

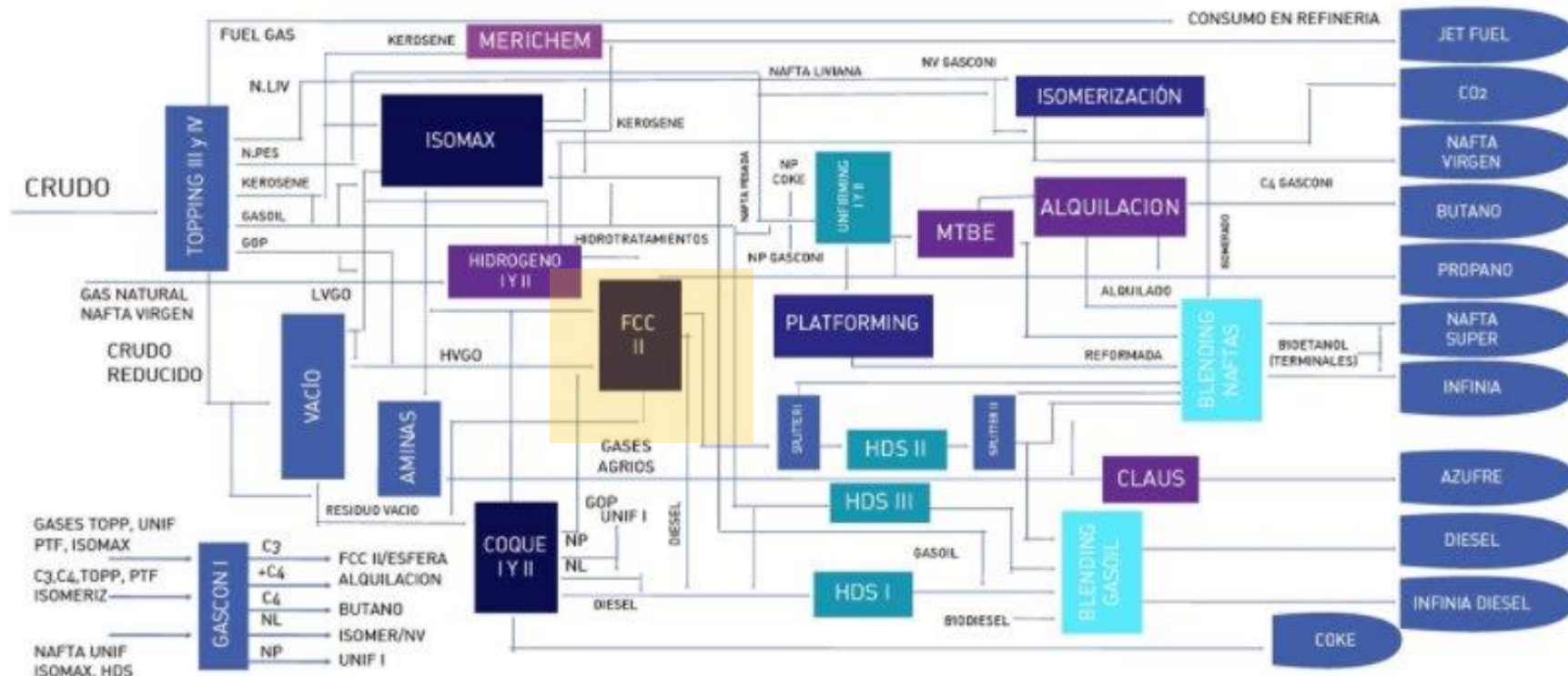
UNIDAD DE CRACKING CATALITICO DE LECHO FLUIDIZADO

Parte 2

Eliana Peralta

Diego Cerutti

COMPLEJO INDUSTRIAL LUJAN DE CUYO



Craqueo Catalítico (FCC)

