

# Petróleo y Derivados

# ¿Qué es el petróleo?

- Proviene del latín petroleous, que a su vez se deriva de las voces latinas petra (piedra) y oleous, aceite.
- El Petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos líquidos, compuesto en mayor medida de carbono e hidrógeno, con pequeñas cantidades de nitrógeno, oxígeno y azufre.

# Caracterización

- Composición química
- Densidad
- Presencia de azufre

# Composición química

Depende de la presencia de ciertos componentes químicos en el petróleo, así como de la unión de éstos en elementos más complejos. Su importancia radica en las características particulares que cada uno de estos elementos le añade al petróleo. Así tenemos que se puede clasificar en:

- Parafínico
- Nafténicos
- Mixtos

# Parafínico

- Su componente principal es la parafina. Son muy fluidos y de color claro. Proporcionan una mayor cantidad de nafta (usada para obtener solventes de pintura, productos de lavado al seco o gasolinas) y lubricantes.



# Nafténicos

- Sus componentes principales son los naftenos y los hidrocarburos aromáticos. Son petróleos muy viscosos y de coloración oscura. Generan una gran cantidad de residuos tras el proceso de refinación.

# Mixtos

- Con presencia de ambos tipos de compuestos.

A partir de la densidad de la fracción de nafta pesada y de la del residuo de destilación atmosférica a una temperatura superior a 350°C se han definido 11 grupos distintos de crudo.

<b>Base de crudo</b>	<b>Densidad del corte de nafta pesada</b>	<b>Densidad del residuo destilado a T &gt; 350 °C</b>
Parafínico	Inferior a 0,760	Inferior a 0,930
Parafínico intermedio	Inferior a 0,760	Entre 0,930 y 0,975
Parafínico asfáltico	Inferior a 0,760	Superior a 0,975
Intermedio parafínico	Entre 0,760 y 0,780	Inferior a 0,930
Intermedio	Entre 0,760 y 0,780	Entre 0,930 y 0,975
Intermedio asfáltico	Entre 0,760 y 0,780	Superior a 0,975
Nafténico parafínico	Entre 0,780 y 0,800	Inferior a 0,930
Nafténico intermedio	Entre 0,780 y 0,800	Entre 0,930 y 0,975
Aromático parafínico	Superior a 0,800	Inferior a 0,930
Aromático intermedio	Superior a 0,800	Entre 0,930 y 0,975
Asfáltico	Superior a 0,780	Superior a 0,975



# Por su densidad

- La referencia que sustenta esta clasificación es la gravedad API (Instituto de Petróleo Americano), que es una “medida de densidad”.
- La Gravedad API se basa en la comparación de la densidad del petróleo con la densidad del agua

# Por su densidad

- A mayor gravedad API el petróleo será más liviano.
- Los petróleos ligeros son los más requeridos en el mercado, y al mismo tiempo los de mayor precio.

Aceite Crudo	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Gravedad API
Extrapesado	>1.0	10
Pesado	1.0 - 0.92	10.0 - 22.3
Mediano	0.92 - 0.87	22.3 - 31.1
Ligero	0.87 - 0.83	31.1 - 39
Superligero	< 0.83	> 39

# Por la presencia de azufre

- Petróleo Dulce (Sweet Crude Oil): es aquel que contiene menos de 0.5% de contenido sulfuroso, es decir, con presencia de azufre. Es un petróleo de alta calidad y es ampliamente usado para ser procesado como gasolina.
- Petróleo Agrio (Sour Crude Oil)

# En México

- Los tres tipos de petróleo crudo que exporta México son:
- **Maya.** Pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso.
- **Istmo.** Ligero con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso
- **Olmeca.** Superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso.

# Otras caracterizaciones

- Carácter dominante a partir de propiedades físicas globales
  - Valores de densidad de una fracción ligera y una pesada.
  - Factor de caracterización Koup.
  - Por su índice de refracción su densidad y su peso molecular método (n d M)
- A partir de análisis estructurales
  - Análisis por series de hidrocarburos
  - Por la distribución de átomos de carbono

Transformación

# Destilación primaria

- Presión atmosférica
- Principales productos
  - Gases de refinería
  - Gases licuados de petróleo (propano y butano)
  - Naftas (pesadas y ligeras)
  - Querosenos, petróleos lampantes, combustibles de aviación.
  - Gasóleos de automoción y gasóleo de calefacción (GO, GOD)
  - Fuelóleos pesados industriales

**Componentes del petróleo, denominación química y productos**

(comprende sólo hidrocarburos simples a presión atmosférica)

Denominación	química	Estado Normal	Punto aproximado de ebullición	Productos empleo primario
Metano	$\text{CH}_4$	Gaseoso	-161°C (-258°F)	Gas natural combustible/
Etano	$\text{C}_2\text{H}_6$	Gaseoso	-88°C (-127°F)	Productos petroquímicos
Propano	$\text{C}_3\text{H}_8$	Gaseoso	-42°C (-51°F)	GLP/Productos
Butano	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	Gaseoso	0°C (31°F)	Petroquímicos
Pentano	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Líquido	36°C (97°F)	Naftas de
Hexano	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	Líquido	69°C (156°F)	Alto grado
Heptano	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	Líquido	98°C (209°F)	Gasolina natural
Octano	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	Líquido	125°C (258°F)	(sustancia base para combustibles
Nonano	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	Líquido	150°C (303°F)	Para motores de
Decano	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Líquido	174°C (345°F)	Combustión interna,
Undecano-N, Hendecano	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	Líquido	195°C (383°F)	turbinas)
Dodecano-N, Díexilo	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	Líquido	215°C (419°F)	Kerosene
Tetradecano-N	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	Líquido	252°C (487°F)	Aceites lubricantes
Eicosano-N	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	Sólido		Parafinas

