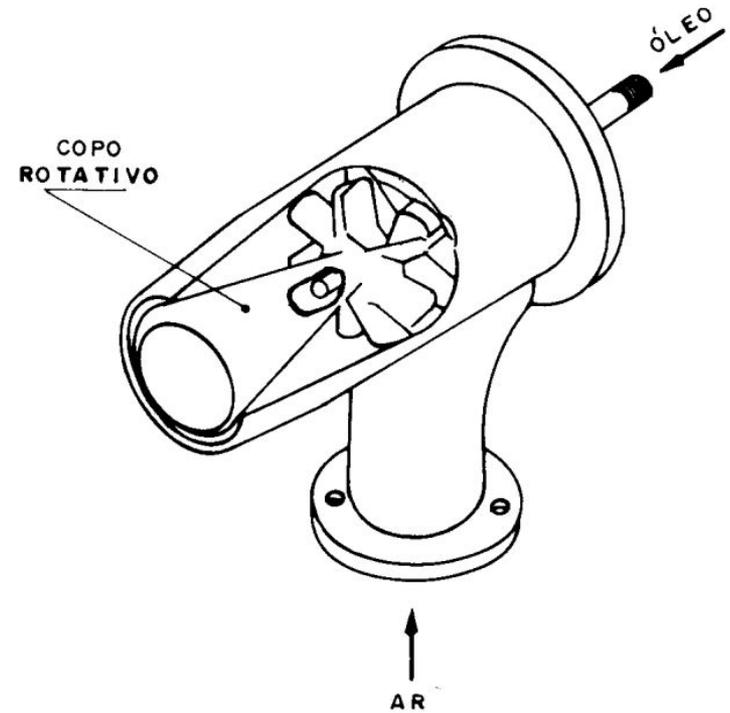
Quemador a presión mecánica



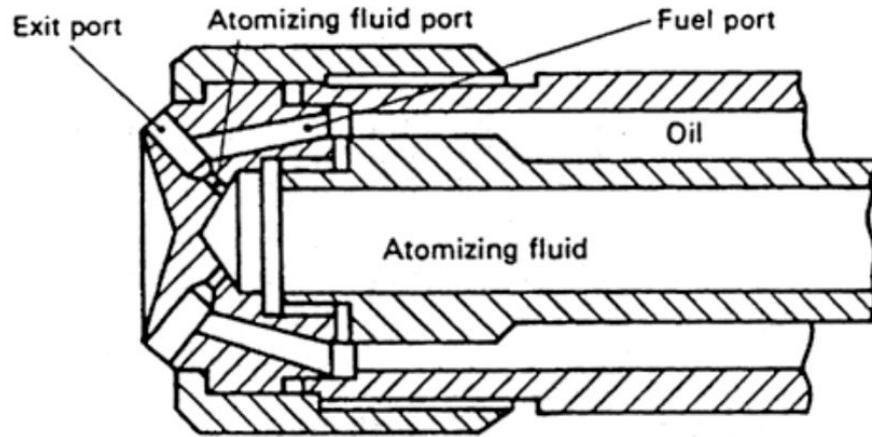
Quemador de copa rotativa



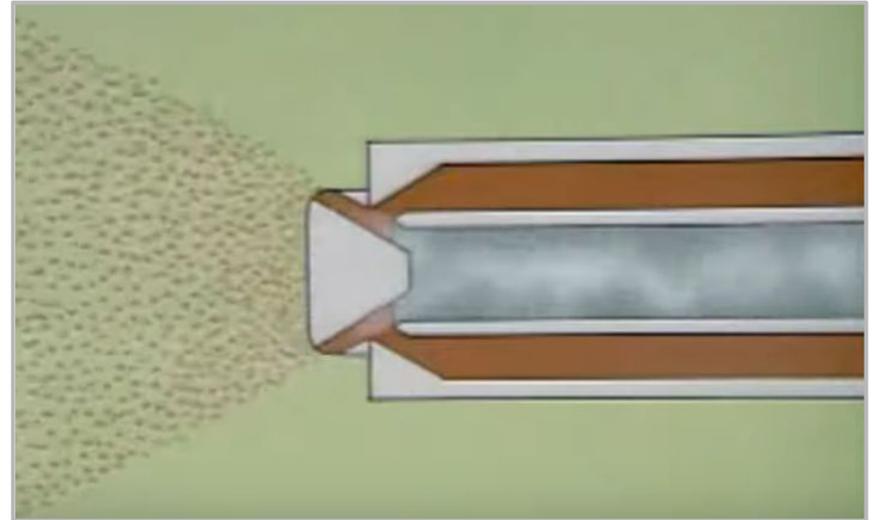
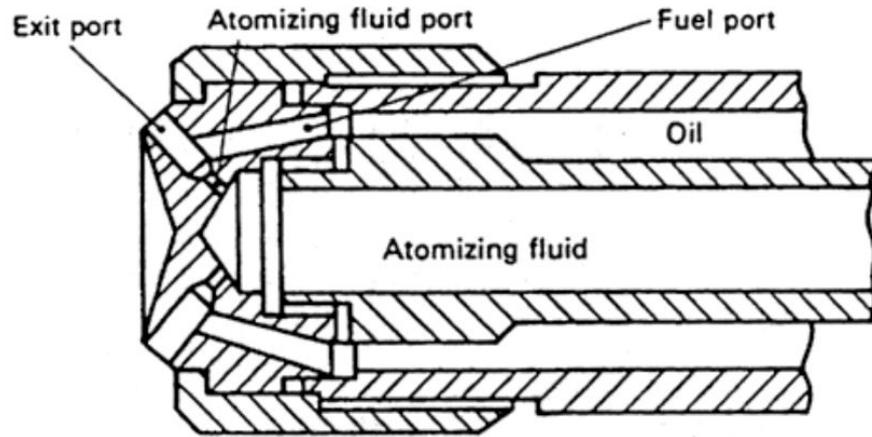
Queimador de copa rotativa



Quemador por inyección de vapor o aire



Quemador por inyección de vapor o aire



Quemador por inyección de vapor o aire



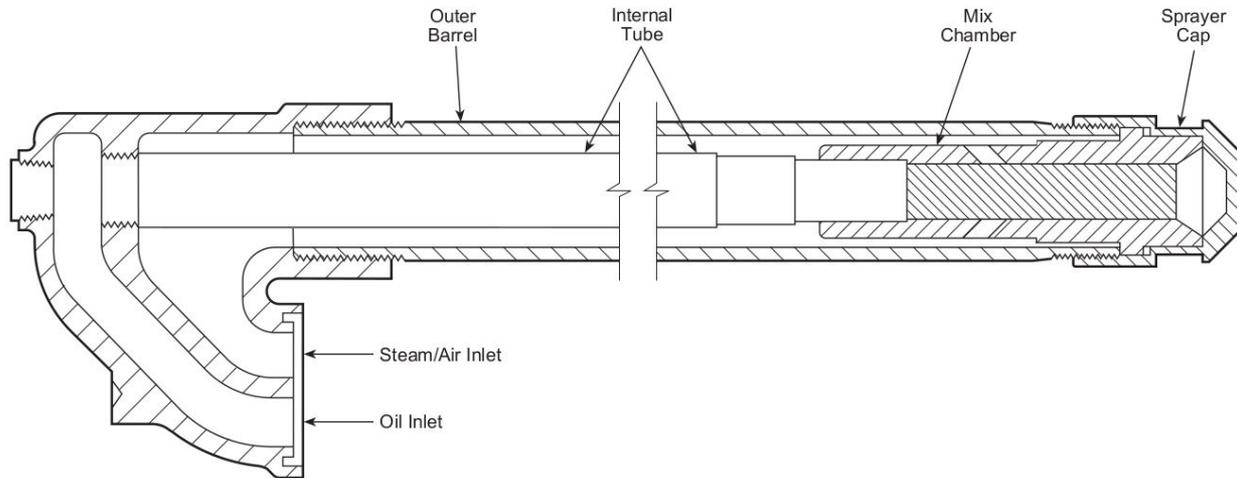
Mix Chamber (side view)



Sprayer Cap (side view)



Sprayer Cap (front view)



Quemadores de fuel oil



Operación de quemadores

1. Manual
2. Automático
 - a. ON-OFF
 - b. Modulante
 - c. Discontinuo (discreta)



Operación de quemadores

Automática **ON-OFF** (algunos problemas):

- **Ensuciamiento** del puntero del quemador.
- Variación de la **temperatura de combustible** por falla del sistema de regulación.
- Variación de la **presión de combustible** por obstrucción en algún punto del circuito (filtros, válvulas).
- **Variación del caudal de aire** por anomalía en el VTF.
- **Falta de turbulencia** por ensuciamiento del hogar.
- **Falta de tiro** por ensuciamiento de tubos.



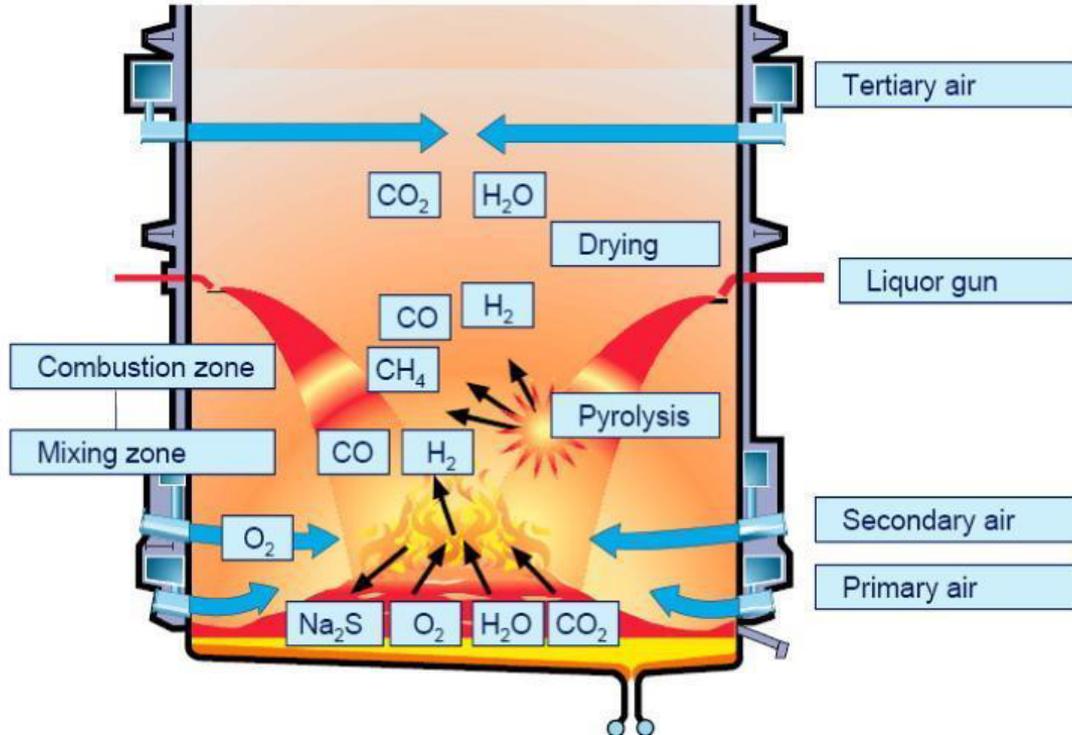
Operación de quemadores

Automática con Modulación:

