

## B) Combustibles líquidos



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

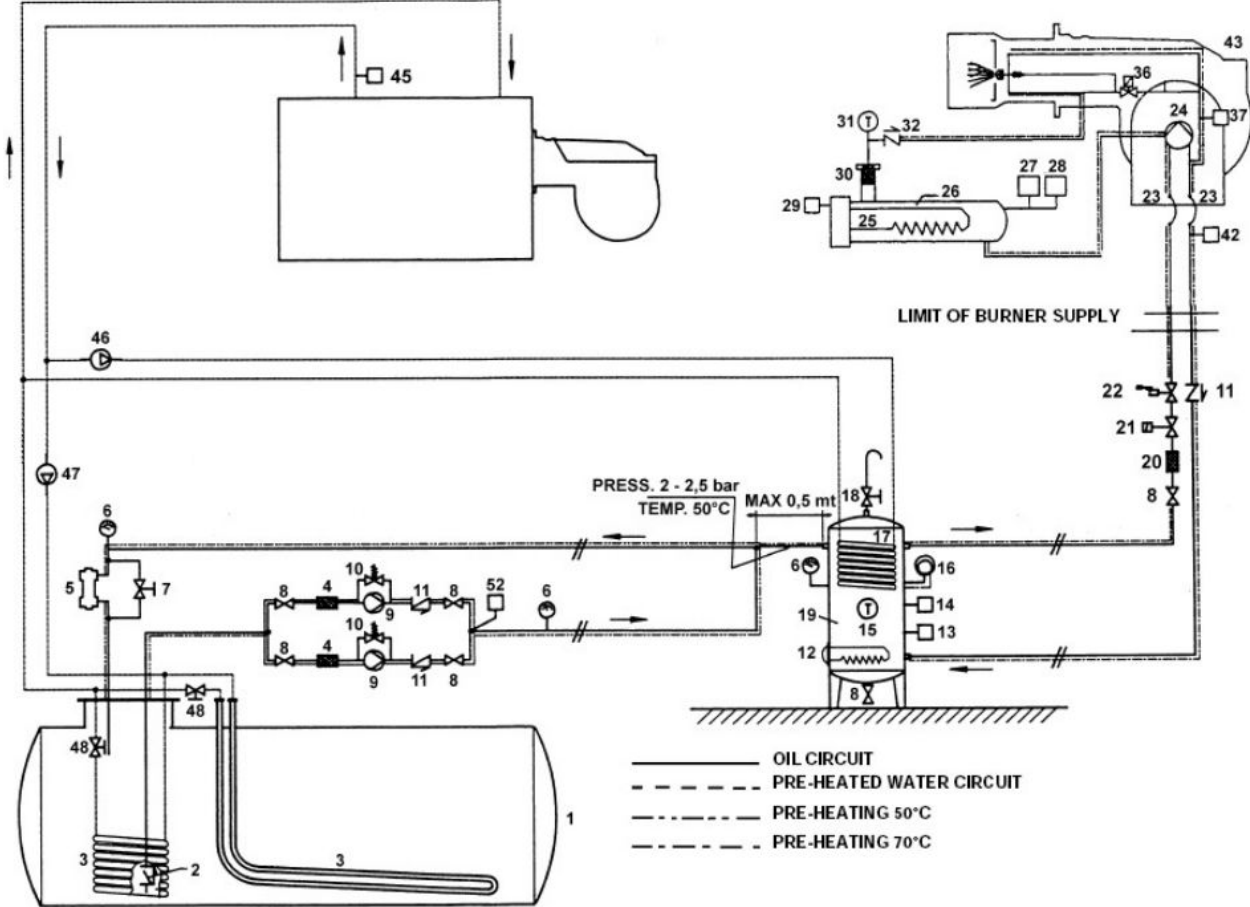
# Características de combustibles líquidos

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 +<br>ASTM D 473 |
| Estabilidad y Compatibilidad        |                         | 2           | ASTM D 4740               |

# Fuel oil



# Fuel oil

## HYDRAULIC DIAGRAMS 3ID0010 E 3ID0012 -

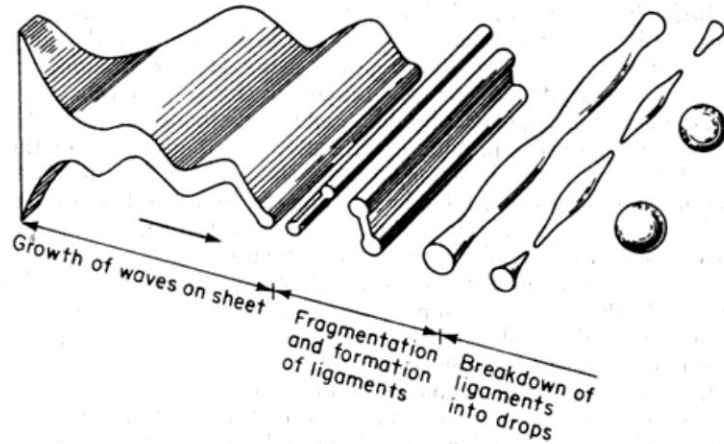
- 1 Oil storage tank
- 2 Foot valve
- 3 Oil storage tank pre-heating coils (1)
- 4 Oil circuit filter (1 mm mesh)
- 5 Circuit pressure regulator
- 6 Pressure gauge scale 0 - 10 bars
- 7 Pressure regulator by-pass valve (5)
- 8 Gate valve
- 9 Oil circuit pressure regulator pump
- 10 Pump pressure regulator (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

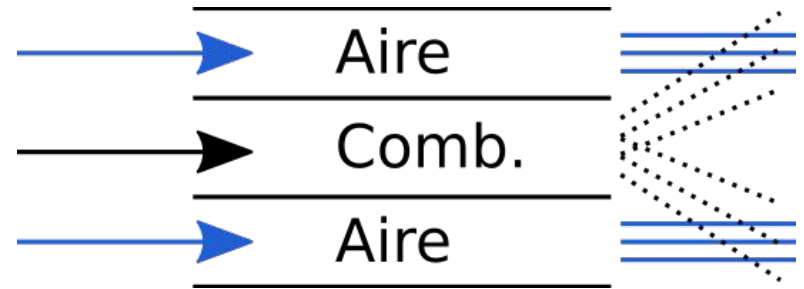
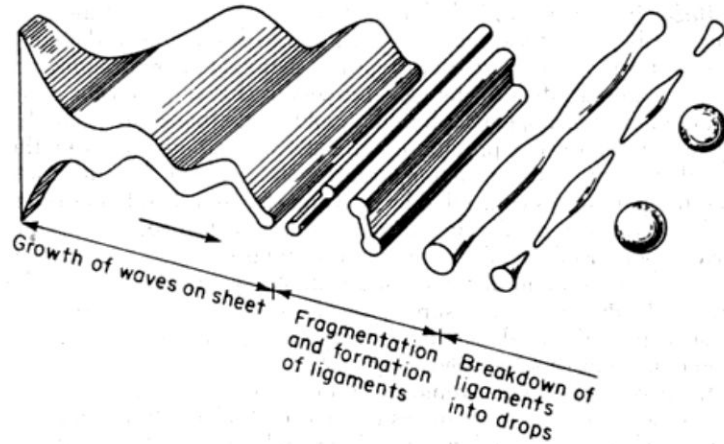
# Fuel oil - Quemadores

- Atomización o pulverización
- Mezcla: combustible + aire



# Fuel oil - Quemadores

- Atomización o pulverización
- Mezcla: combustible + aire



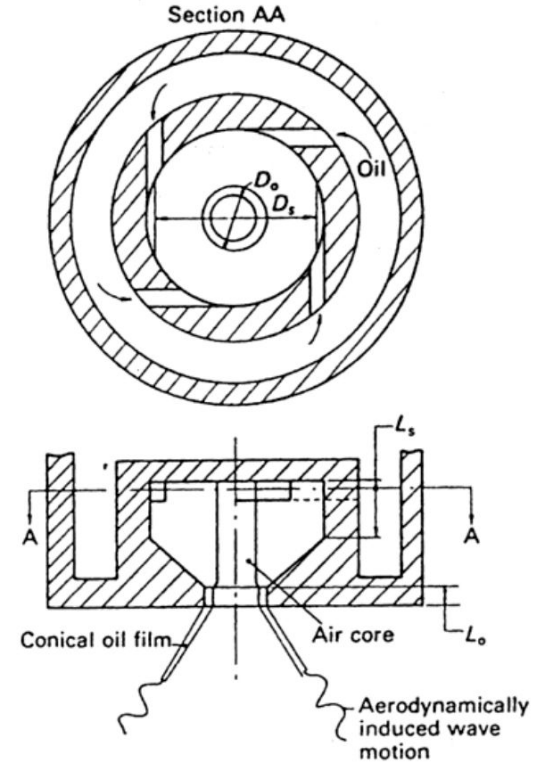
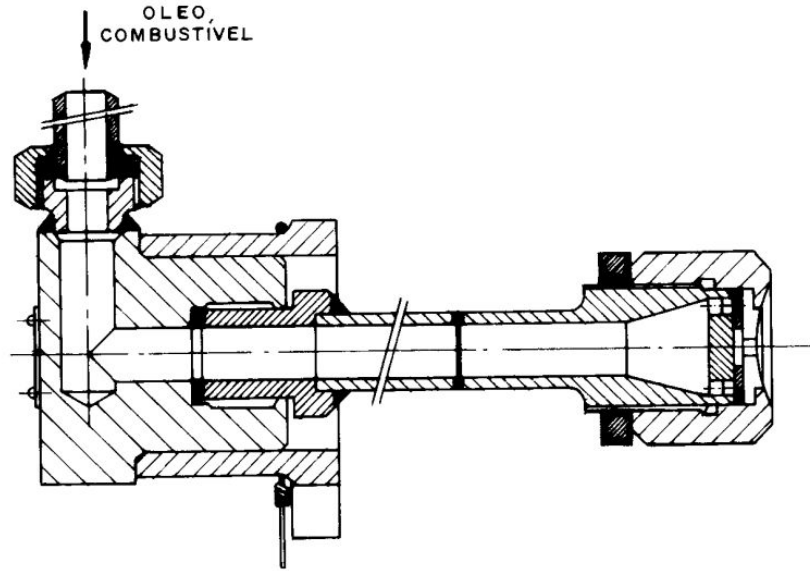
# Fuel oil - Quemadores