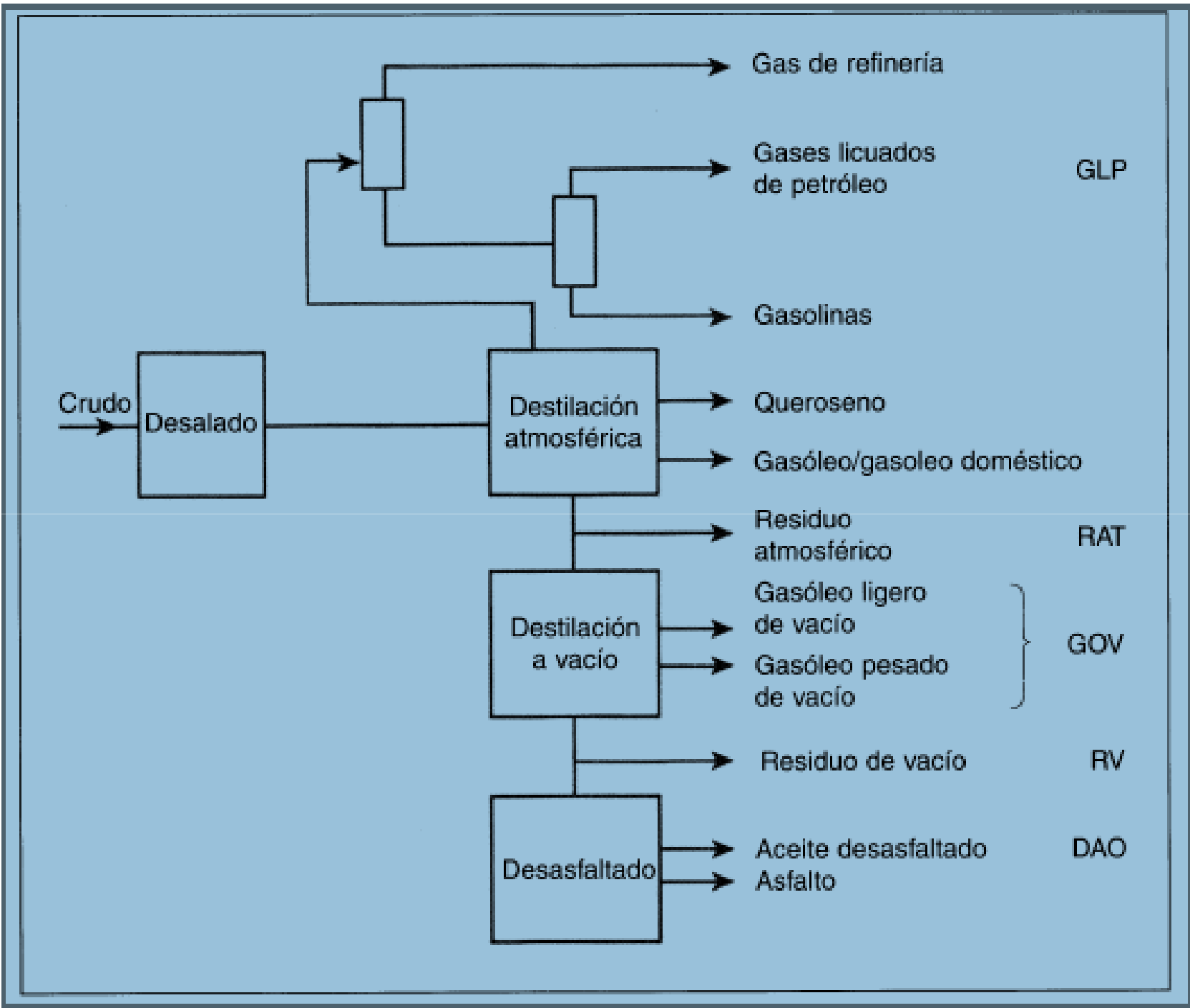


# Destilación del Petróleo



# Destilación secundaria

- Destilación al vacío de los residuos de la destilación primaria.
- Destilados pesados que sufrirán transformaciones posteriores o sirven de bases para aceites lubricantes.
- El residuo contiene : metales, sales, sedimentos, azufre, nitrógeno, asfáltenos, etc.