- **Presostato** con **resistencia variable** envía señal eléctrica variable
- Un motor modulante gira en función de la señal eléctrica de entrada
- Por un **sistema de palancas** se regula el pasaje de **combustible** (válvula reguladora y **aire** (registro) para mantener un exceso adecuado.
- Se setea con la caldera en **funcionamiento** y haciendo **análisis de humos**.
- **Sistema más preciso**: transmisor de presión electrónico, controlador, válvula modulante neumática y actuadores sobre el VTF y la válvula modulante.
- **Variador de frecuencia** en VTF.
- El sistema modulante mantiene la presión de vapor casi constante y se eliminan los reencendidos



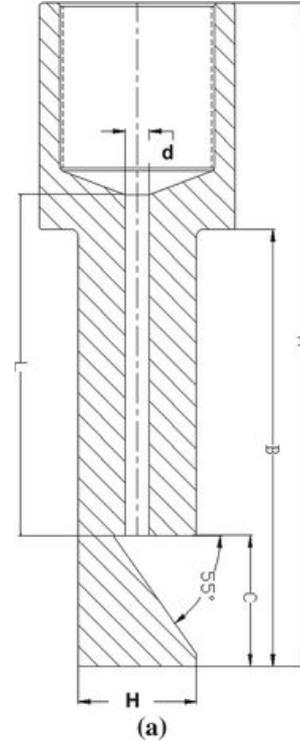
Combustión de Licor Negro



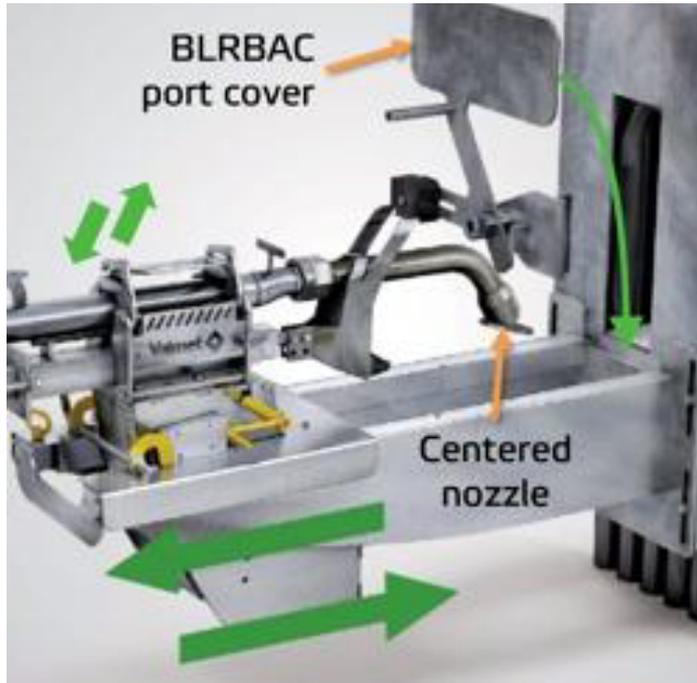
Combustión de Licor Negro



Combustión de Licor Negro



Combustión de Licor Negro



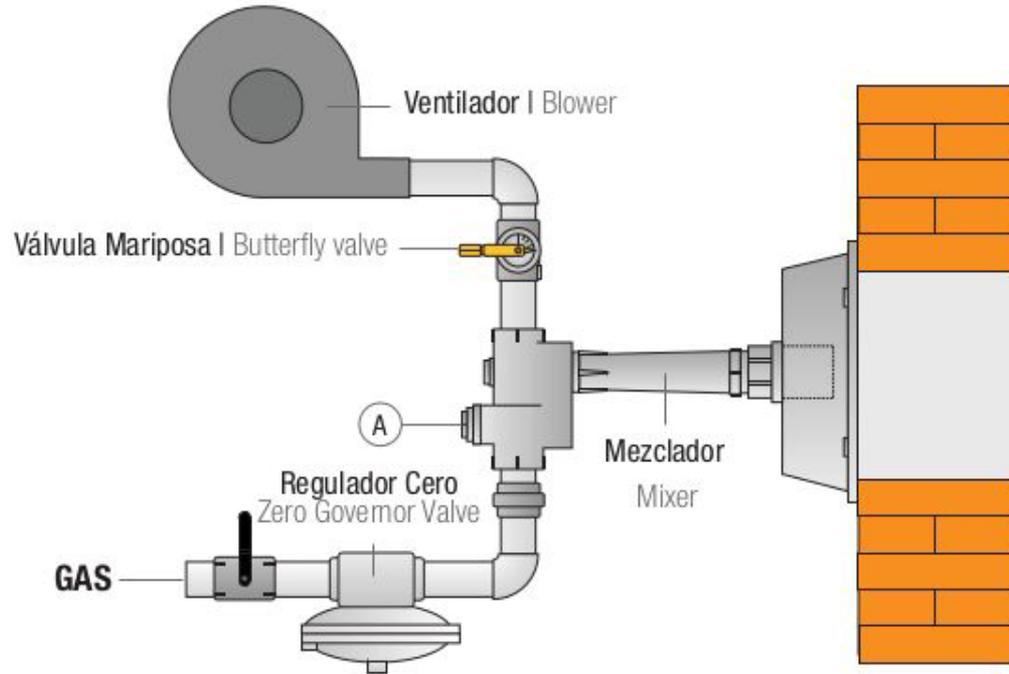
Otros Links

<https://www.youtube.com/watch?v=EekwHUGcdmo>

<https://www.youtube.com/watch?v=FCnl3w-cQdM>

<https://www.youtube.com/watch?v=OORXKfHi0oA>

C) Combustibles gaseosos



Combustibles gaseosos

Ventajas:

- **No** necesita **precalentamiento**
- **No** necesita **pulverización**
- Más **fácil** obtener una **buena combustión** y calidad de gases en la chimenea
- **No** contiene **azufre**

Combustibles gaseosos

Ventajas:

- **No** necesita **precalentamiento**
- **No** necesita **pulverización**
- Más **fácil** obtener una **buena combustión** y calidad de gases en la chimenea
- **No** contiene **azufre**

Desventajas:

- **Manipular** un combustible gaseoso es **más delicado** que un líquido (medidas especiales de **prevención y mantenimiento**)
- Las **fugas** de gas **no son visibles**. (posibilidad de generar atmósfera explosiva)

Combustibles gaseosos

Ventajas:

- **No** necesita **precalentamiento**
- **No** necesita **pulverización**
- Más **fácil** obtener una **buena combustión** y calidad de gases en la chimenea
- **No** contiene **azufre**

Desventajas:

- **Manipular** un combustible gaseoso es **más delicado** que un líquido (medidas especiales de **prevención y mantenimiento**)
- Las **fugas** de gas **no son visibles**. (posibilidad de generar atmósfera explosiva)

Ventajas desde el punto de vista **operativo** pero **desventajas** desde el punto de vista de la **seguridad**

Combustibles gaseosos

Gases:

- Gas Natural
- GLP (propano industrial). Aire propanado

Combustibles gaseosos

Gases:

- Gas Natural
- GLP (propano industrial). Aire propanado

Instalación fija

Quemadores

Protocolo de combustión

Emisiones

Instalación de gases

ur|s|e|a

REGLAMENTO DE INSTALACIONES FIJAS DE GAS COMBUSTIBLE

Instalación de gases



REGLAMENTO DE INSTALACIONES FIJAS DE GAS COMBUSTIBLE

- **UNIT 1005:2021** Instalaciones para gases combustibles por cañería
- **NFPA 54** National Fuel Code
- **NFPA 58** Liquefied Petroleum Gas Code
- Reglamento Técnico y de Seguridad de Instalaciones y Equipos destinados al manejo de GLP de la URSEA