## **Tipos:**

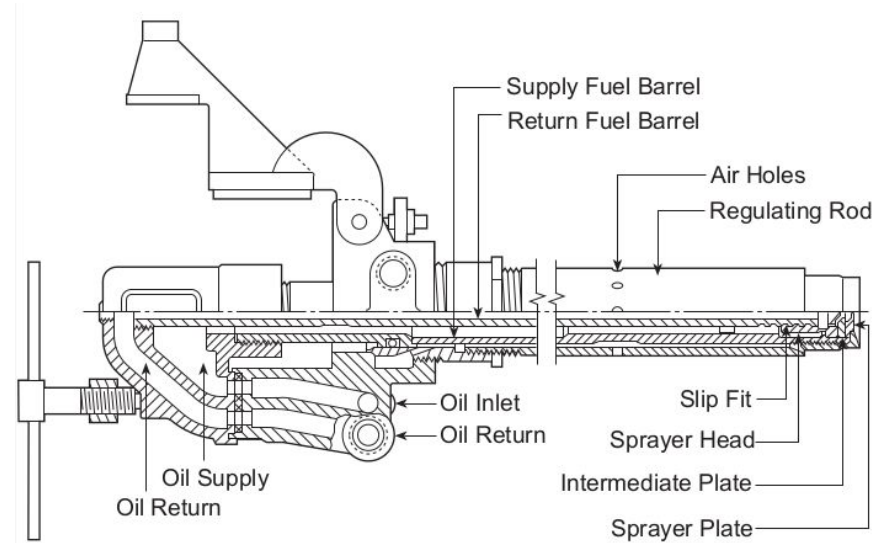
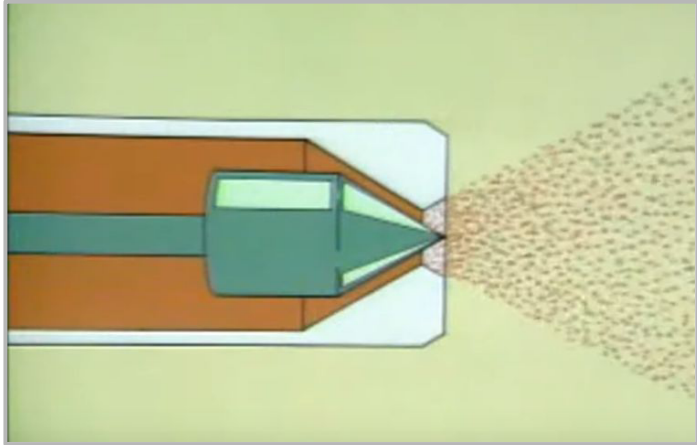
1. Quemadores por presión mecánica
2. Quemadores por rotación (copa rotativa)
3. Quemadores por inyección de vapor o aire



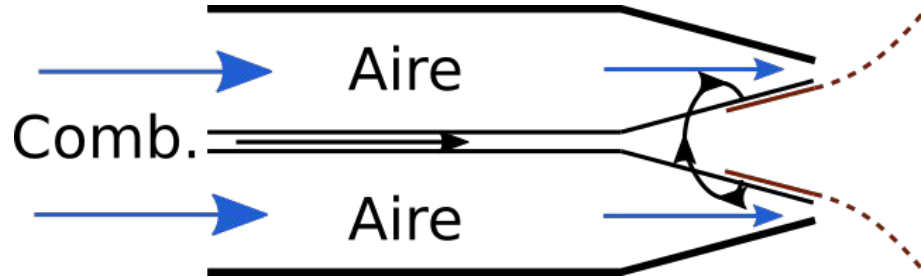
# Quemador a presión mecánica



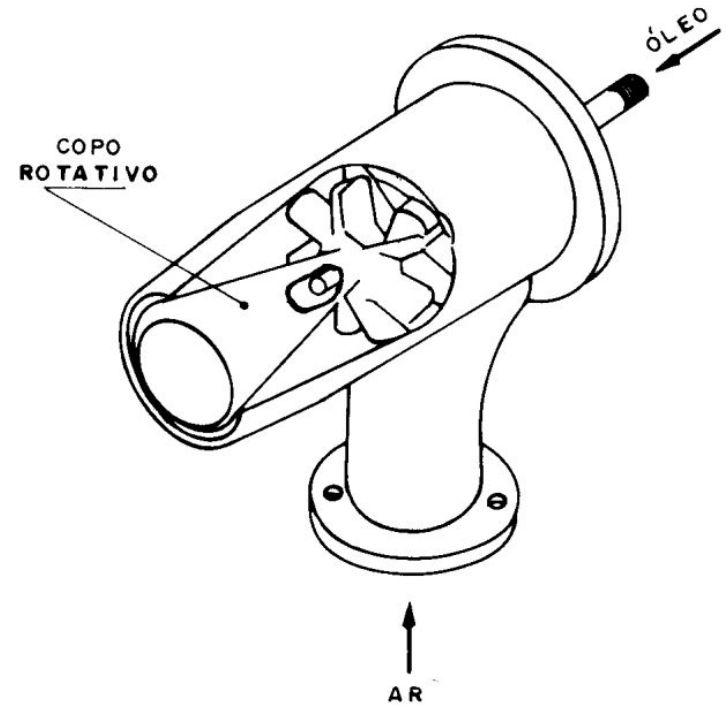
# Quemador a presión mecánica



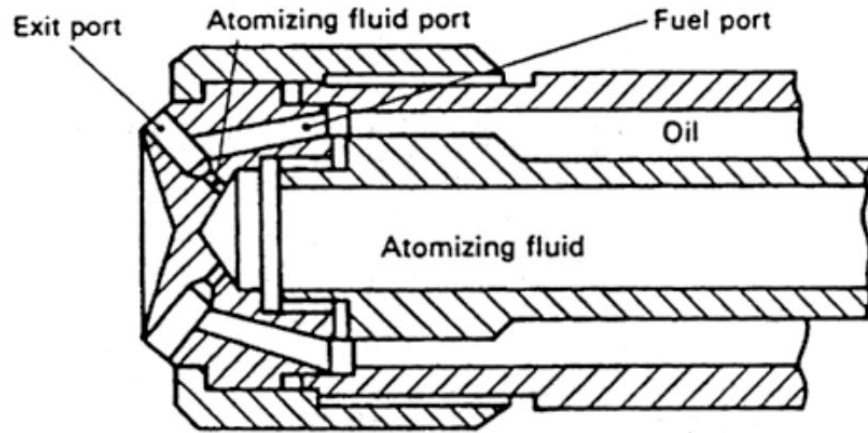
# Quemador de copa rotativa



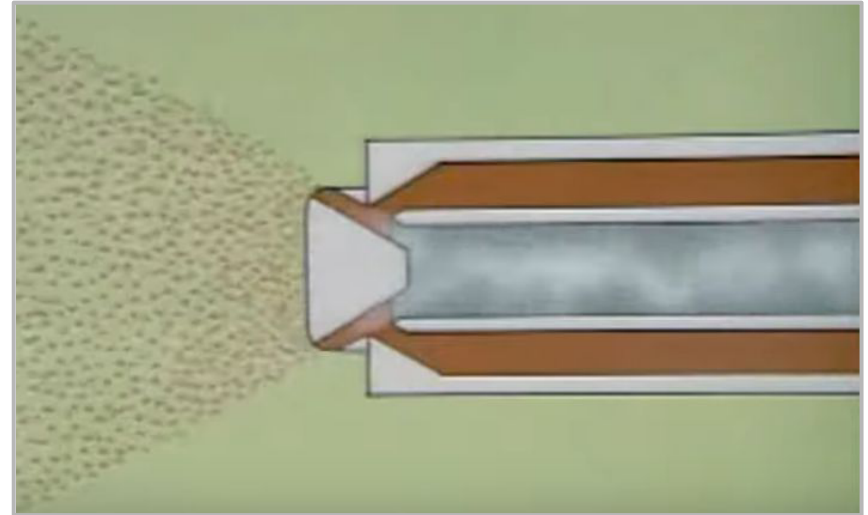
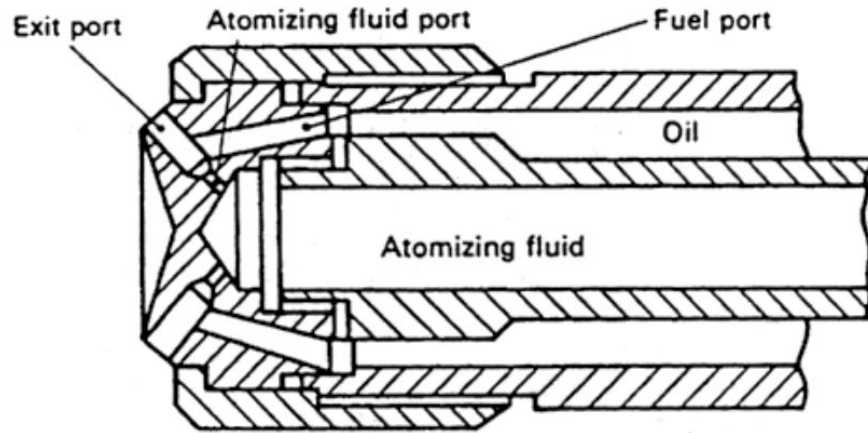
# Queimador de copa rotativa



# Quemador por inyección de vapor o aire



# Quemador por inyección de vapor o aire



# Quemador por inyección de vapor o aire



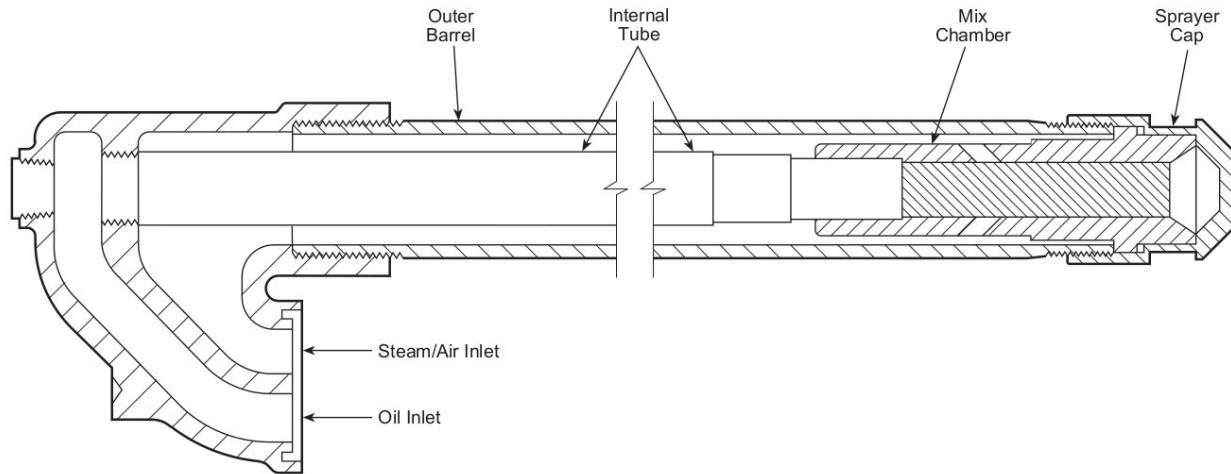
Mix Chamber (side view)



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.