# Desasfaltado

- Tratamiento del residuo de vacío por extracción con disolvente
- Permite recuperar del residuo de vacío los últimos hidrocarburos que aún son fácilmente transformables.
- Residuo asfalto
- Se emplea en la centrales térmicas

# Procesos de transformación

- Procesos de mejora de características
- Procesos de conversión
- Procesos de acabado
- Procesos de protección al medio ambiente

# Procesos de mejora de características

Con reordenación molecular

Reformado catalítico

Isomerización

Con intervención de otros reactivos

Alquilación

Síntesis de éteres

Oligomerización

# Reformado catalítico

- Hidrotratamiento que elimina S, N, metales, etc
- Procesos clave en la fabricación de gasolinas
- Aumenta el número de octano en las fracciones ligeras (parafinas y naftenos)
- Condiciones de operación: 2 a 5 bar y temperaturas de 510 a 530°C.
- Se producen: hidrógeno y GLP
- Carga habitual nafta pesada de la destilación primaria

# Isomerización

- Proceso complementario del reformado
- Su objetivo es transformar las n-parafinas en isoparafinas ya sea para transformaciones destinadas a la alquilación o aumentar el número de octano
- Productos finales isoparafinas: isopentano y los isómeros de C6



# Alquilación

- Permite obtener productos de alto índice de octano a partir de olefinas ligeras (C3=,C4=,C5=) por adición de isobutano.
- La carga proviene de craqueo catalítico
- Productos de la reacción son isoparafinas
- Subproductos n-parafinas que no reaccionan

# Síntesis de éteres

- Los éteres son el resultado de la adición del metanol o del etanol al isobuteno.
- Se utilizan como componentes de la gasolina por el alto índice de octano en la mezcla.
- Estos procesos van generalmente asociados a los procesos de alquilación

# Oligomerización

- Permite producir gasolina a partir de las fracciones C3 con un 75% de propileno o de fuel gas que contenga etileno y propileno
- Las cargas proceden normalmente de un craqueo catalítico

# Procesos de conversión

## Térmicos

Viscorreducción

Coquización

## Catalíticos

Craqueo catalítico

Reformado con vapor

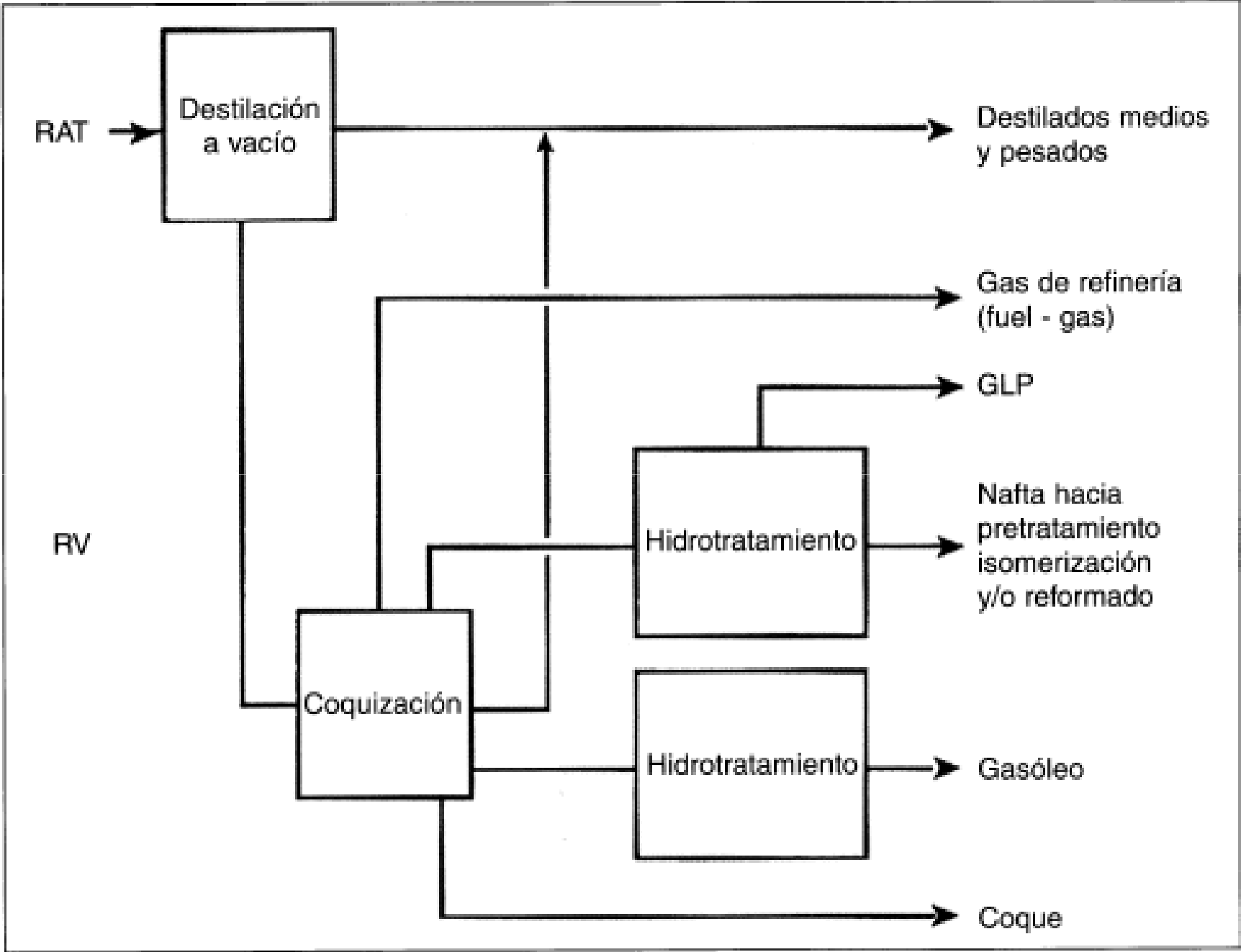
Hidroconversión

# Viscorreducción

- Consiste en el craqueo térmico del residuo atmosférico o de vacío.
- Productos inestables, olefínicos, con gran contenido de azufre y nitrógeno por lo que debe de ser tratado antes de ser incorporado a los productos finales.