Instalación de gases

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS

PZA. INDEPENDENCIA 8111 - MONTEVIDEO - URUGUAY TEL: (598) 2201 1048* - TF: 2902 1681

INSTITUTO URUGUAYO
DE NORMAS TÉCNICAS

UNIT

DE NORMAS TÉCNICAS

1005:2021

mento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

Instalaciones para gases combustibles

AYO DE A

Instalación de gases - GLP



1.000 lt

Instalación de gases - GLP



1.000 lt



4.000 lt

Instalación de gases - GLP



7.300lt

Instalación de gases - GLP



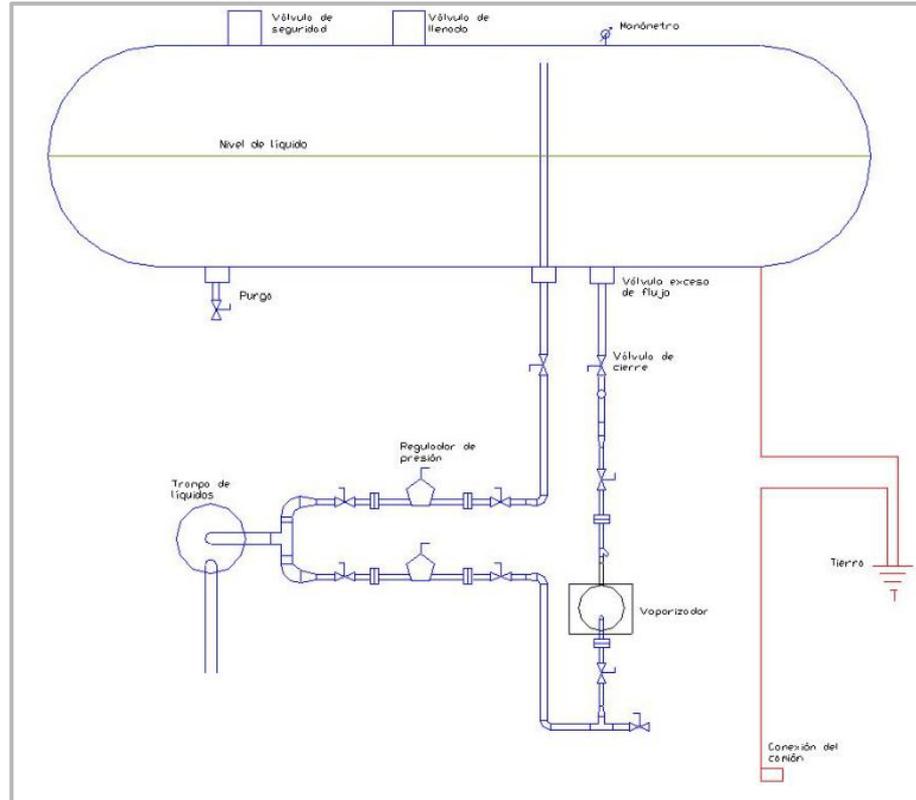
50.000 lt

Instalación de gases - GLP



120.000 lt

Instalación de gases - GLP



Instalación de gases - GN

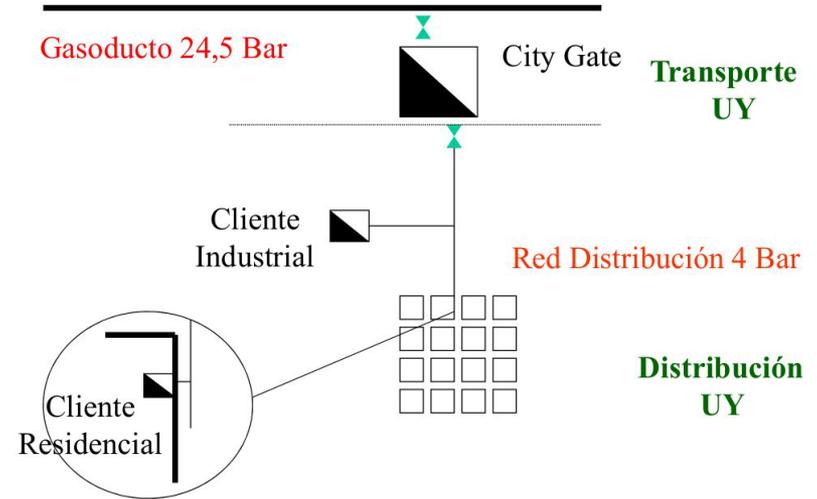


Gasoducto

Instalación de gases - GN



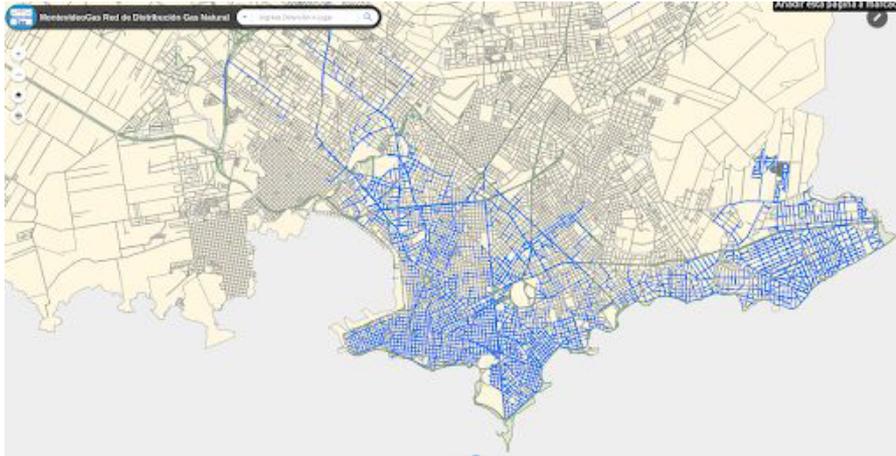
Gasoducto



Red de distribución

Presión de la red: 4 barg

Instalación de gases - GN



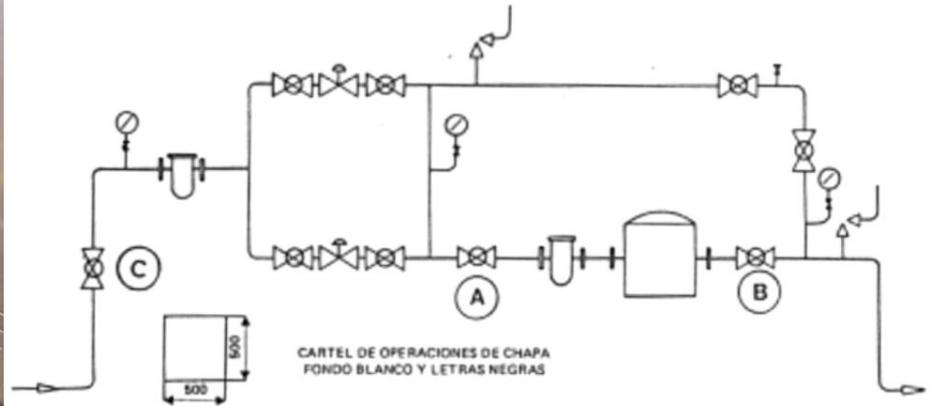
Red de distribución

Presión de la red: 4 barg

Instalación de gases - GN



Estación de Regulación y Medición (**ERM**)

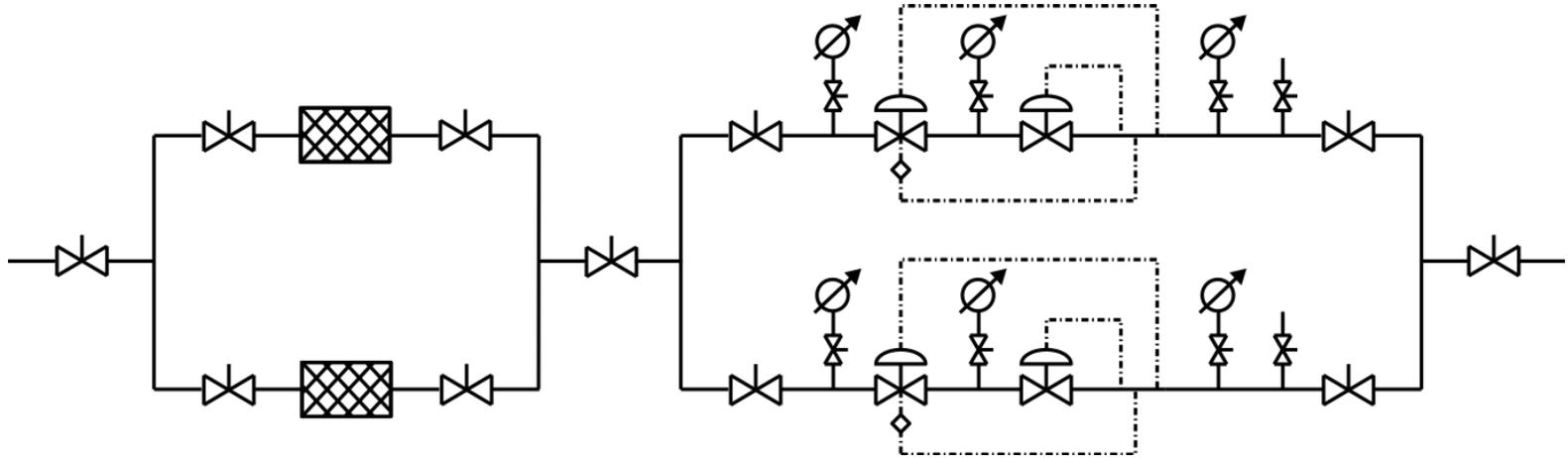


Instalación de gases

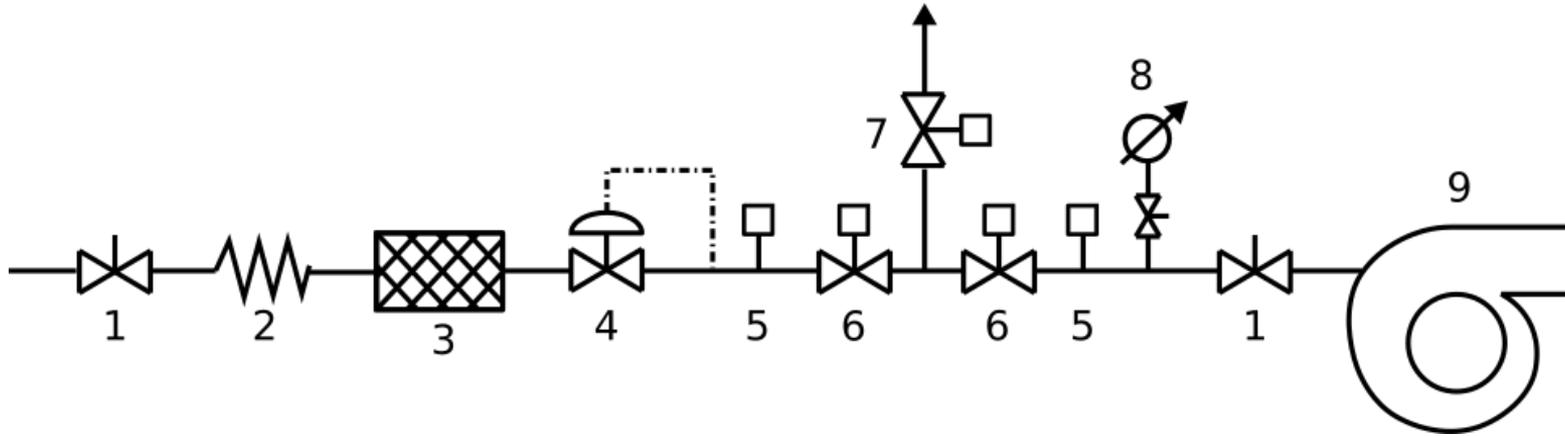
Si la **presión** en los **artefactos difiere** de la **presión regulada** de interna, será necesario instalar una planta de regulación **SER**