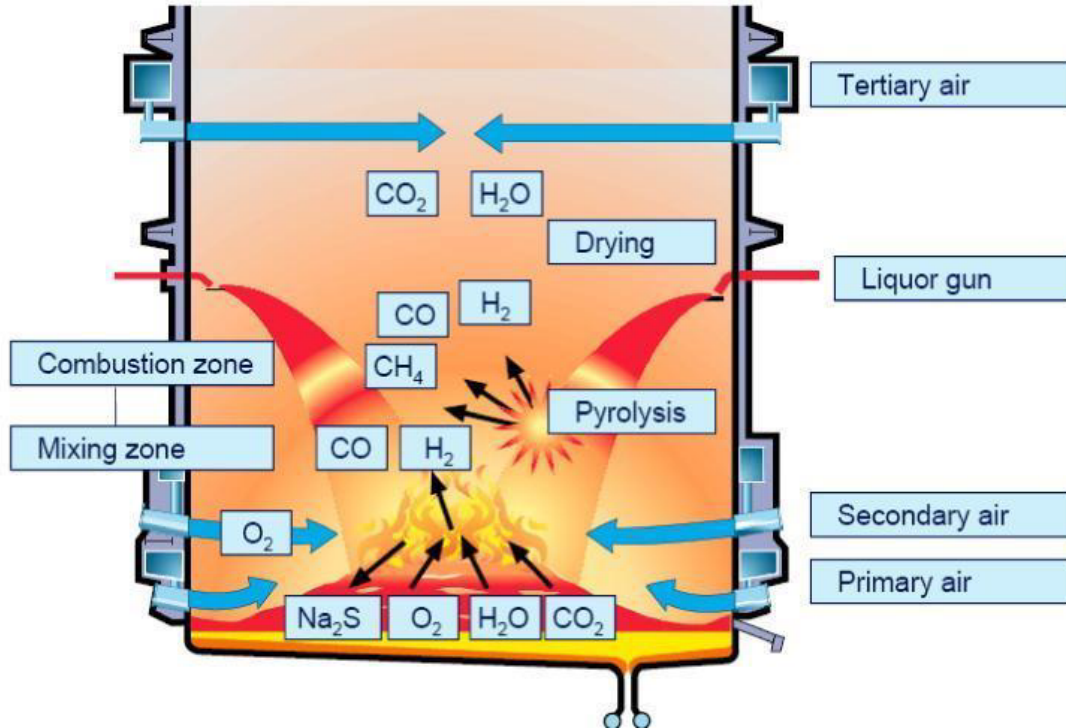
# Operación de quemadores

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



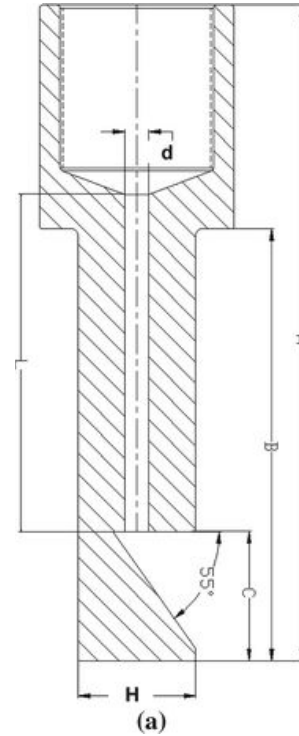
# Combustión de Licor Negro



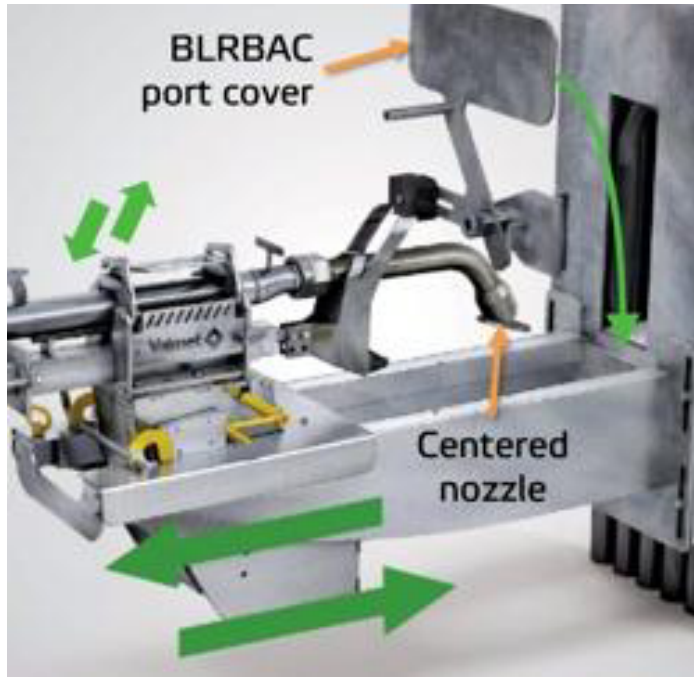
# Combustión de Licor Negro



# Combustión de Licor Negro



# Combustión de Licor Negro



# Otros Links

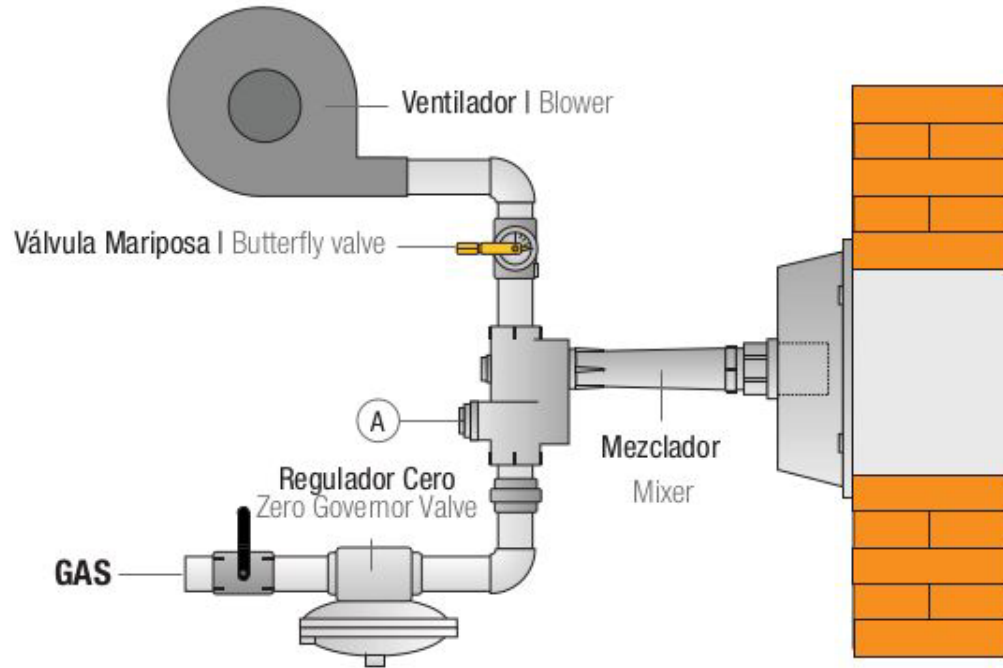
<https://www.youtube.com/watch?v=EekwHUGcdmo>

<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

urisia

**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 - CP: 11400 - TEL: 00598 2 2902 1681

E-mail: [ventas@intec.org.uy](mailto:ventas@intec.org.uy) / [informacion@intec.org.uy](mailto:informacion@intec.org.uy)