# Coquización

- Tiene por objetivo producir un coque de calidad de electrodo a partir de residuos de vacío con bajo contenido de metales y azufre, o coque combustible en el caso de la conversión de crudos pesados o residuos de vacío de alto contenido de impurezas.



# Craqueo catalítico

- Se lleva a cabo a baja presión y temperaturas de reacción de 500 a 540°C con tiempos de residencia del orden de segundos
- Su carga es el destilado de vacío, aceites desasfaltados y los residuos hidrotratados.
- Los productos de conversión de este proceso son altamente olefínicos en las fracciones ligeras y altamente aromáticos en las pesadas.
- Las reacciones del craqueo son endotérmicas



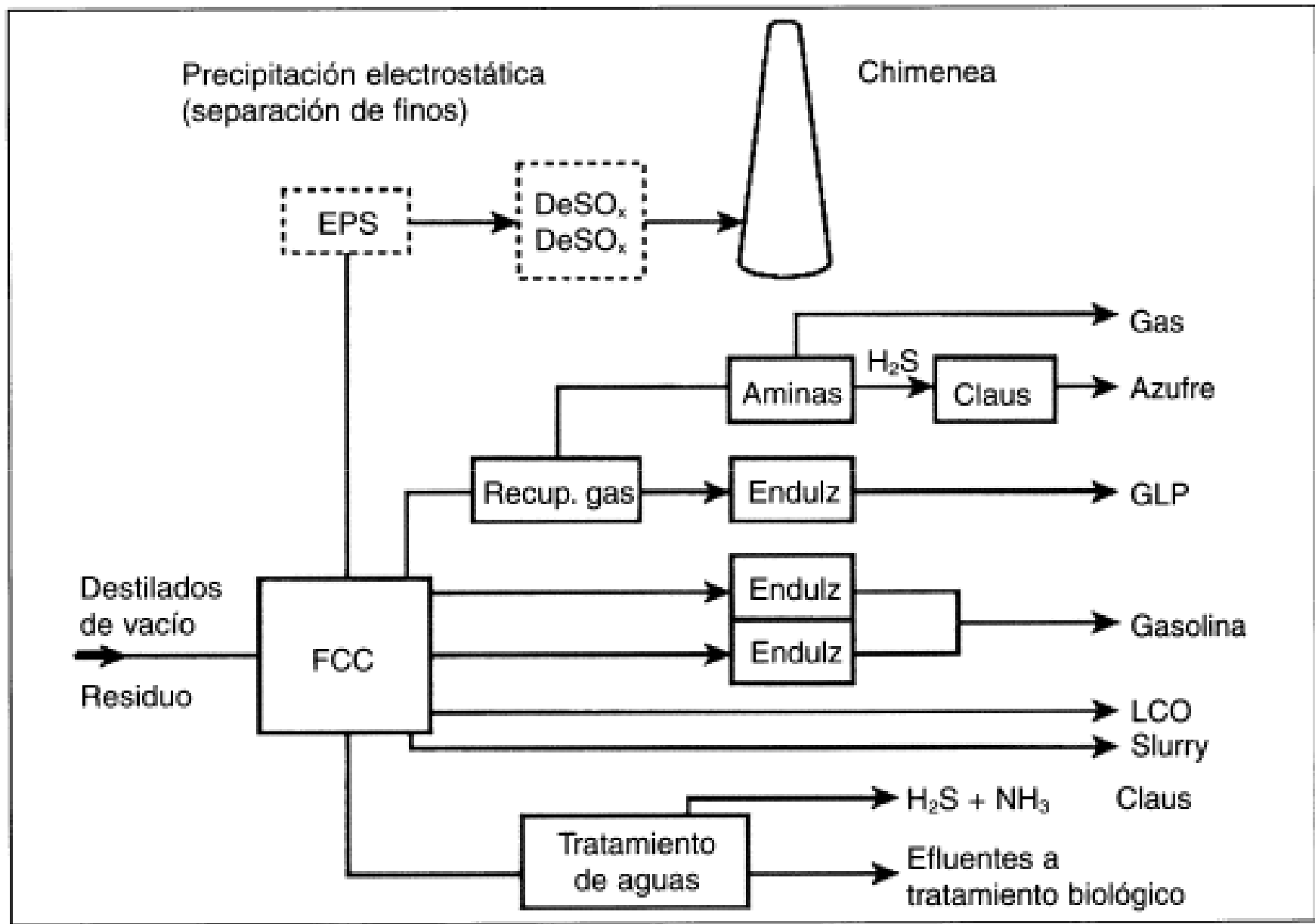
# Craqueo catalítico

## Principales productos

Gases licuados (propano, propileno, butanos, butenos)