Instalación de gases

Si la **presión** en los **artefactos difiere** de la **presión regulada** de interna, será necesario instalar una planta de regulación **SER**



Tren de válvulas



- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. Válvula de corte manual | 6. Válvulas solenoides de corte (normal cerrada) |
| 2. Flexible | 7. Venteo |
| 3. Filtro | 8. Manómetro |
| 4. Válvula reguladora de presión | 9. Quemador |
| 5. Presostato (alta y baja) | |

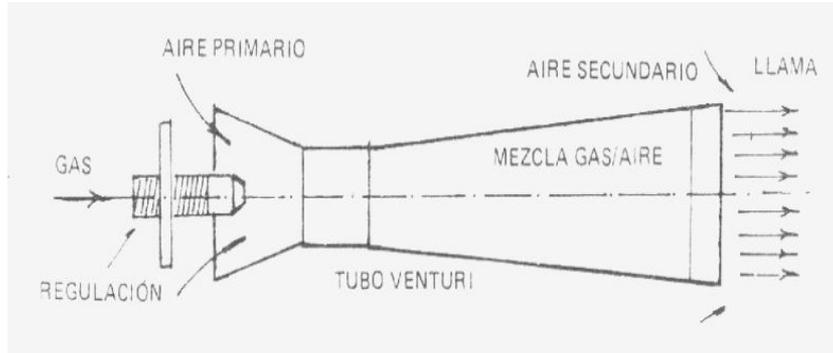
Quemadores de gases

Generar una buena **mezcla** combustible + comburente, potencia **estable**, muy **bajas** emisiones de **CO**, **no** generar **calado ni desprendimiento** de llama

- Atmosféricos o por presión de aire
- De premezcla o de llama difusiva

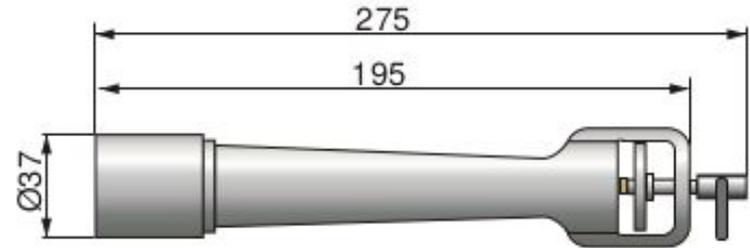
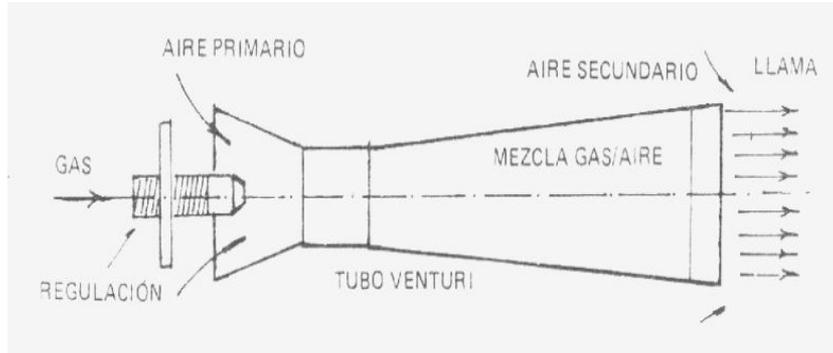
Quemadores de gases

Quemador atmosférico



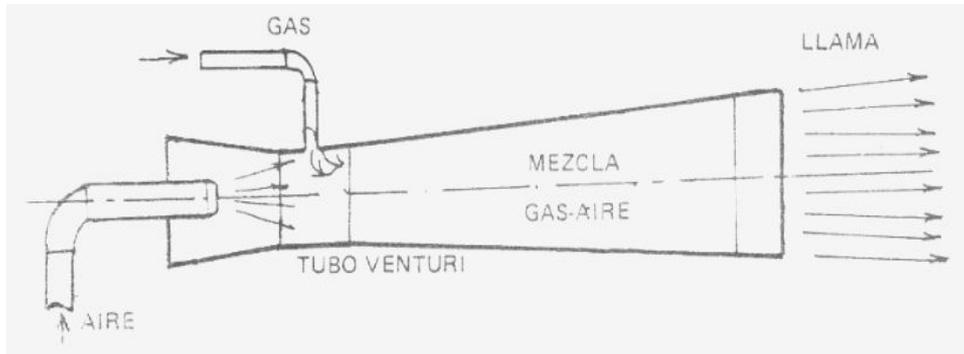
Quemadores de gases

Quemador atmosférico



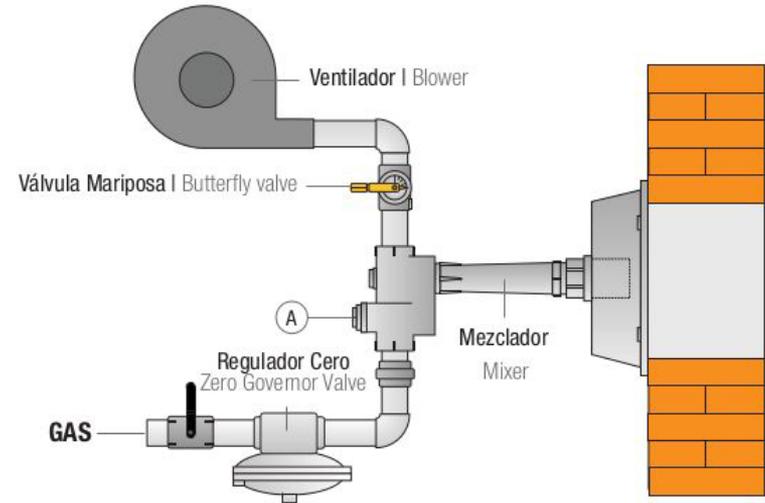
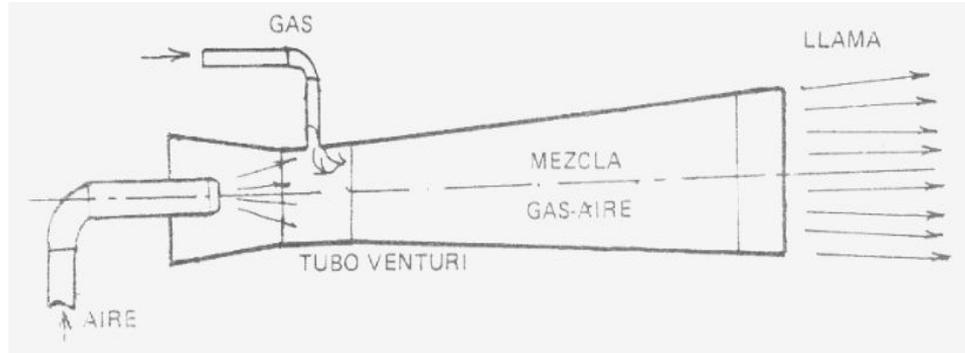
Quemadores de gases

Quemador por presión de aire



Quemadores de gases

Quemador por presión de aire



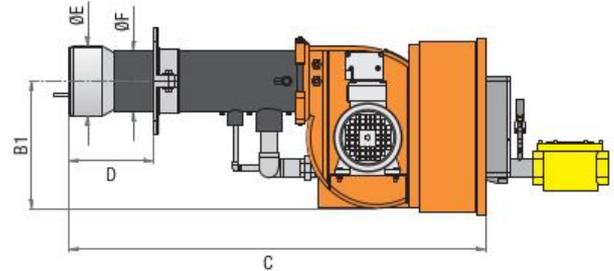
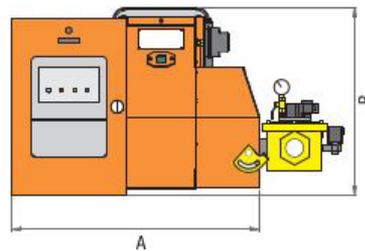
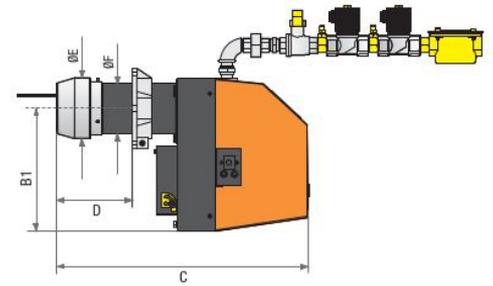
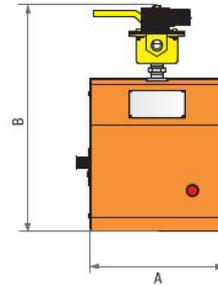
Quemadores de gases

Quemador Monotobera para Gas
Gas Monoblock Burners

EQA 91



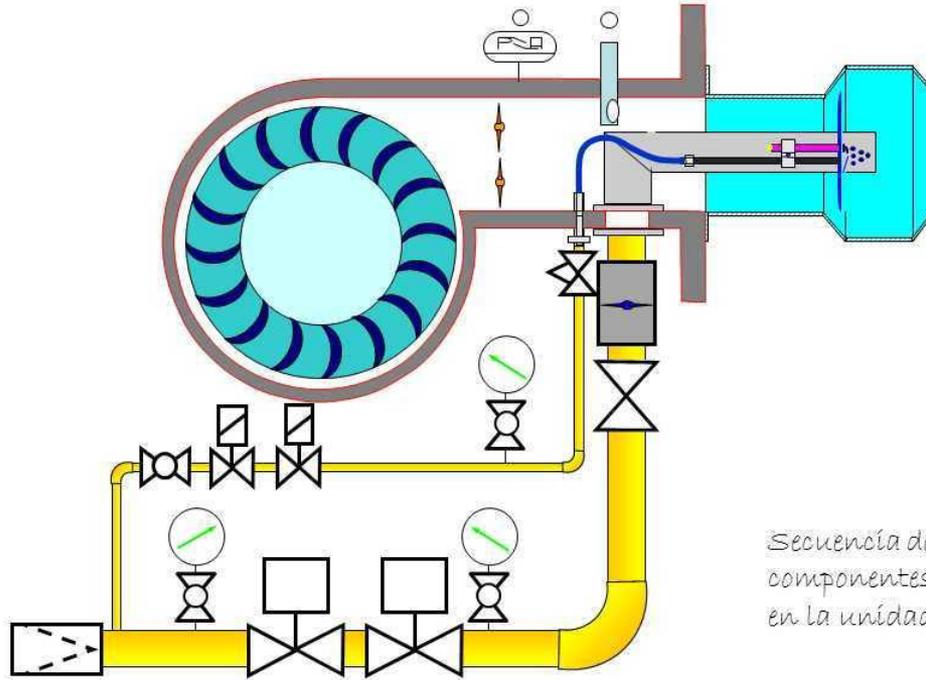
• Modelo 91-21 al 91-360
Type 91-21 to 91-360