**INSTITUTO URUGUAYO  
DE NORMAS TÉCNICAS**

**UNIT**

**1005:2021**

Documento 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



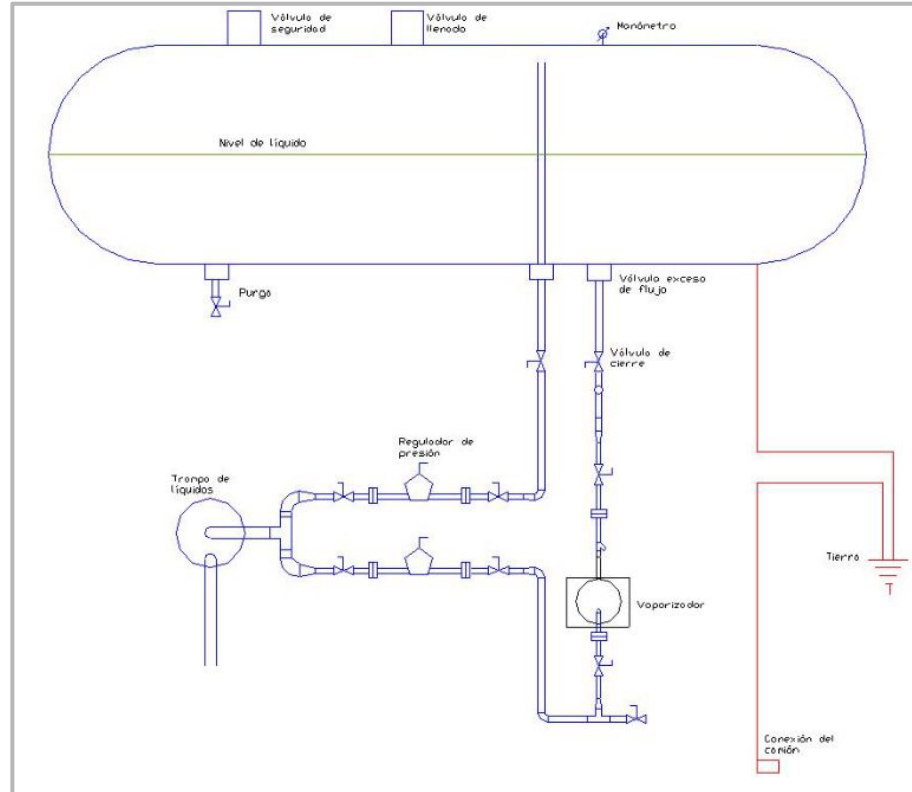
50.000 lt

# Instalación de gases - GLP



120.000 lt

# Instalación de gases - GLP



# Instalación de gases - GN



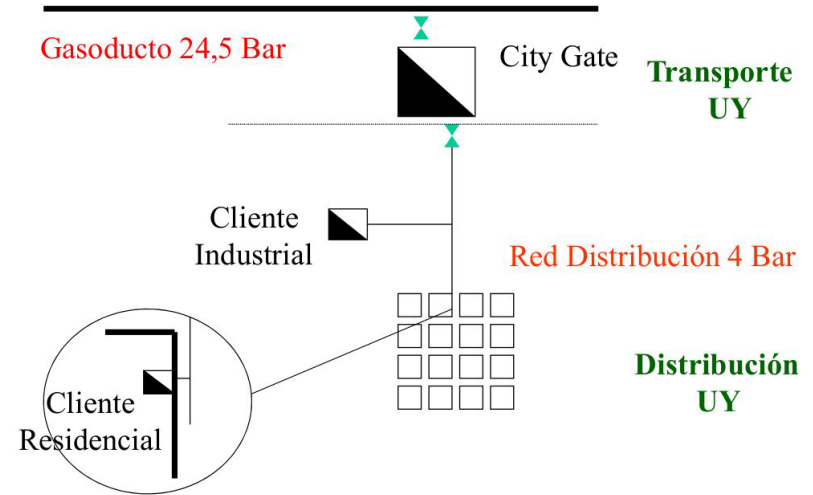
Gasoducto



# Instalación de gases - GN



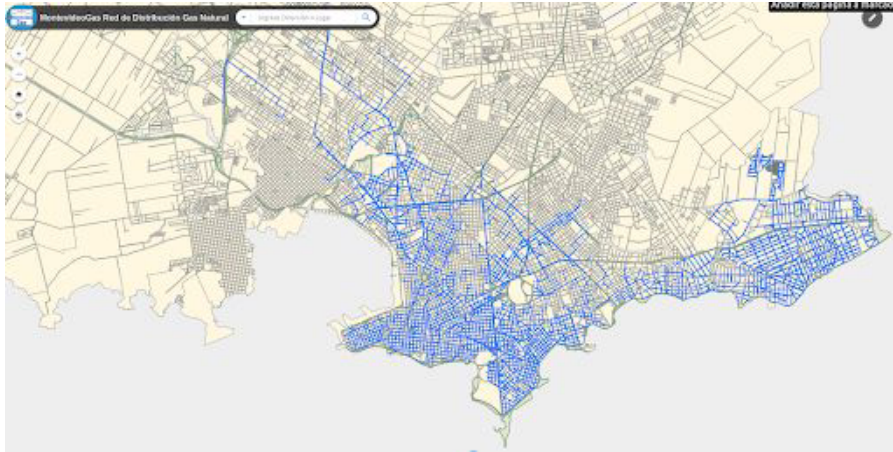
Gasoducto



Red de distribución

Presión de la red: 4 barg

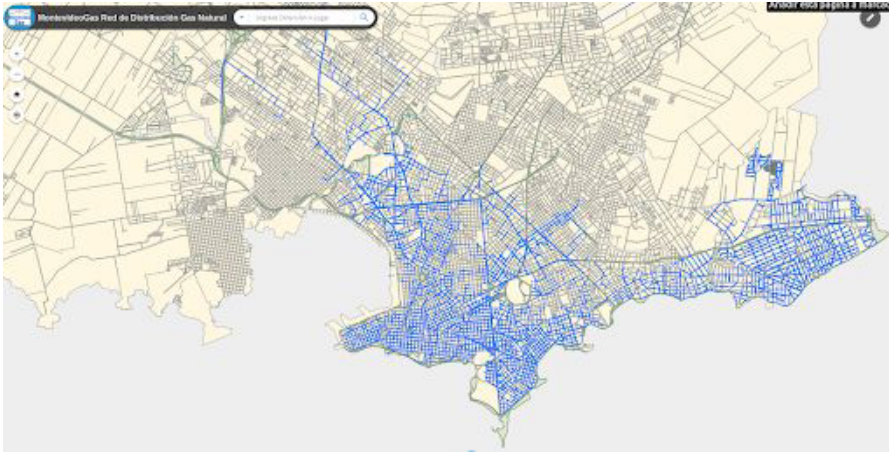
# Instalación de gases - GN



Red de distribución

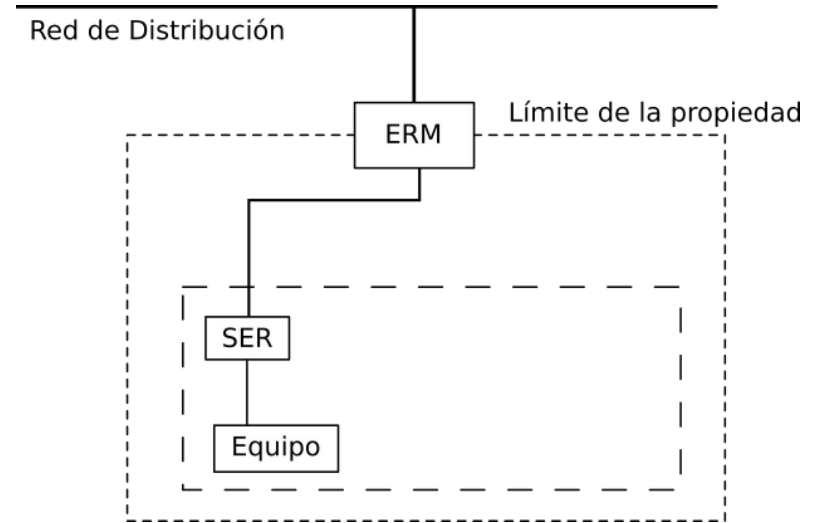
Presión de la red: 4 barg

# Instalación de gases - GN



Red de distribución

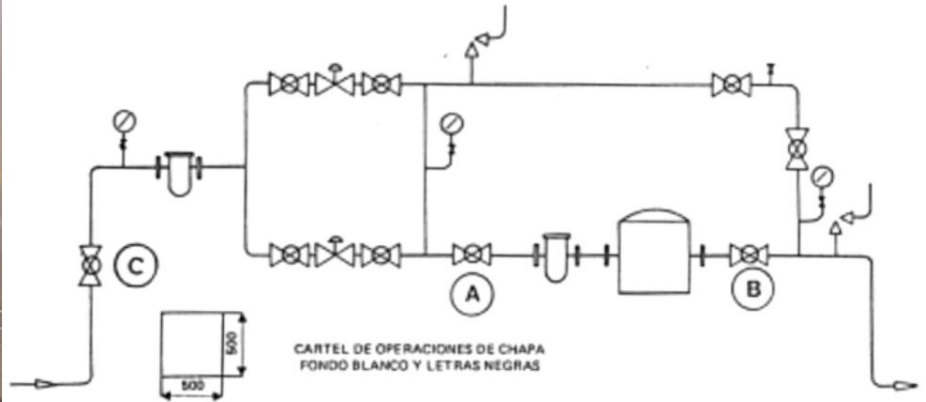
Presión de la red: 4 barg



# Instalación de gases - GN



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

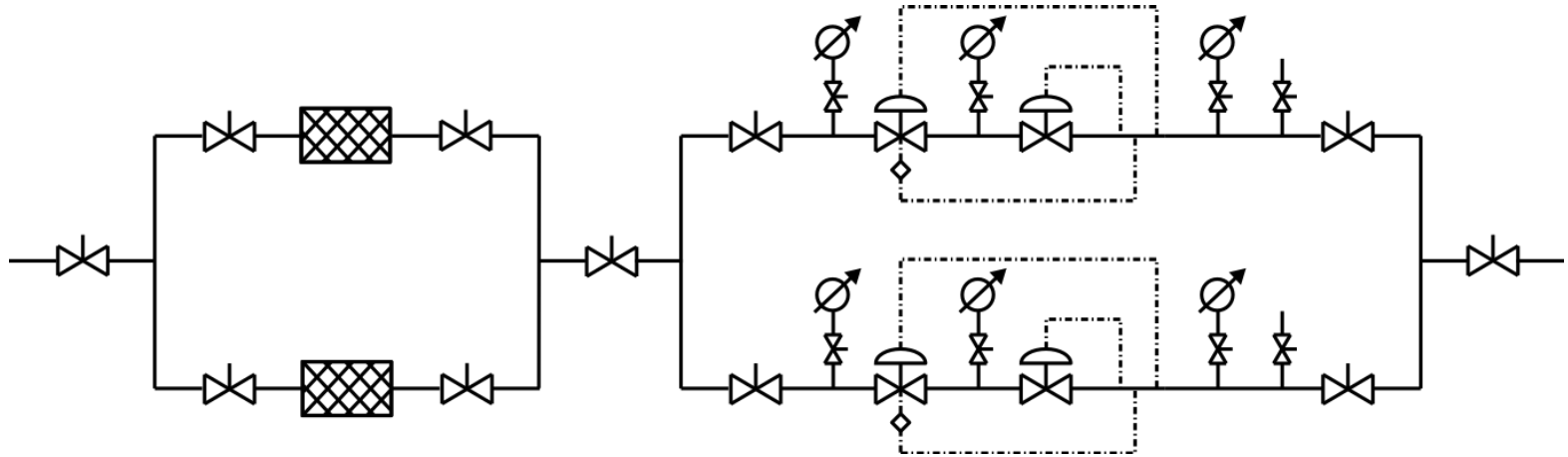


# Instalación de gases

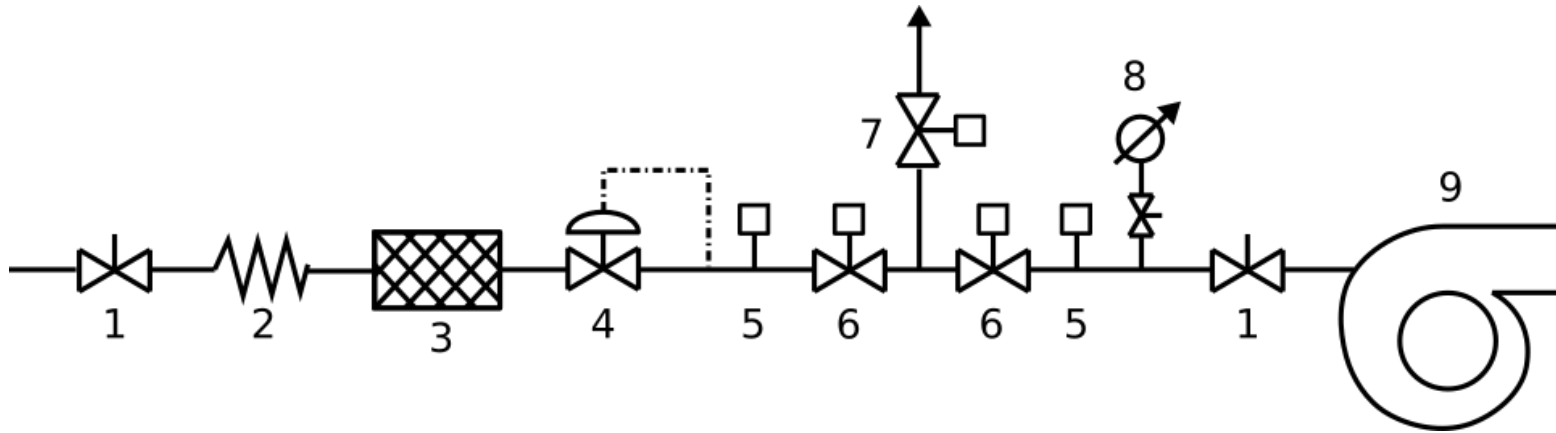
Si la **presión** en los **artefactos difiere** de la **presión regulada** de interna, será necesario instalar una planta de regulación **SER**

# 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

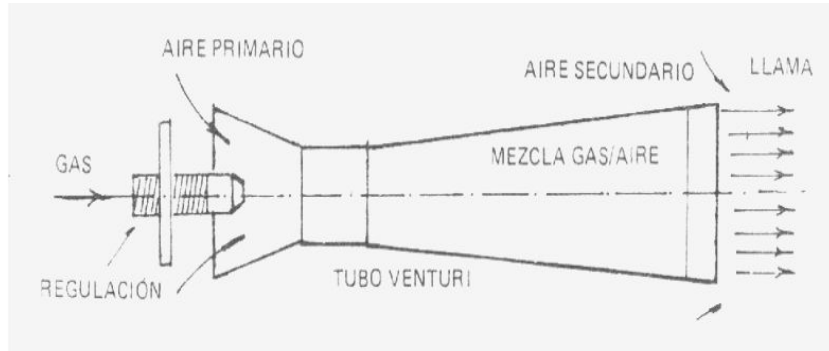
Generar una buena **mezcla** combustible + comburente, potencia **estable**, muy **bajas** emisiones de **CO**, **no** generar **calado ni desprendimiento** de llama

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



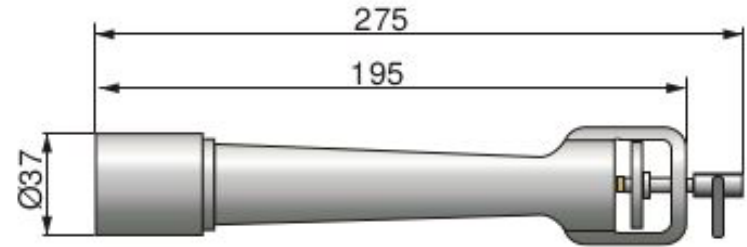
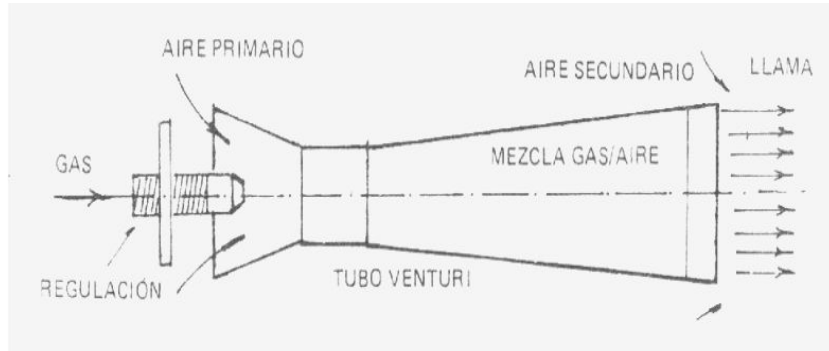
# Quemadores de gases