Gasolinas de buen índice de octano

Un corte de destilado ligero parecido al gasóleo



# Reformado con vapor

- Proceso que permite producir hidrógeno
- Las cargas son: gas natural, gas de refinería, GLP y naftas parafínicas
- La reacción tiene lugar a alta temperatura en presencia de un catalizador y de vapor de agua
- El hidrógeno obtenido tiene una pureza del 97 al 99.9% de volumen. El resto es metano y el subproducto es CO<sub>2</sub>

# Hidroconversión

Entre los procesos de hidroconversión se distinguen

- Los que transforman parcial o totalmente los destilados de vacío en productos mas ligeros
  - Hidrocaqueo total o parcial
  - hidrorefino
- Los de conversión limitada de residuos atmosféricos y de vacío que preparan la carga para conversiones mas severas (craqueo catalítico o coquización)

# Procesos de acabado

- Hidrotratamiento/hidrogenación
- Endulzamiento

# Hidrotratamiento

- Se aplica a los productos terminados para mejorar sus características: contenido en azufre, índice de cetano, punto de humo, contenido en aromáticos y olefinas.
- Las cargas son productos de destilación primaria y ciertos productos procedentes de craqueo catalítico, de viscorreducción y de conversión de residuos.
- Queroseno: reducción de aromáticos (mejora del punto de humo)
- Gasóleo: reducción de azufre y de aromáticos

# Endulzamiento

- La operación consiste en transformar los mercaptanos en disulfuros por oxidación con aire en presencia de: un catalizador y una disolución de sosa.
- Se endulzan los productos ligeros de la destilación primaria: GLP, queroseno, o productos ligeros de craqueo térmico o catalítico.

# Procesos de protección al medio ambiente

- Tratamiento de gases ácidos que contienen azufres
- Tratamiento de humos
- Tratamiento de aguas residuales



# Tratamiento de gases ácidos

Los gases ácidos están constituidos principalmente por sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) proceden fundamentalmente de los residuos del hidrotreatmento.

- Lavado con minas
- Unidad claus

# Tratamiento de gases ácidos

Lavado con aminas: se utiliza para extraer el  $H_2S$  de los gases de refinería. El sulfuro de hidrógeno es enviado a la unidad de producción de azufre (Claus)

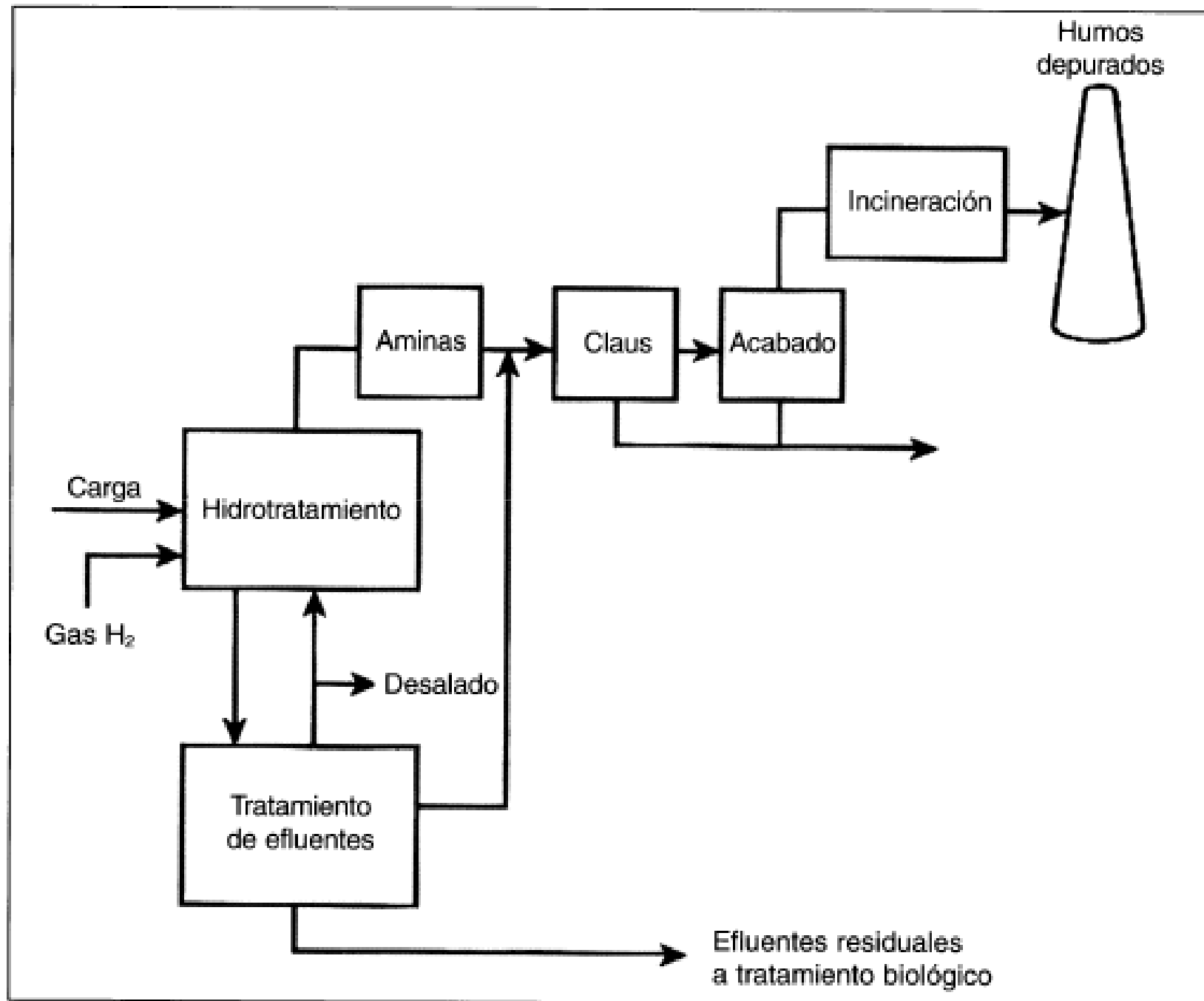
Unidad Claus: consiste en transformar el  $H_2S$  en azufre por la combustión de gas ácido por la reacción de Claus en presencia de un catalizador. El azufre vapor se condensa y se almacena en forma líquida o sólida. Su rendimiento es del 90 al 97%