Quemadores de gases

- Operación ON-OFF, modulante, alto/bajo fuego
Regulación: fijación mecánica, válvulas proporcionantes, regulador cero
- Prebarrido (4 volúmenes de hogar o 12 segundos)
- Corte de suministro:
 - No se detecta llama
 - Presión de gas alta o baja
 - Interrupción de suministro de gas
 - Interrupción de corriente eléctrica
 - Falta de tiro en ducto de evacuación
 - Falta de suministro de aire

Quemadores de gases



Secuencia de quemador y componentes para mostrar en la unidad

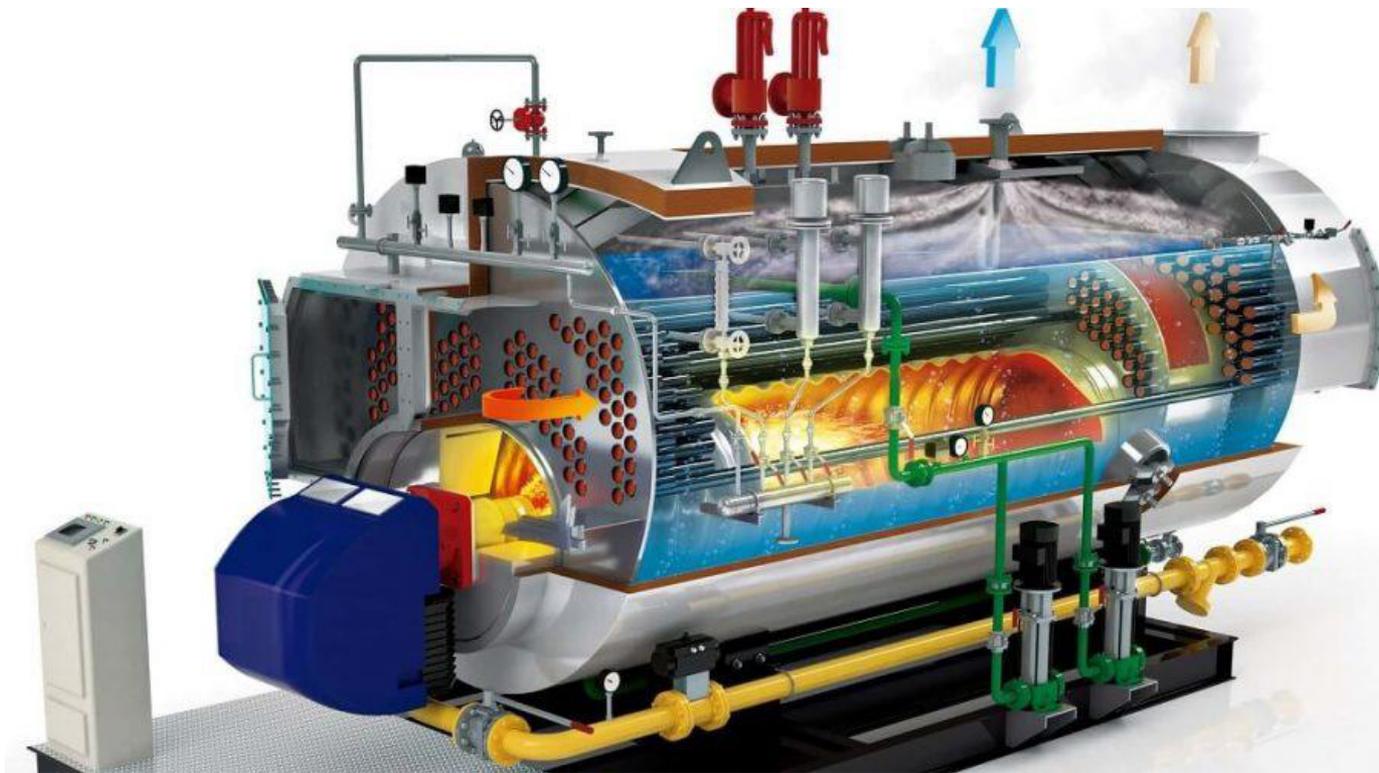
Quemadores de gases



Quemadores de gases



Quemadores de gases



Llama piloto

Funcionamiento **independiente** del quemador principal

Llama piloto con potencia **inferior a 3% del máximo fuego**

Equipos pequeños pueden encender con el quemador en bajo fuego sin piloto

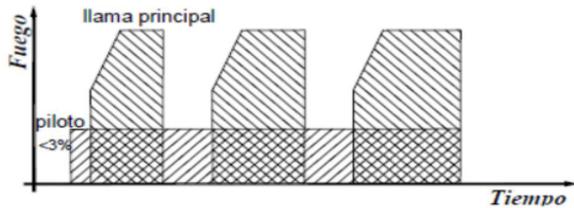
Llama piloto

Funcionamiento **independiente** del quemador principal

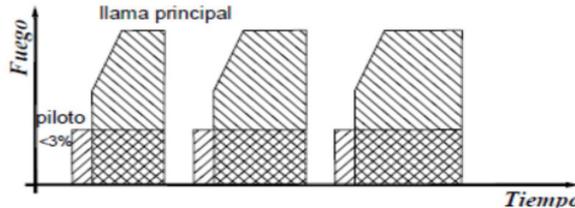
Llama piloto con potencia **inferior a 3% del máximo fuego**

Equipos pequeños pueden encender con el quemador en bajo fuego sin piloto

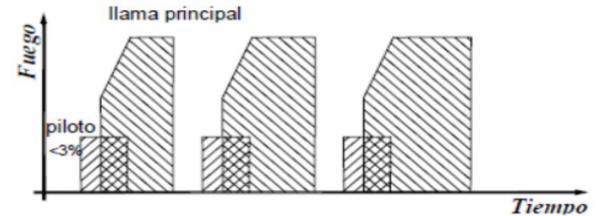
Piloto continuo



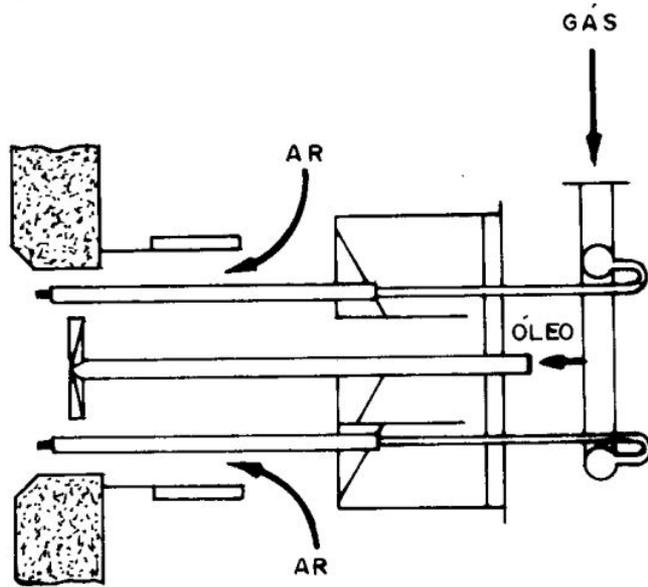
Piloto Intermitente



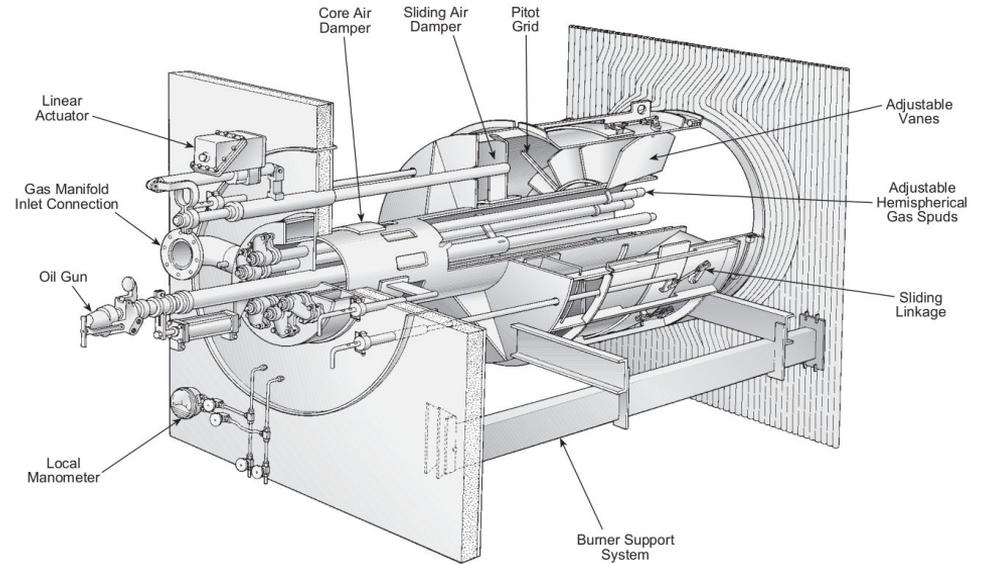
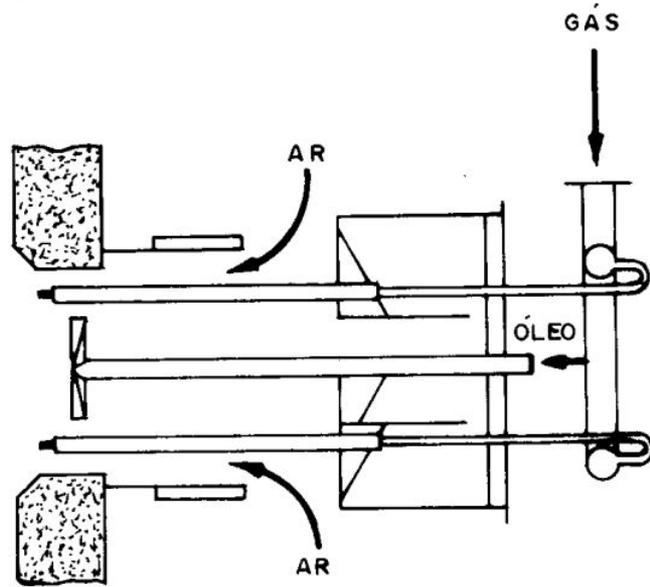
Piloto Interrumpido