## Quemador atmosférico



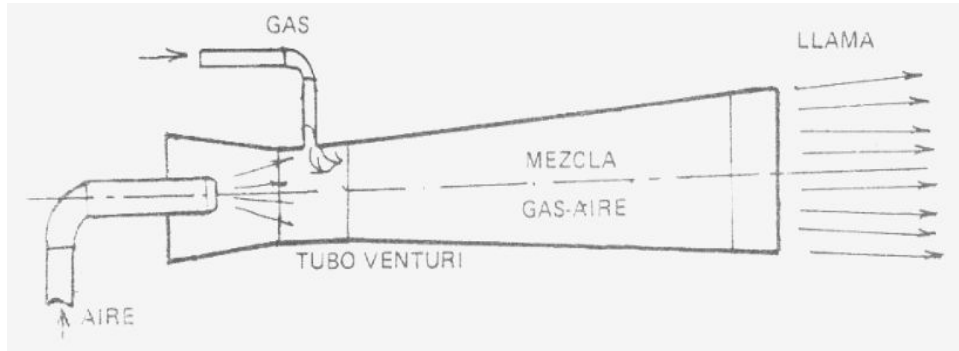
# Quemadores de gases

## Quemador atmosférico



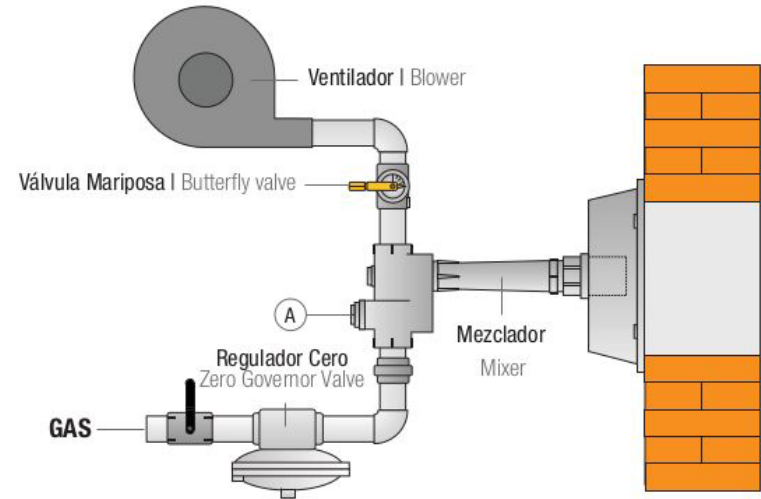
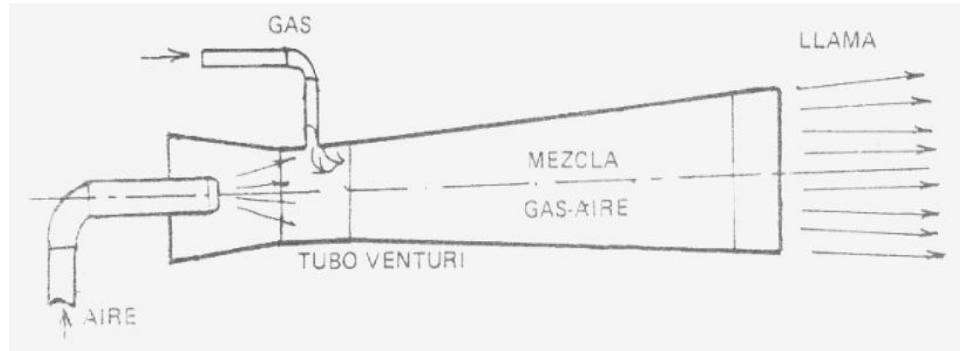
# Quemadores de gases

Quemador por presión de aire



# Quemadores de gases

## Quemador por presión de aire



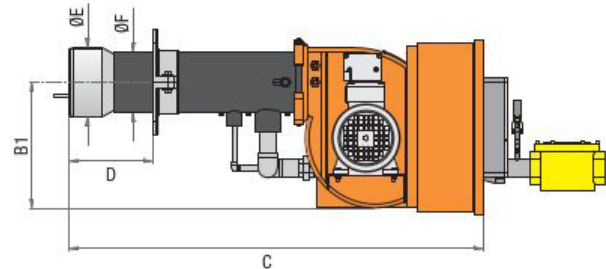
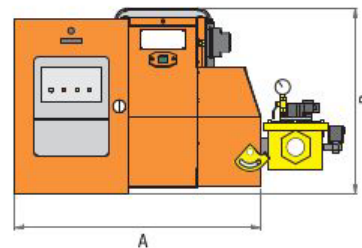
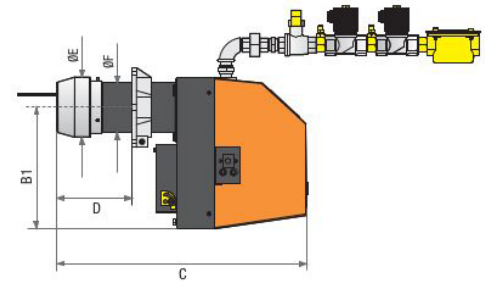
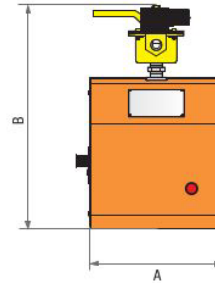
# Quemadores de gases

Quemador Monotobera para Gas  
Gas Monoblock Burners

## EQA 91



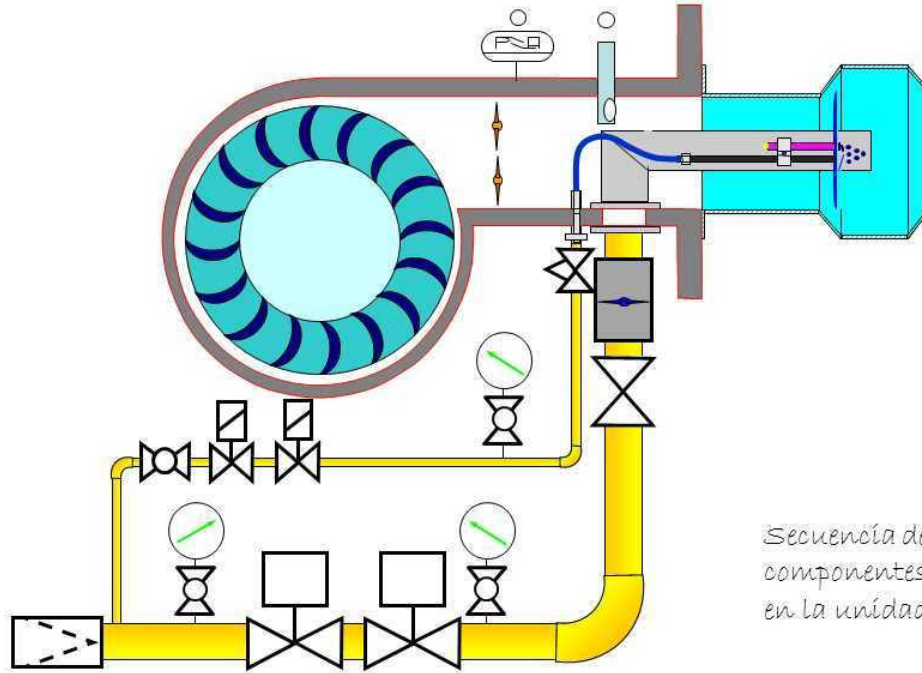
• Modelo 91-21 al 91-360  
Type 91-21 to 91-360



# 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

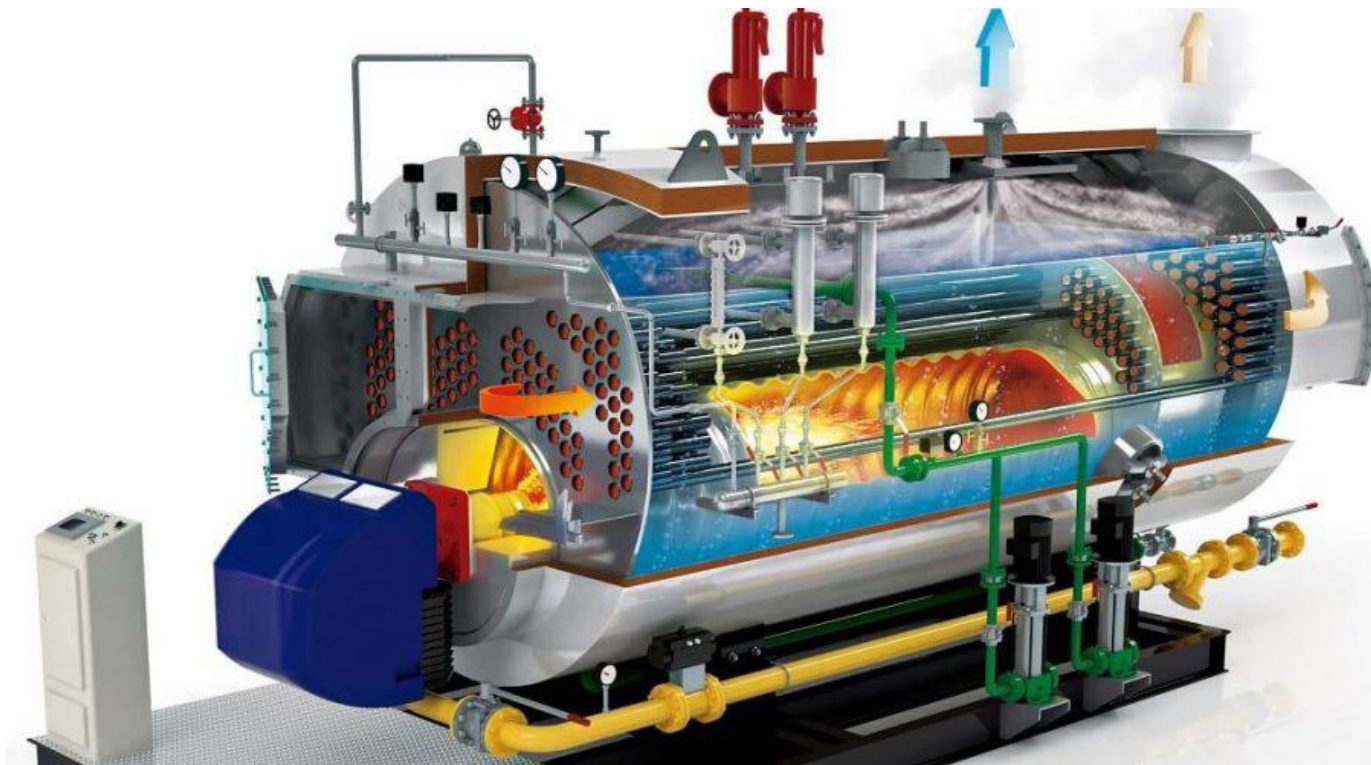




# Quemadores de gases



# 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

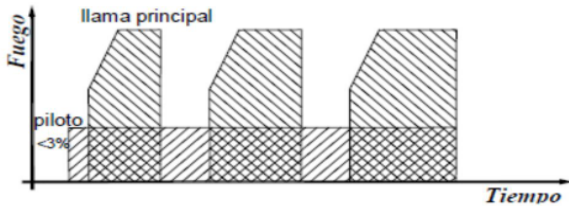
# Llama piloto

Funcionamiento **independiente** del quemador principal

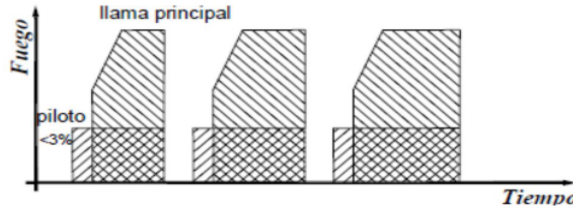
Llama piloto con potencia **inferior a 3% del máximo fuego**