Los humos que contienen trazas de  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $COS$ ,  $CS_2$  se envían generalmente a un proceso de acabado.

Rendimiento global 99.5 a 99.8%

# Tratamiento de efluentes residuales

- Las aguas efluentes contaminadas proceden de las unidades de destilación primaria (desalado), de los hidrotreatamientos, de las unidades de craqueo térmico y catalítico.
- Contienen sales disueltas: cloruro y sulfuro amónico, cloruro sódico, etc.
- Todas las aguas son recuperadas, decantadas de los hidrocarburos que arrastran y enviadas al stripper de aguas ácidas
- El  $H_2S$  y el  $NH_3$  se someten a un arrastre con vapor y son enviados posteriormente a la unidad Claus
- La purga es enviada a tratamiento biológico



Usos

# Usos

Energéticos

No energéticos

# Usos energéticos

- Gasolina - Consumo en los vehículos automotores de combustión interna.
- Turbocombustible o turbosina - Gasolina para aviones jet.
- Gasolina de aviación
- ACPM o Diesel - De uso común en camiones y autobuses.
- Queroseno - Se utiliza en estufas domésticas y en equipos industriales.
- Cocinol - Especie de gasolina para consumos domésticos.
- Gas propano o GLP - Se utiliza como combustible doméstico e industrial.
- Combustóleo o Fuel Oil - Es un combustible pesado para hornos y calderas industriales.

# Usos no energéticos

- Bencina industrial - Se usa como materia prima para la fabricación de disolventes alifáticos.
- Disolventes alifáticos - Sirven para la extracción de aceites, pinturas, pegantes y adhesivos; para la producción de thinner, gas para quemadores industriales, elaboración de tintas, formulación y fabricación de productos agrícolas, de caucho, ceras y betunes, y para limpieza en general.
- Asfaltos - Se utilizan para la producción de asfalto y como material sellante en la industria de la construcción.
- Bases lubricantes - Es la materia prima para la producción de los aceites lubricantes.
- Ceras parafínicas - Es la materia prima para la producción de velas y similares, ceras para pisos, fósforos, papel parafinado, vaselinas, etc.
- Polietileno - Materia prima para la industria del plástico en general