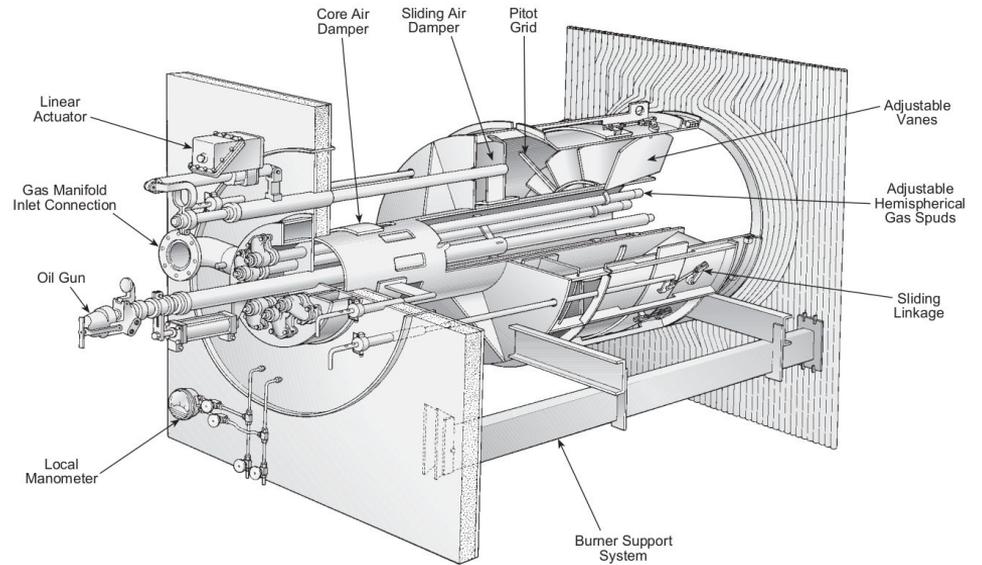
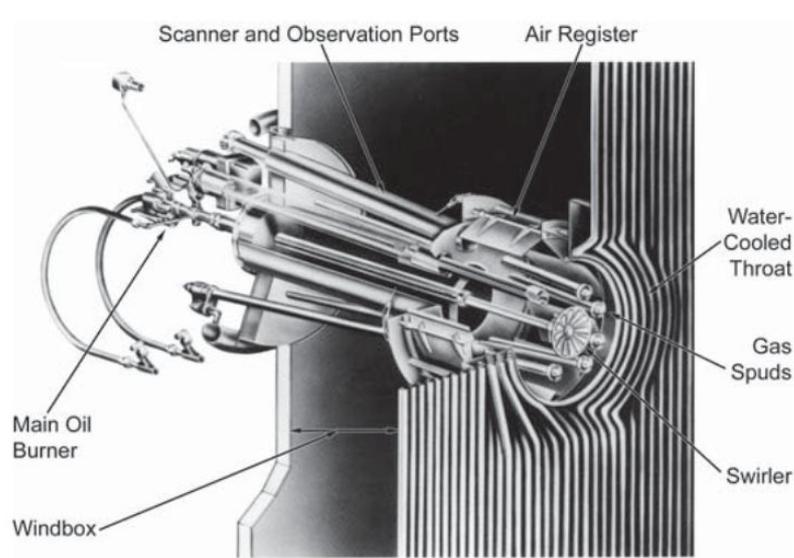
Queimador dual (Gas + Líquido)



Queimador dual (Gas + Líquido)



Quemador dual (Gas + Líquido)



Protocolo de combustión

Combustible:

- Caudal
- Presiones
- Temperatura

Protocolo de combustión

Combustible:

- Caudal
- Presiones
- Temperatura

Aire:

- Caudal
- Presiones

Protocolo de combustión

Combustible:

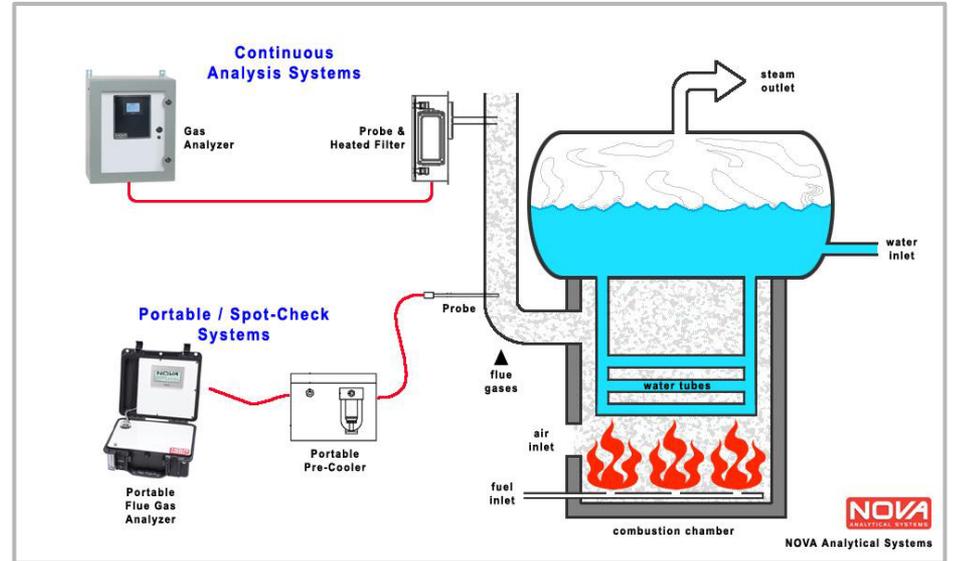
- Caudal
- Presiones
- Temperatura

Aire:

- Caudal
- Presiones

Humos:

- Composición:
 O_2 , CO , CO_2
- Temperatura



Protocolo de combustión

Combustible:

- Caudal
- Presiones
- Temperatura

Humos:

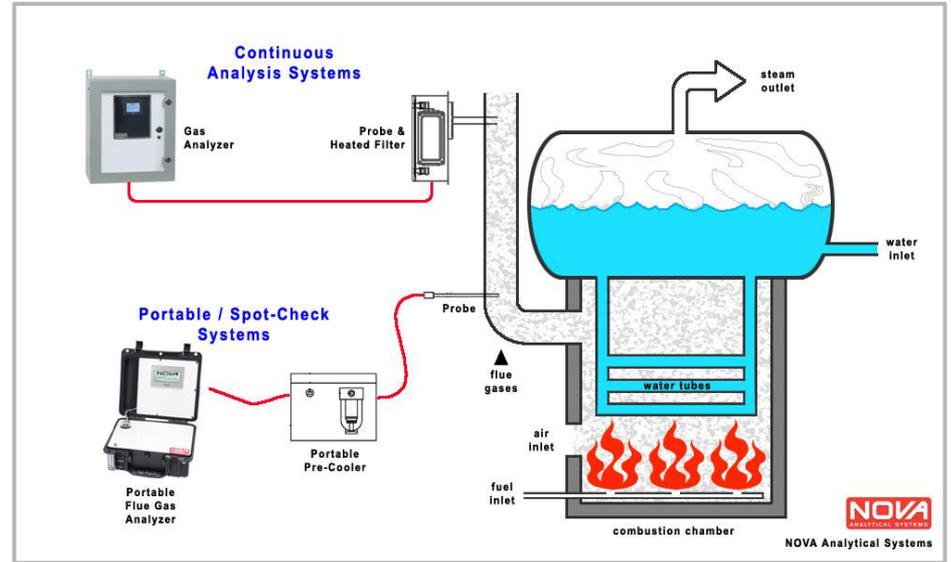
- Composición:
 O_2 , CO , CO_2
- Temperatura

Aire:

- Caudal
- Presiones

Vapor:

- Caudal
- Presión



Otros links

<https://www.youtube.com/watch?v=BqsRzjeG0D0>

Emisiones ambientales

Reglamento de calidad del aire

Emisiones ambientales

Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA, antes DINAMA)

Reglamento de calidad del aire

Fuentes Fijas

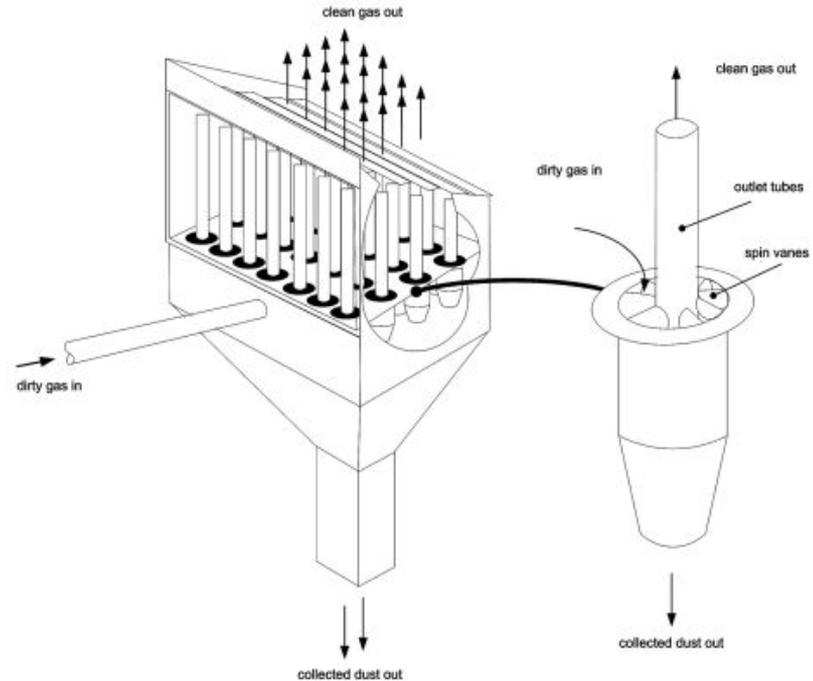
Límites máximos admisibles en función de la **potencia térmica** y el **tipo de combustible**