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

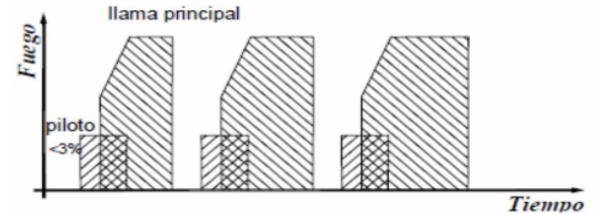
Piloto continuo



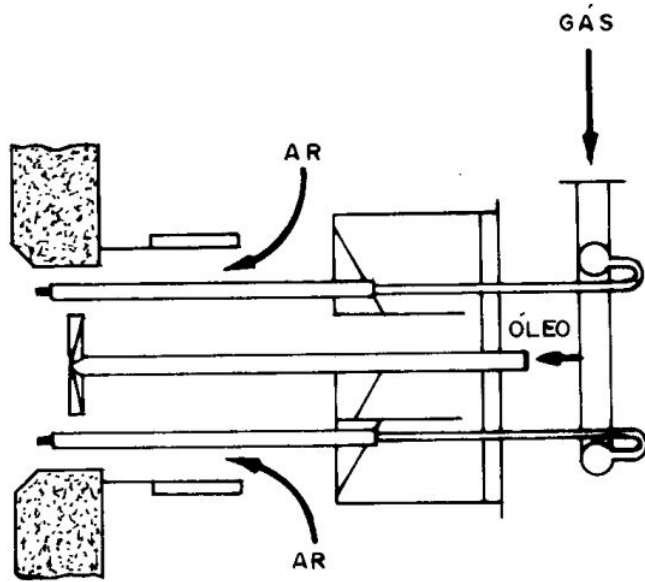
Piloto Intermitente



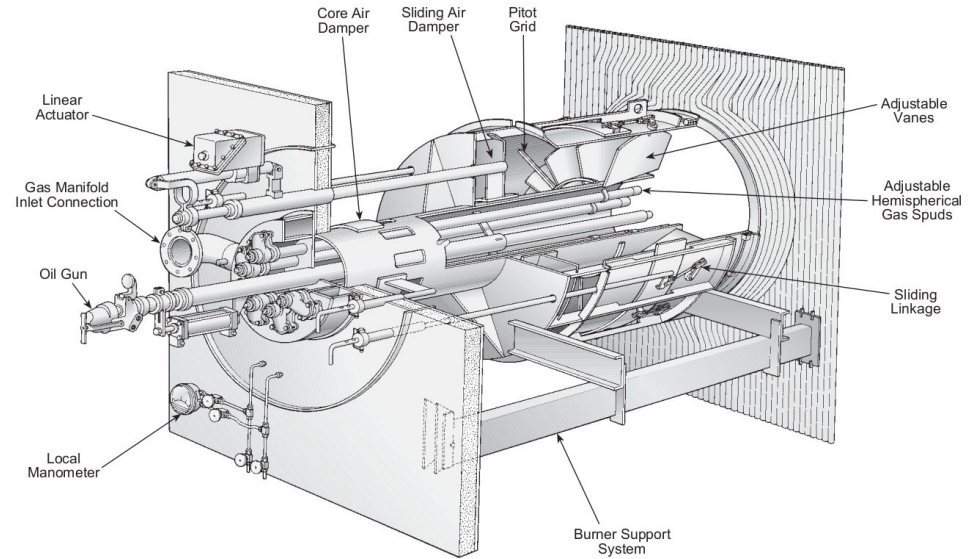
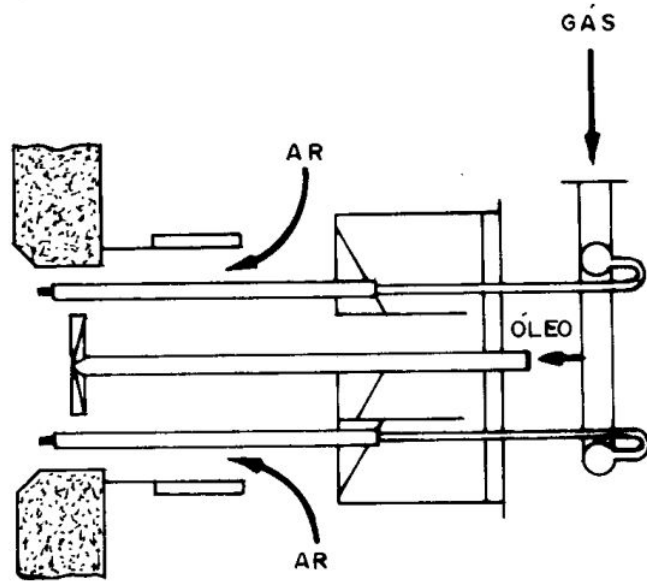
Piloto Interrumpido



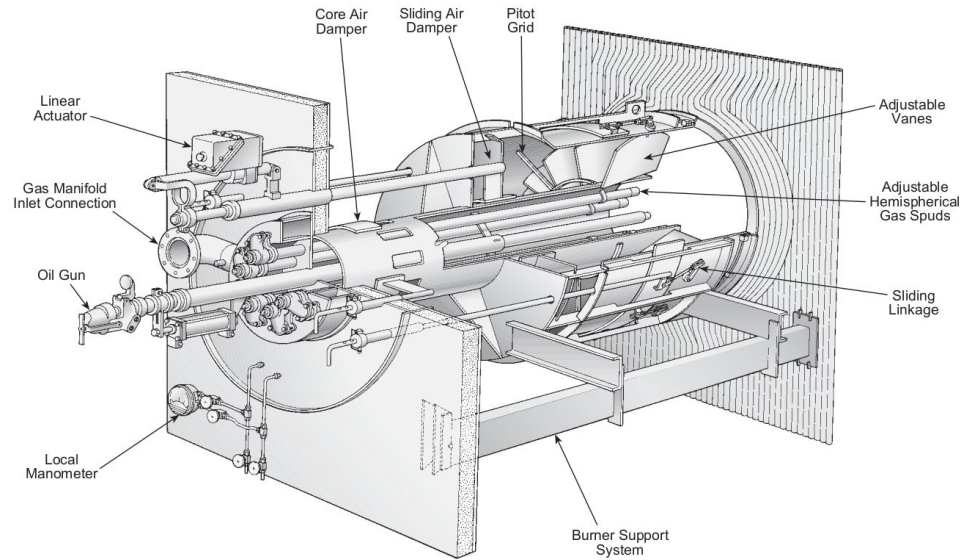
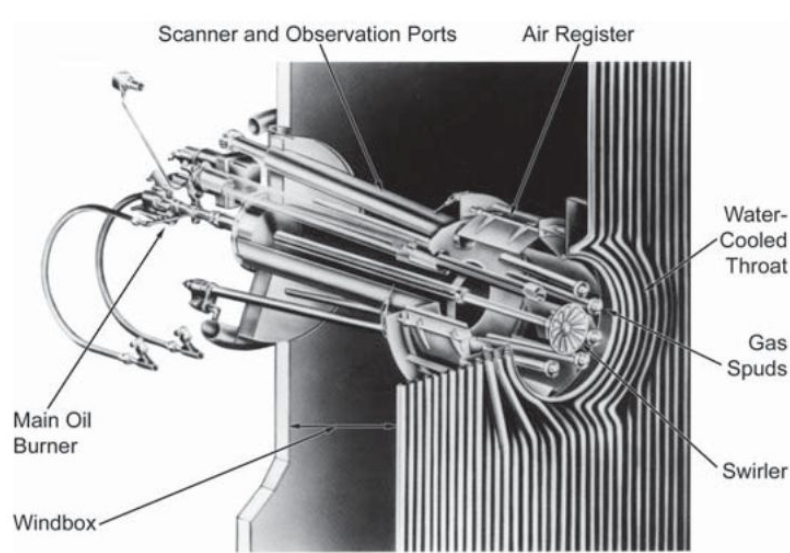
# Queimador dual (Gas + Líquido)



# Quemador 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:

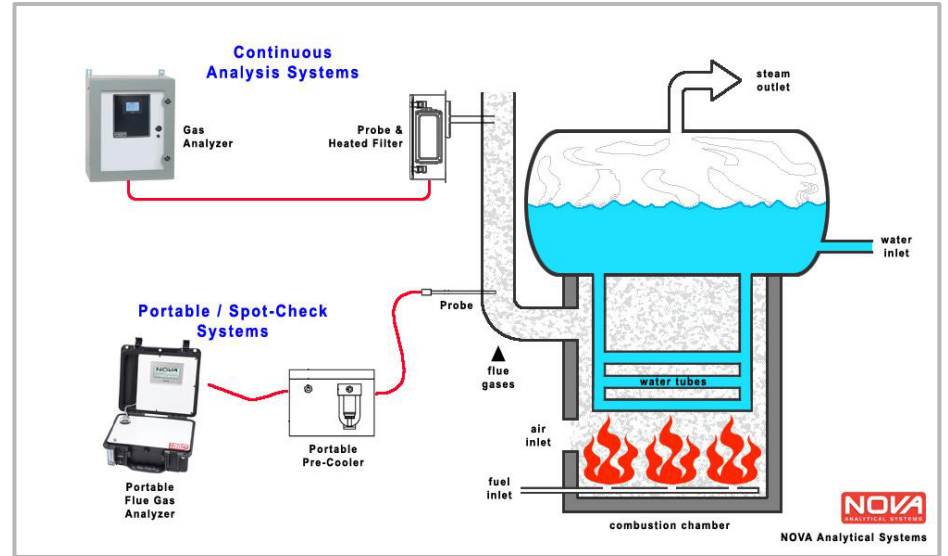
- Caudal
- Presiones
- Temperatura

## Aire:

- Caudal
- Presiones

## Humos:

- Composición:  
 $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$
- Temperatura