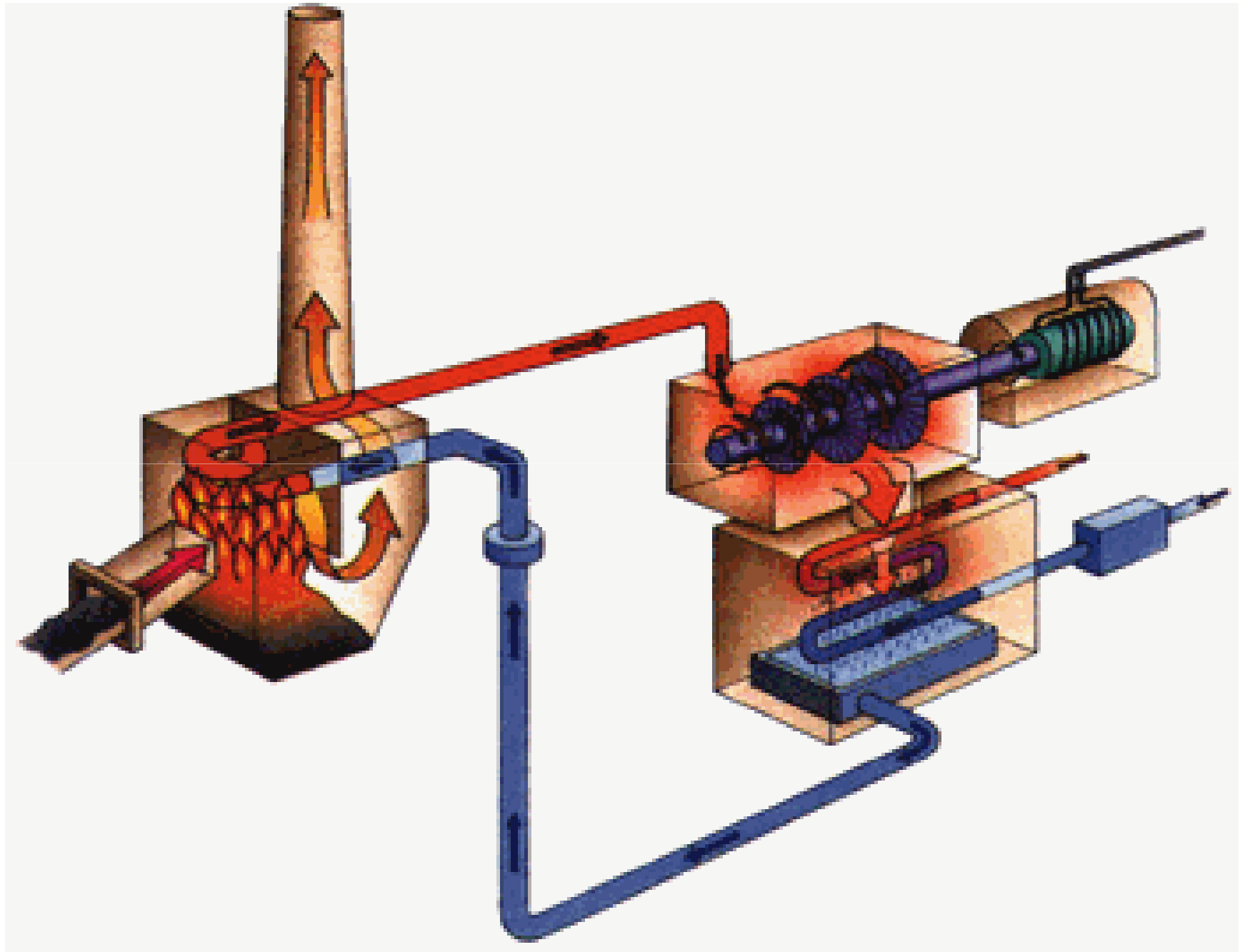
# Usos no energéticos

- Alquitrán aromático (Arotar) - Materia prima para la elaboración de negro de humo que, a su vez, se usa en la industria de llantas. También es un diluyente
- Acido nafténico - Sirve para preparar sales metálicas tales como naftenatos de calcio, cobre, zinc, plomo, cobalto, etc., que se aplican en la industria de pinturas, resinas, poliéster, detergentes, tensoactivos y fungicidas
- Benceno - Sirve para fabricar ciclohexano.
- Ciclohexano - Es la materia prima para producir caprolactama y ácido adípico con destino al nylon.
- Tolueno - Se usa como disolvente en la fabricación de pinturas, resinas, adhesivos, pegantes, thinner y tintas, y como materia prima del benceno.
- Xilenos mezclados - Se utilizan en la industria de pinturas, de insecticidas y de thinner.
- Ortóxileno - Es la materia prima para la producción de anhídrido ftálico.
- Alquilbenceno - Se usa en la industria de todo tipo de detergentes, para elaborar plaguicidas, ácidos sulfónicos y en la industria de curtientes.

# Centrales Térmicas

# Objetivo

- Generar electricidad por medio de la combustión quemando:
  - Gas natural
  - Carbón
  - Combustóleo



# Clasificación

## Convencionales

- Centrales Térmicas de Carbón
- Centrales Térmicas de combustóleo
- Centrales Térmicas de Gas Natural

## No convencionales

- Centrales Térmicas de Ciclo Combinado
- Centrales Térmicas de Combustión de Lecho Fluidizado
- Centrales Térmicas Gicc Gasificación de Carbón Integrada en ciclo combinado

# Centrales Térmicas de Combustóleo

- El combustible se calienta hasta que alcanza la fluidez óptima para ser inyectado en los quemadores.
- Tratamientos de desulfuración de los humos para evitar la contaminación y la lluvia ácida.
- Arranque lento y bajo rendimiento.