Unidad de combustión (Potencia térmica) ⁽¹⁾	Combustible ⁽²⁾	SO ₂ (mg/Nm ³)	NOx 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			

Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Emisiones de:

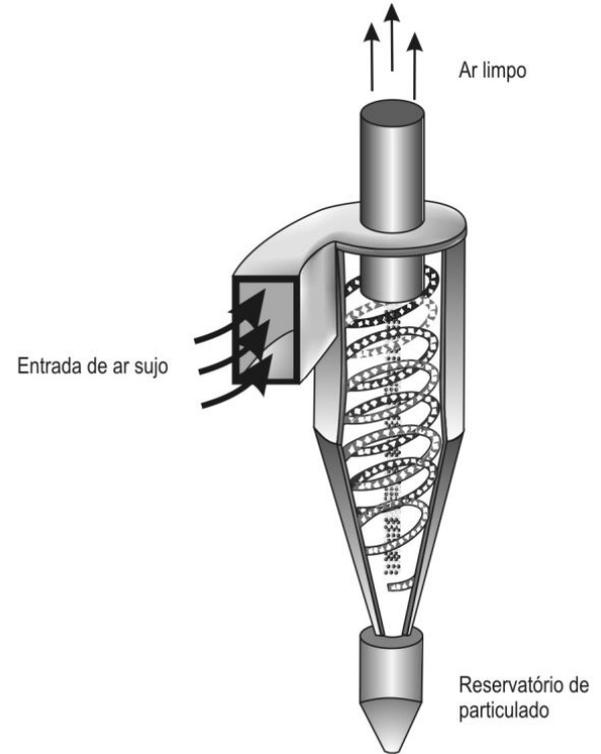
- Hollín
- Carbono sin quemar
- Cenizas
- Alquitrán
- Gases contaminantes



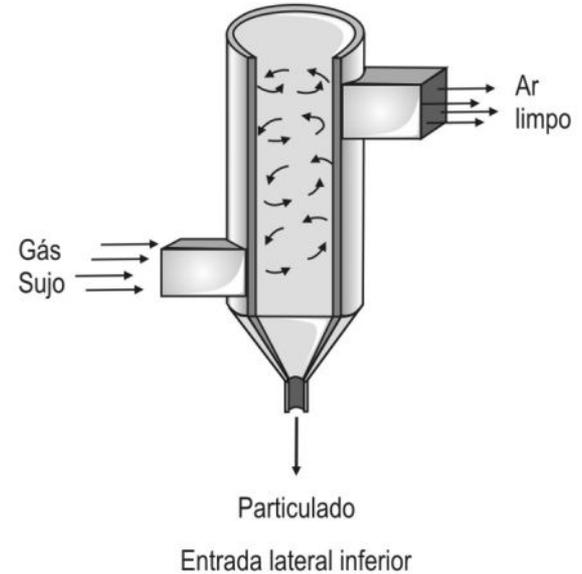
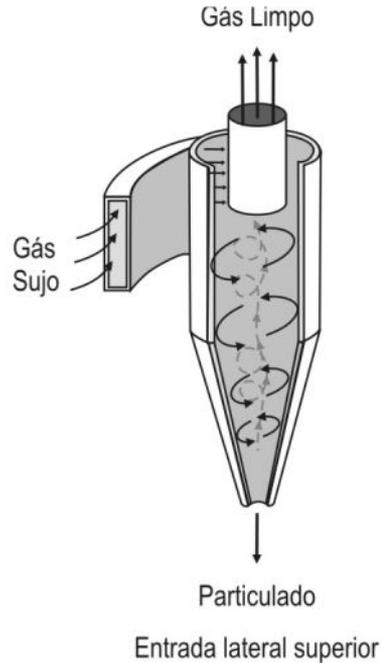
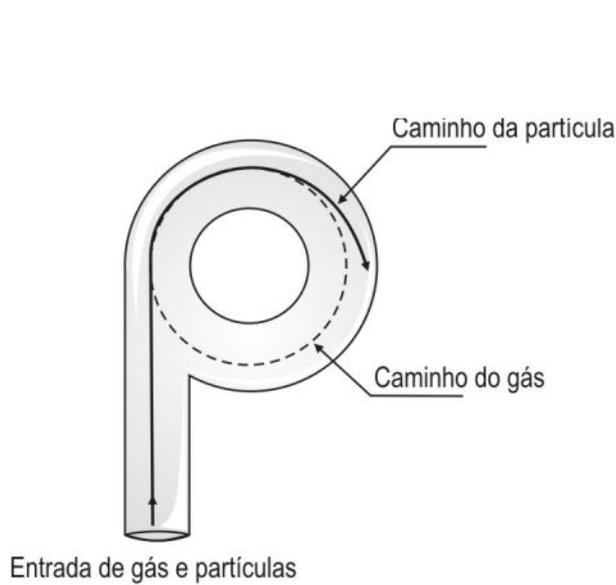
Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Ciclones:

- **Primer etapa** de limpieza, sin necesidad de enfriar lo humos
- Diversas aplicaciones de **presión y temp.**
- Partículas grandes. **Mayor a $10\mu\text{m}$**
- Diseño: **velocidad y geometría**
- Cuanto **menor diámetro** mayor eficiencia



Emisiones y sistemas tratamiento de humos

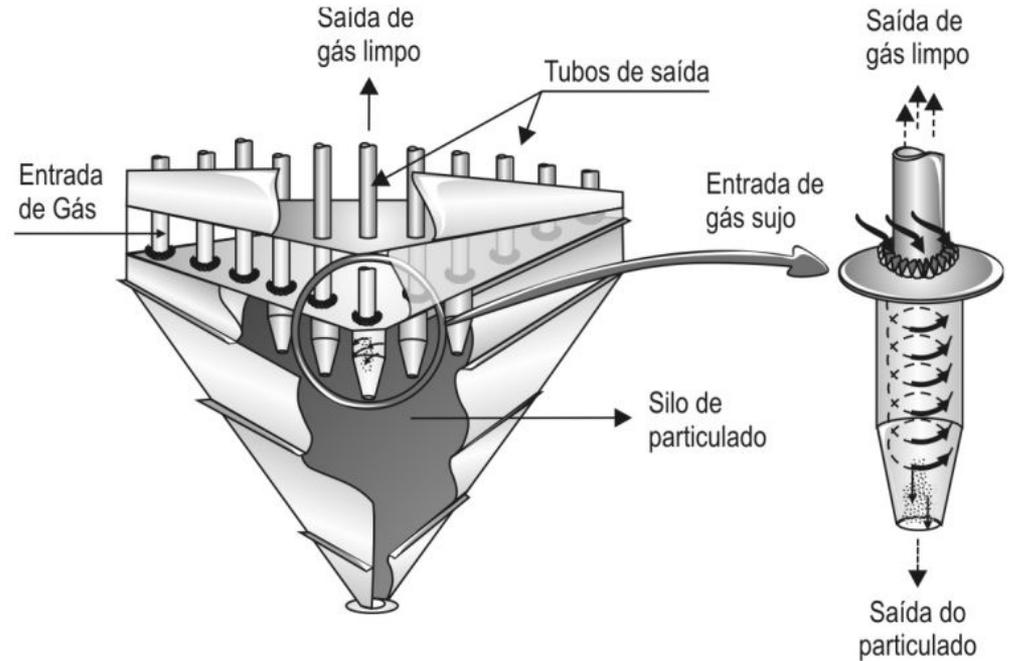


Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Multiciclón:

Ciclones en paralelo para minimizar la pérdida de carga y aumentar la eficiencia

En serie cuando las partículas son de tamaños muy diversos



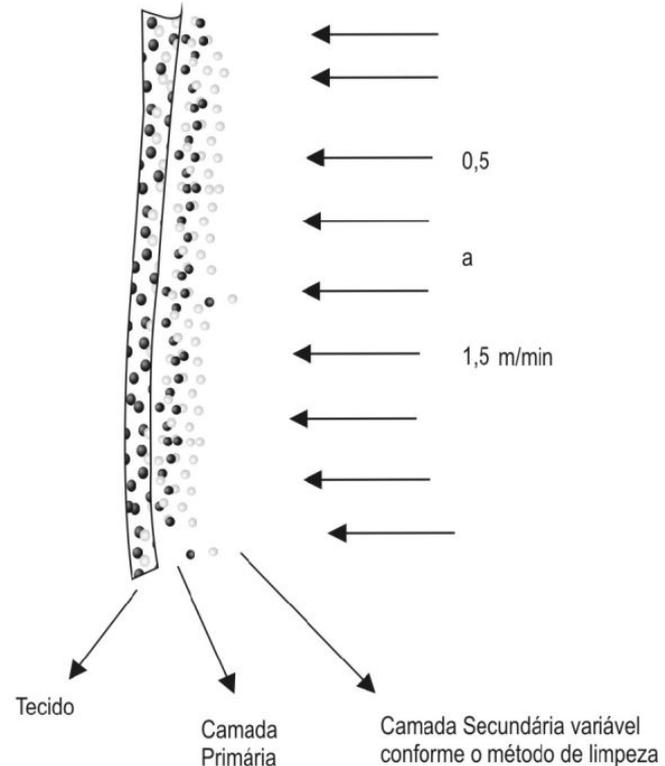
Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Filtros:

Funciona por el **impacto** de las partículas en una malla o estructura porosa.

Velocidades **bajas**

Filtro de mangas es el más común



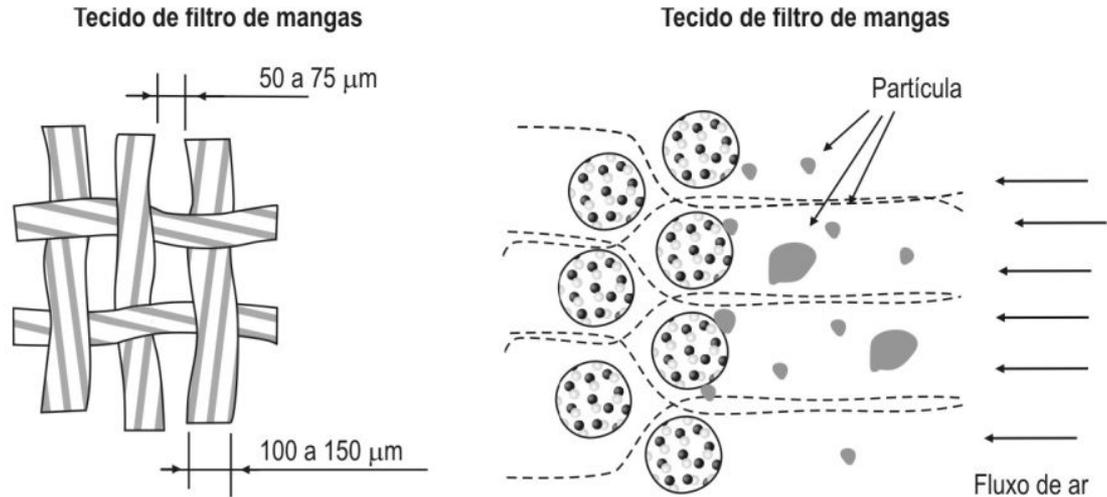
Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Filtros de mangas:

Elemento tubular de tejido filtrante (teflón o fibra de vidrio).