# Protocolo de combustión

## Combustible:

- Caudal
- Presiones
- Temperatura

## Humos:

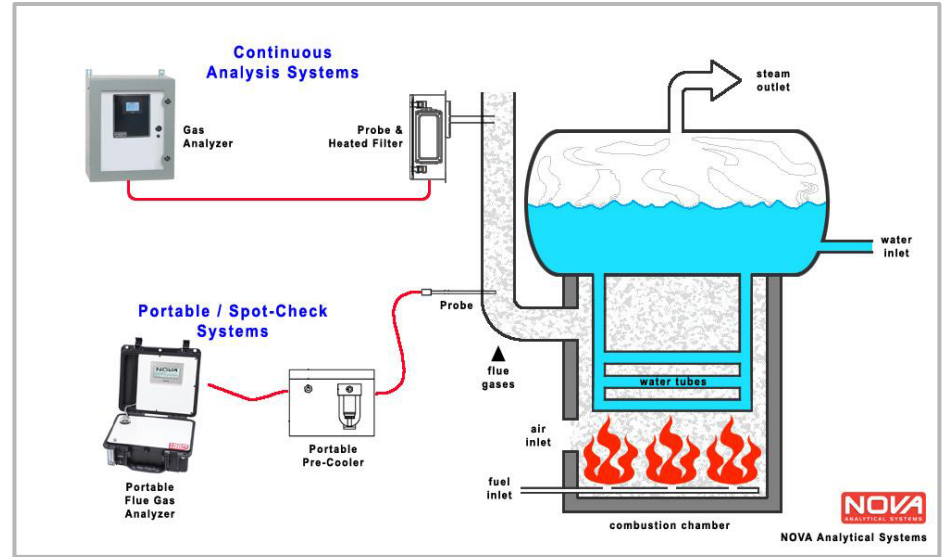
- Composición:  
 $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$
- Temperatura

## 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

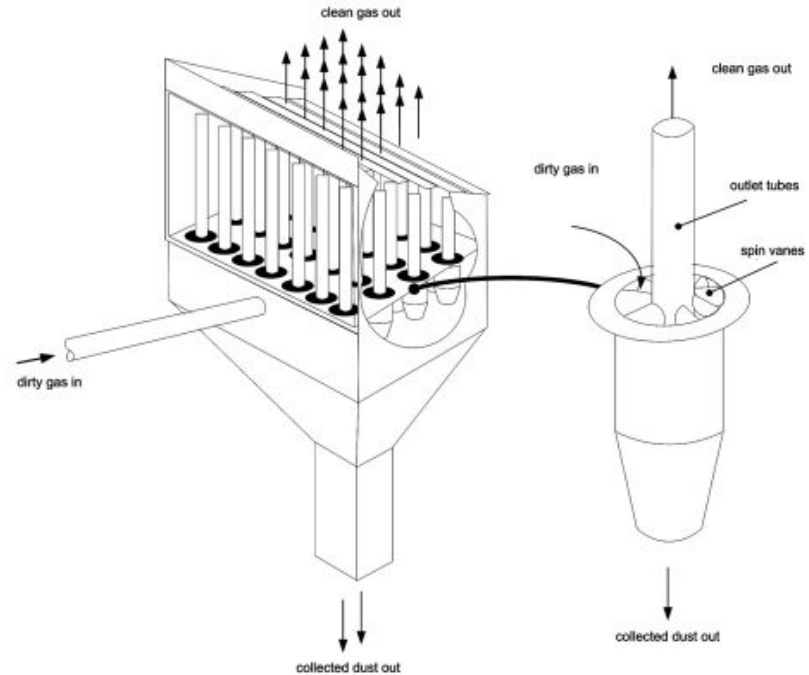
**Límites** máximos admisibles en función de la **potencia térmica** y el **tipo de combustible**

| Unidad de combustión (Potencia térmica) <sup>(1)</sup> | Combustible <sup>(2)</sup> | SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> ) | NOx como NO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> ) | MP (mg/Nm <sup>3</sup> ) | CO (mg/Nm <sup>3</sup> ) | 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 <sup>(3)</sup>                             | -                        | -                        | 15              |
|  |                            |                                       | 400 <sup>(4)</sup>                             |                          |                          |                 |
|  | Líquido                    | 600                                   | 1850 <sup>(5)</sup>                            | 50                       | -                        | 15              |
|  |                            |                                       | 2000   |                          |                          |                 |

# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

Emisiones de:

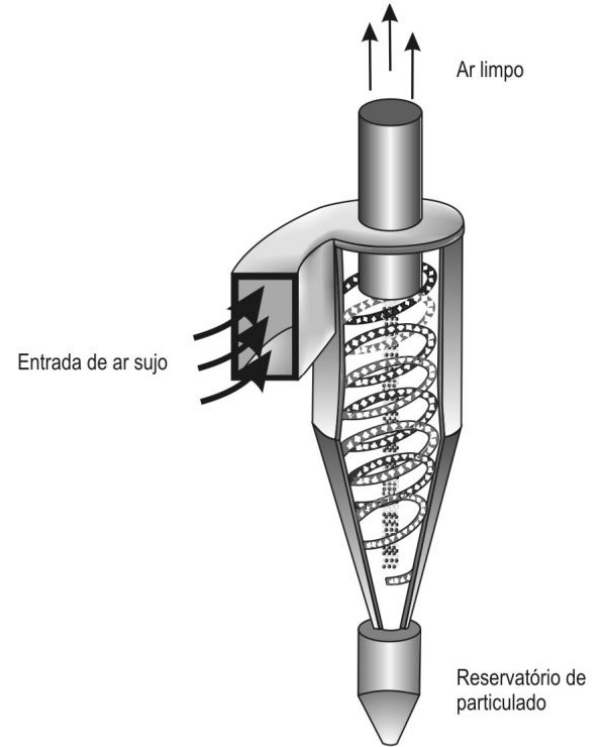
- Hollín
- Carbono sin quemar
- Cenizas
- Alquitrán
- Gases contaminantes



# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

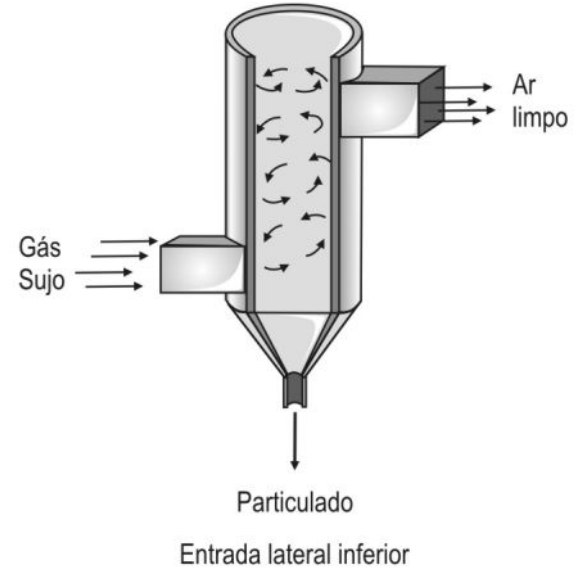
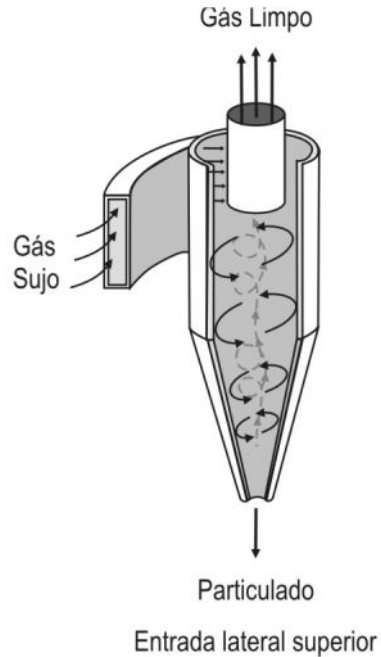
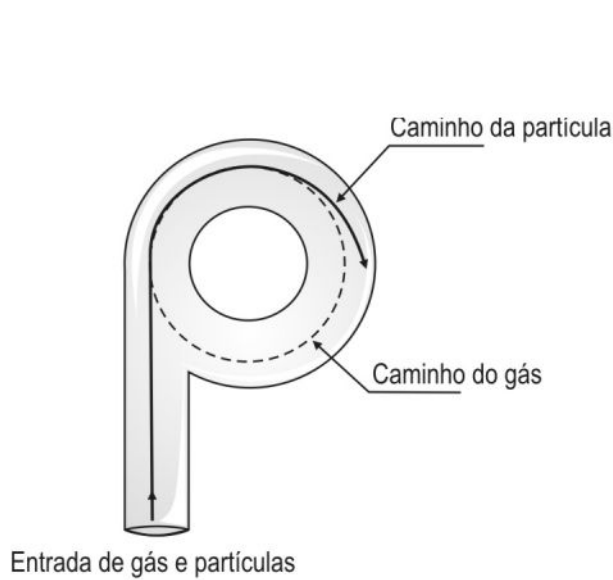
## Ciclones:

- **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

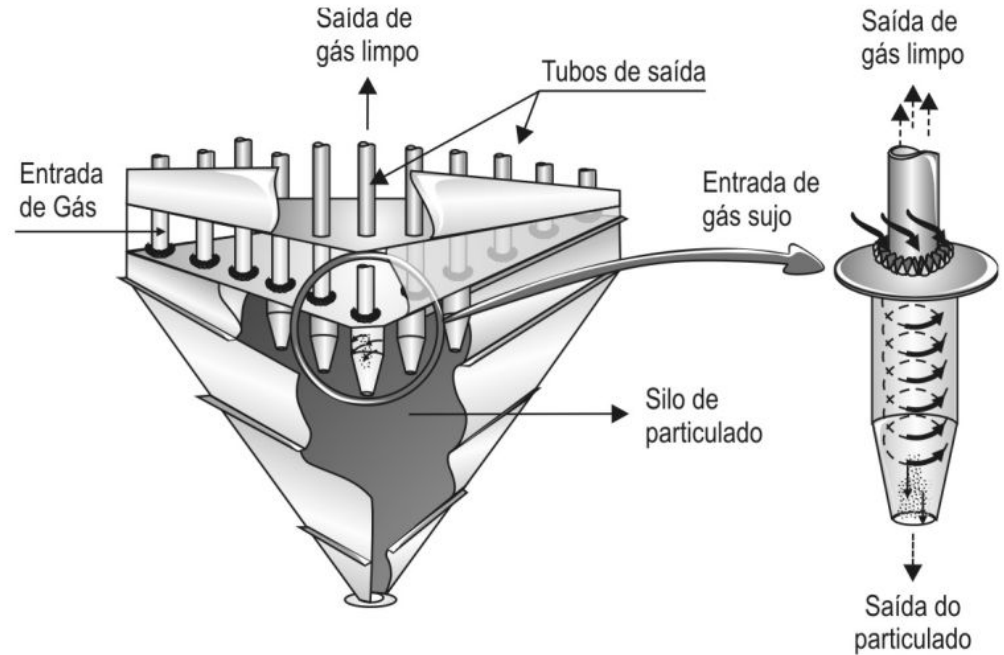


# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## Multiciclón:

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

En serie cuando las partículas son de tamaños muy diversos



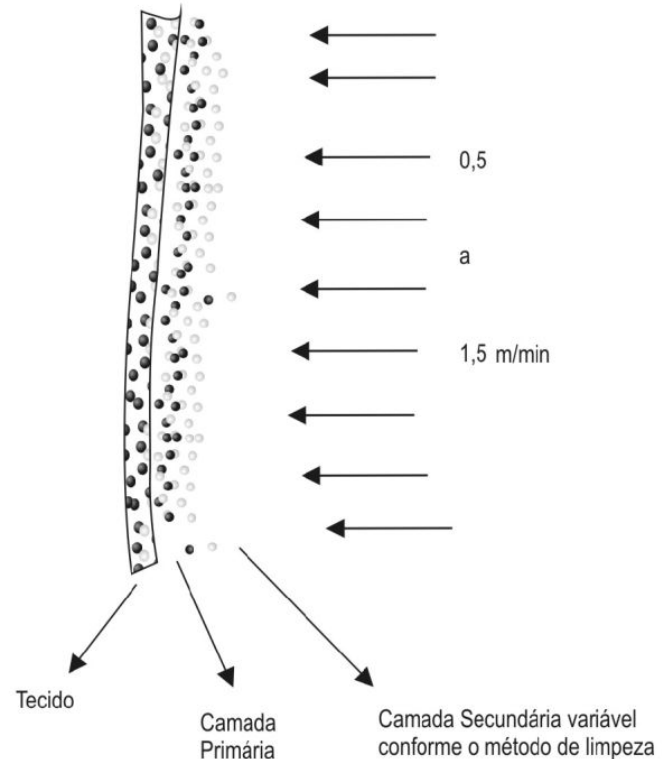
# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## Filtros:

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

Velocidades **bajas**

Filtro de mangas es el más común



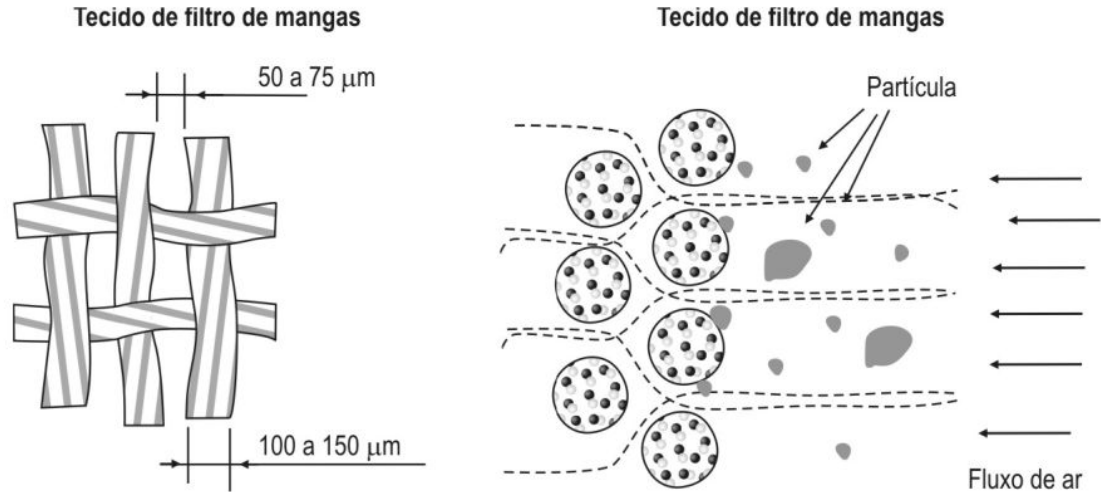
# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## 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 $\mu$ m**

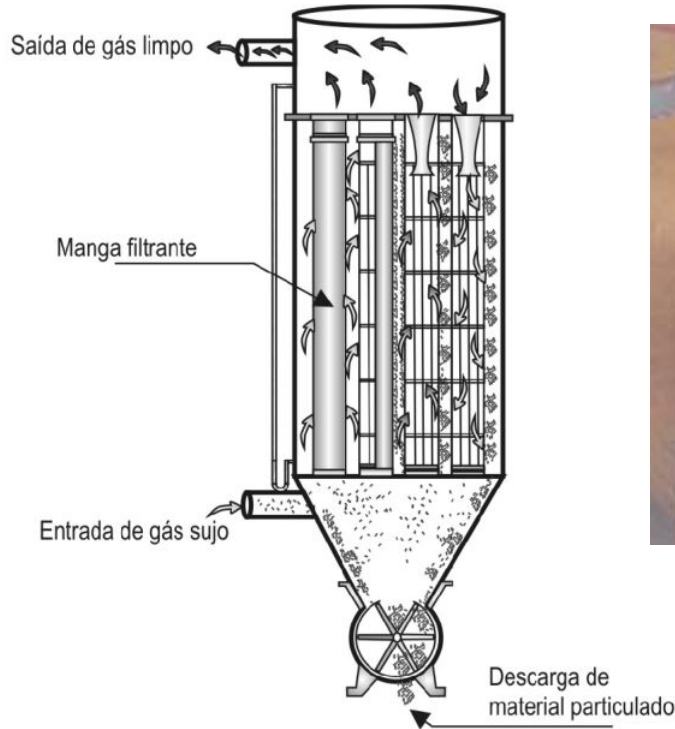


# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## Filtros de mangas:

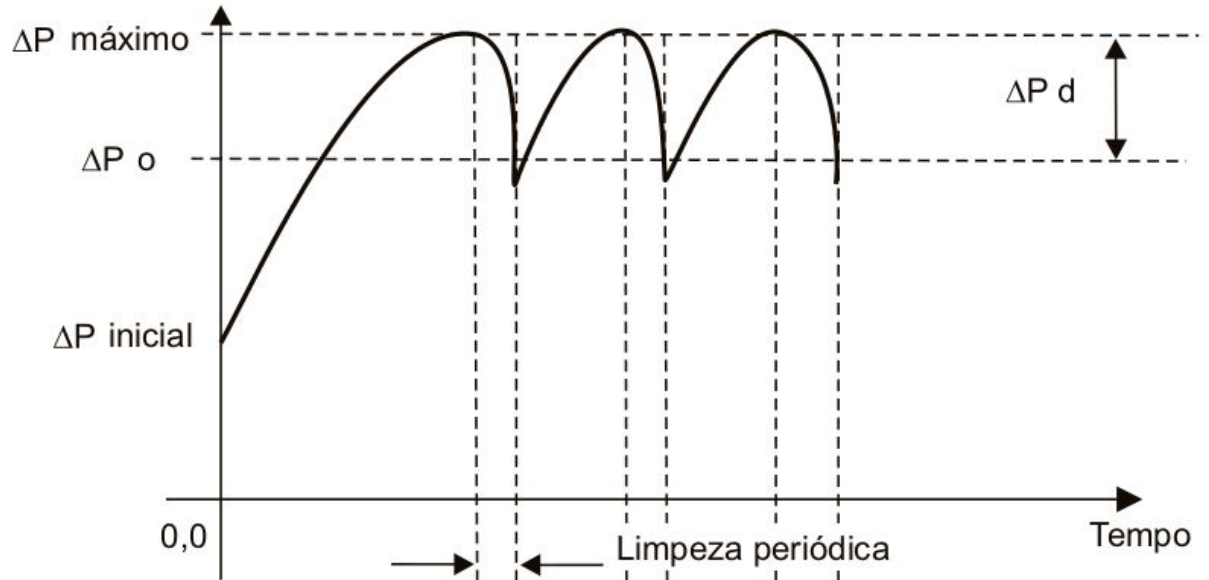
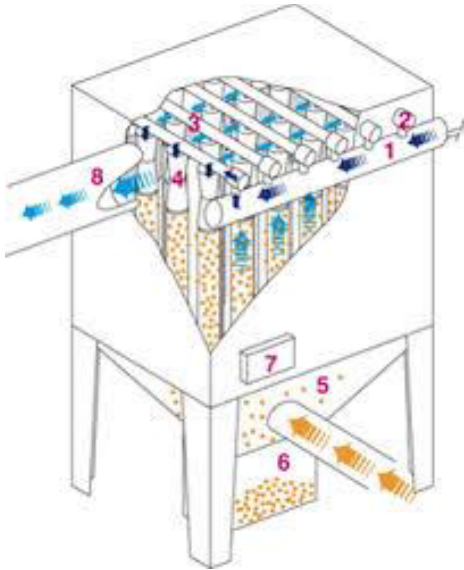
Varias mangas para aumentar la superficie de filtrado

Limpieza con aire comprimido



# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## Filtros de mangas: Limpieza

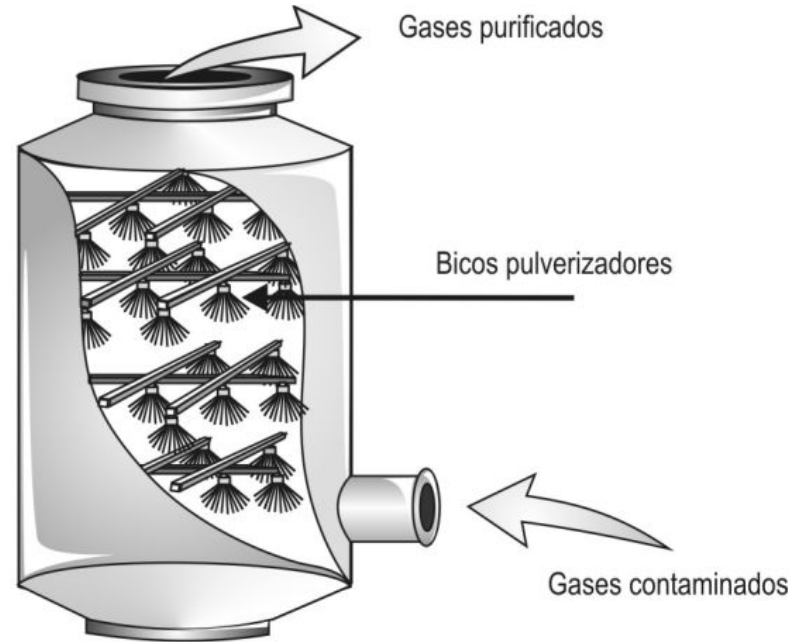


# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## Torre de lavado (scrubbers):

Lluvia de **gotas de agua** que adhieren partículas de entre **0,1 y 20 $\mu\text{m}$**

Limpieza de gases ácidos ( $\text{SO}_2$ , HCl, HF) utilizando reactivos alcalinos

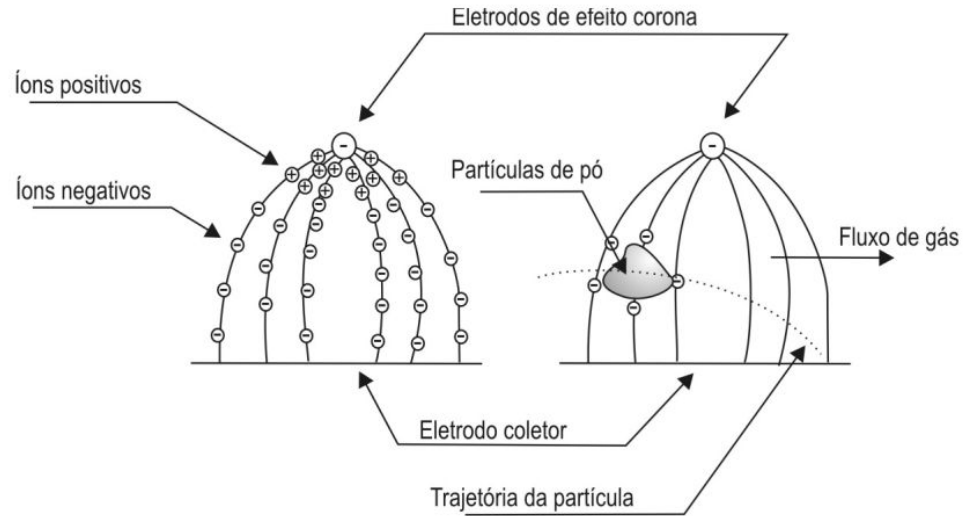


# Emisiones y sistemas tratamiento de humos

## 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