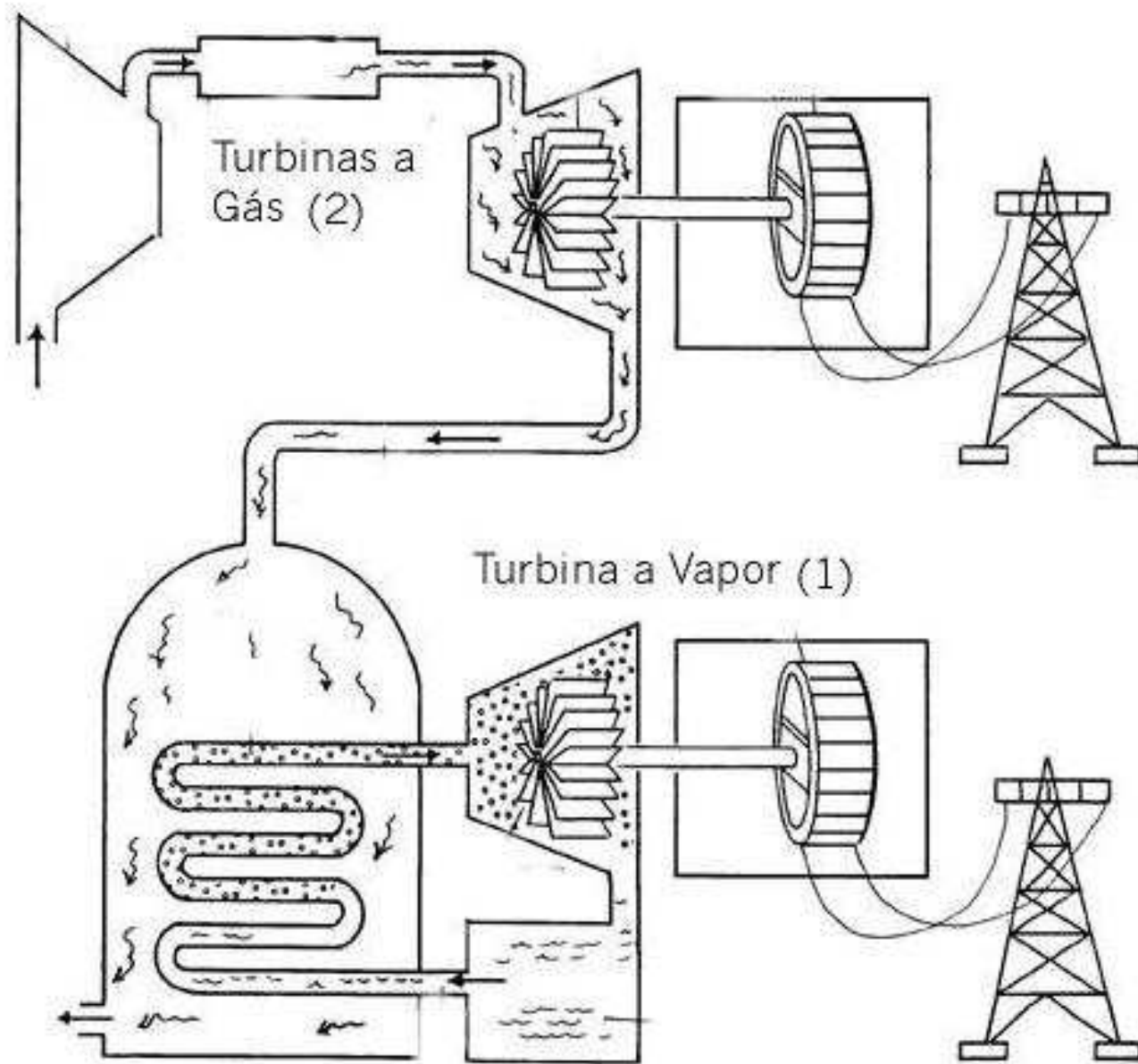
# Centrales Térmicas de Gas Natural

- En vez de agua, estas centrales utilizan gas, el cual se calienta utilizando diversos combustibles (gas, petróleo o diesel). El resultado de ésta combustión es que gases a altas temperaturas movilizan la turbina, y su energía cinética es transformada en electricidad por un generador.
- El uso de gas en las centrales térmicas, además de reducir el impacto ambiental, mejora la eficiencia energética. Menores costos de la energía empleada en el proceso de fabricación y menores emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes a la atmósfera. La eficiencia de éstas no supera el 35%

# Centrales Térmicas de Ciclo Combinado

- Combinación de un ciclo de gas y un ciclo de vapor. Sus componentes esenciales son la turbina de gas, la caldera de recuperación la turbina de vapor y el condensador.
- Rendimientos cercanos del 60 %.
- Uno de los principales problemas que plantean las centrales térmicas es que se trata de un proceso relativamente complejo de conversión de energías. Utilizan combustible de alto grado de calidad.





Ciclo Combinado

# Impacto ambiental

- Suponiendo un rendimiento del 40% sobre la energía primaria consumida, una central térmica emite aproximadamente:

Combustible	Emisión de CO <sub>2</sub> kg/kWh
Gas natural	0,44
Fuelóleo	0,71
Biomasa (leña, madera)	0,82
Carbón	1,45

# Remediación ambiental

# Remediación ambiental

- La limpieza de un sitio que contenga sustancias tóxicas sólo se justifica si la presencia de los tóxicos representa un peligro para la salud de la población. Esto quiere decir que antes de proceder a eliminar o controlar las sustancias tóxicas en el ambiente, se deben evaluar los riesgos que representan, si no se les controla en forma adecuada.

# Remediación Biológica

- Es el proceso de utilizar microorganismos o sus enzimas para remover los hidrocarburos tóxicos del medio ambiente. Los procesos de biorremediación se utilizan en aplicaciones tales como remediación de aguas subterráneas y remediación de suelos. Los microbios degradan los hidrocarburos y los convierten en agua, anhídrido carbónico y aminoácidos, que son naturales.

# Referencias

- [J.-P.Wauquier. “El refinado de petróleo” Ed. Diaz de Santos, Instituti superior de energía.](#)
- <http://ambientalnatural.com.mx>
- <http://www.circuloverde.com.mx>
- <http://superfund.pharmacy.arizona.edu>
- <http://www.biodisol.com>
- <http://www.mitecnologico.com>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Central termoeléctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_termoeléctrica)
- <http://www.monografias.com/trabajos33/centrales-termicas/centrales-termicas.shtml>
- <http://pelisenlinea.co.cc/crudos/index.htm>