Se acumula una **capa de partículas** que debe ser retirada (**aumento de pérdida de carga**)

Tres medios filtrantes: **tejido**, **capa impregnada** de partículas, **capa secundaria** de material a filtrar. Puede filtrar **hasta 1 μ m**

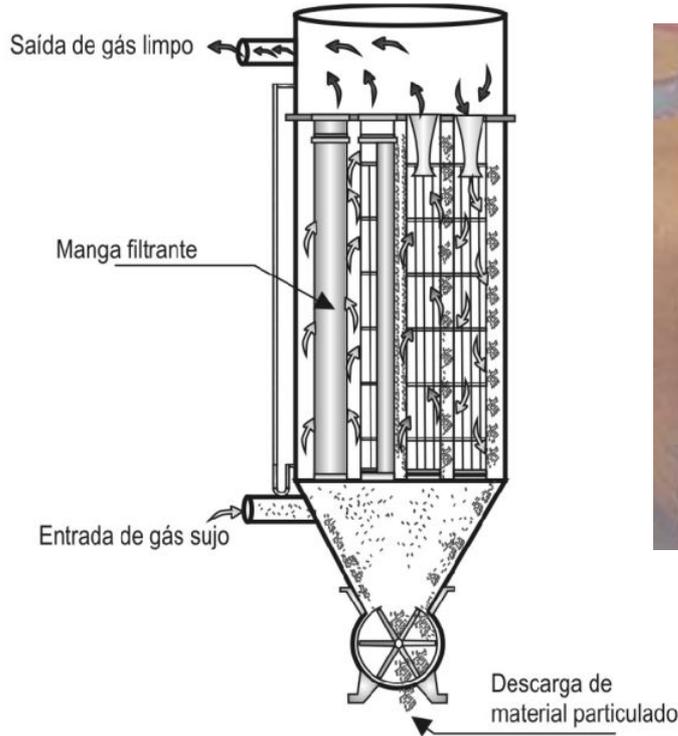


Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Filtros de mangas:

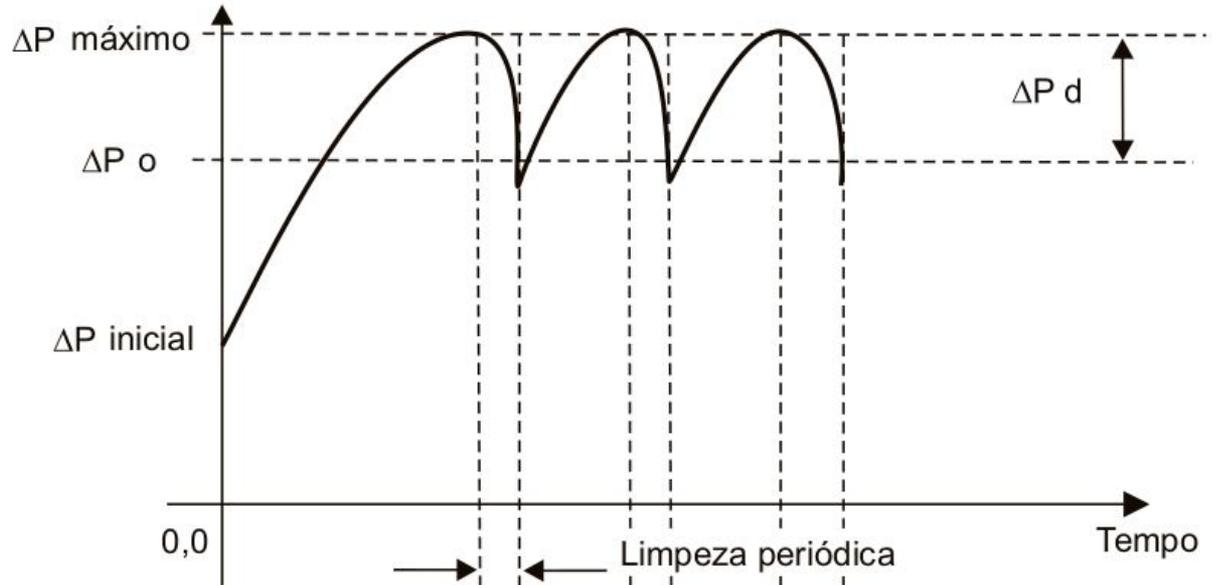
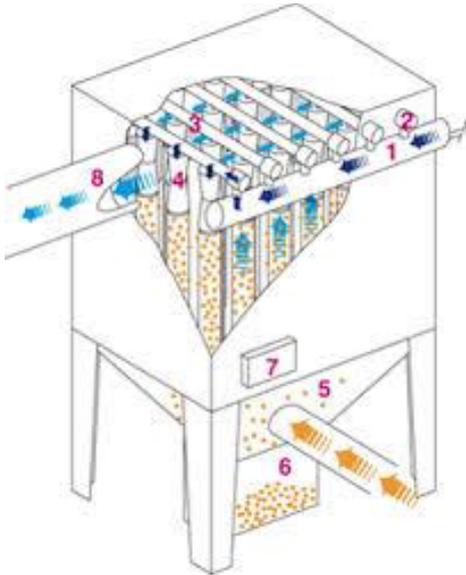
Varias mangas para aumentar la superficie de filtrado

Limpieza con aire comprimido



Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Filtros de mangas: Limpieza

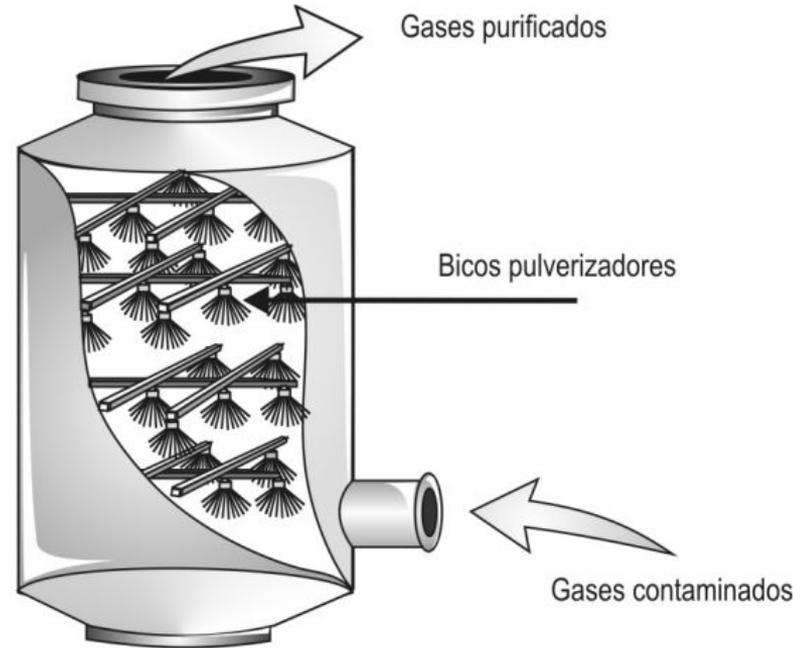


Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Torre de lavado (scrubbers):

Lluvia de **gotas de agua** que adhieren partículas de entre **0,1 y 20 μm**

Limpieza de gases ácidos (SO_2 , HCl, HF) utilizando reactivos alcalinos

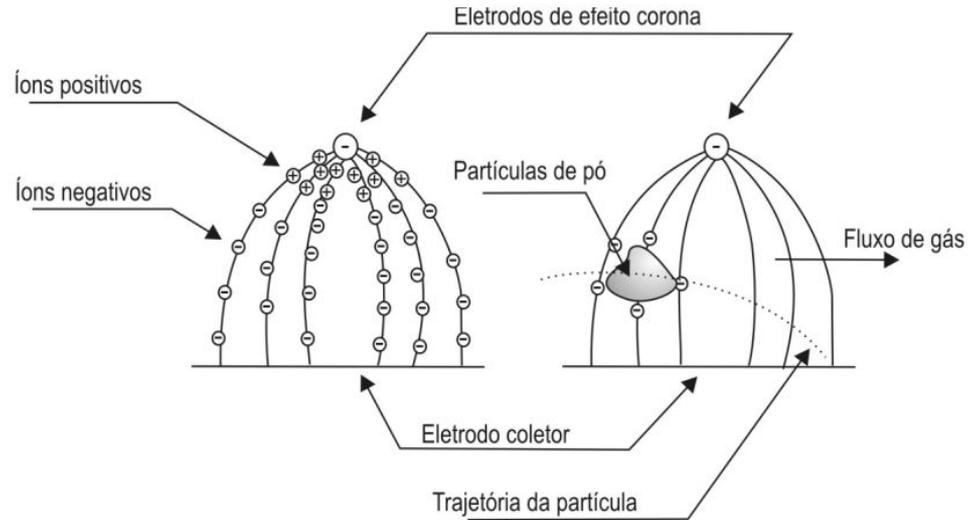


Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Precipitadores electrostáticos:

Tres etapas:

1. Cargar eléctricamente las partículas
2. Recolectar las partículas
3. Limpiar las placas



Campo eléctrico no uniforme generado por dos electrodos (descarga y colecta), corriente continua, 25 a 40 kV.

Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Precipitadores electrostáticos:

- 99% de eficiencia
- Partículas pequeñas
- Captura de partículas secas y húmedas
- Pérdida de presión baja
- $T < 480^{\circ}\text{C}$
- Voluminosos
- Costo inicial elevado