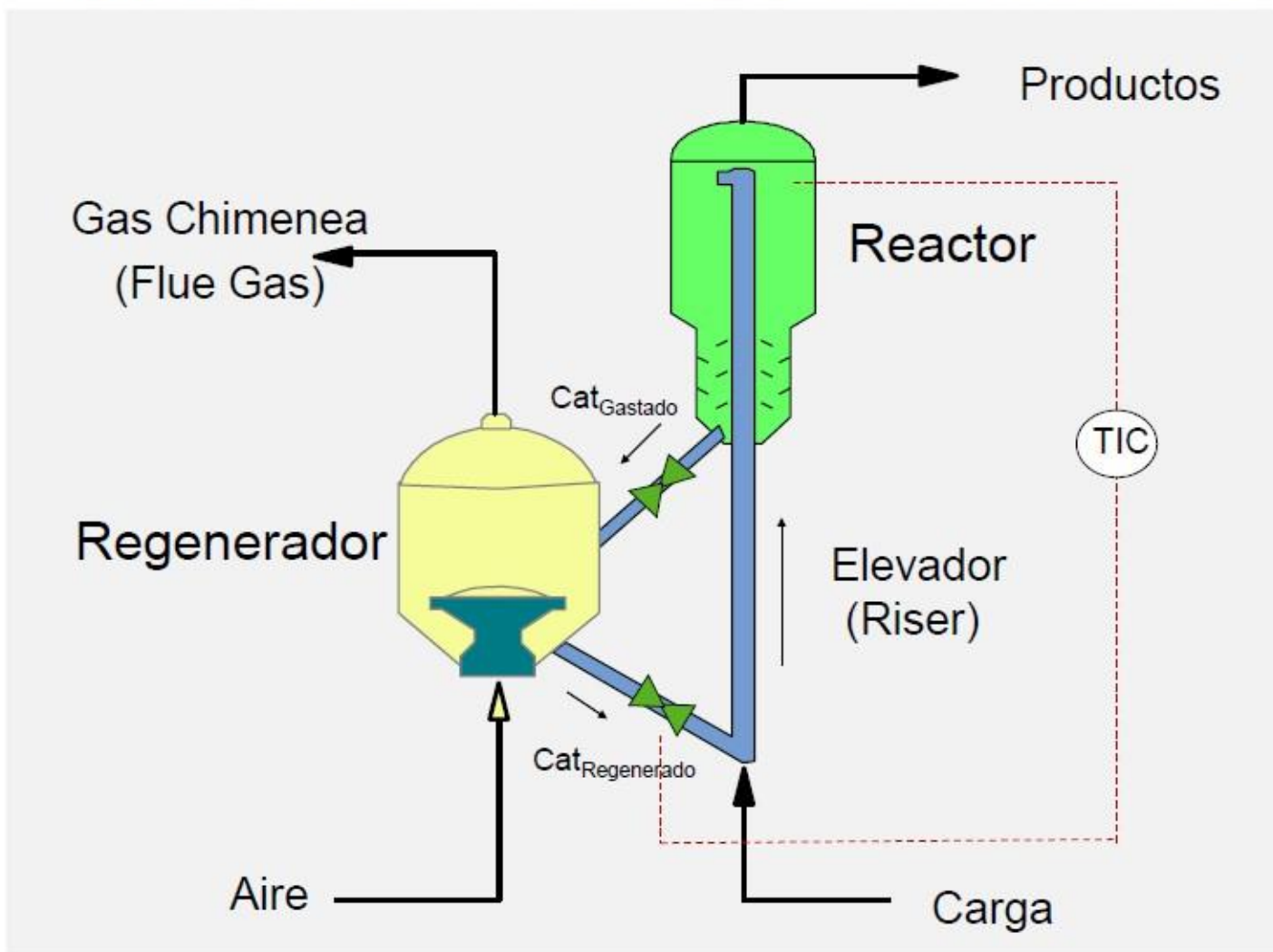
Objetivo:

Transformación de distintos cortes como GOP de topping y Vacío, cortes lubricantes, GOP de Coque y crudo reducido, en gases, carga a Petroquímica, naftas (90-95 RON), GOL.

Generalidades:

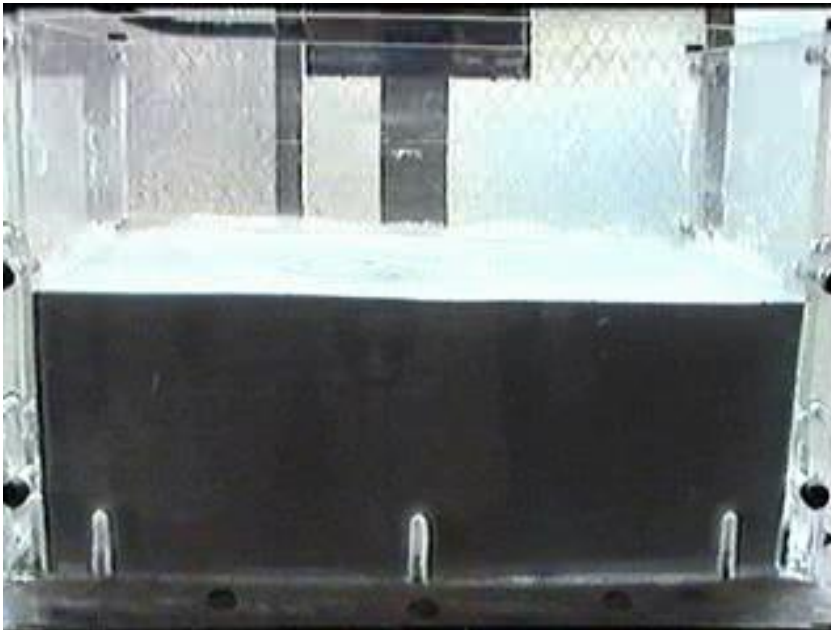
- Las reacciones fundamentales son de cracking o ruptura molecular.
- La reacción se produce muy rápidamente en una tubería vertical denominada "Riser".
- El cracking catalítico es más controlable que el térmico.
- La separación rápida de producto y catalizador en ciclones después del Riser evita fenómenos de "overcracking" y/o "reacciones secundarias no deseadas".
- El catalizador circula en forma continua entre el reactor-riser donde ocurre la reacción y el regenerador donde el catalizador es reactivado al quemarse el coque depositado en la superficie.
- Además el catalizador es el vehículo que transporta el calor desde el regenerador al reactor.
- Las reacciones son más rápidas y selectivas que en el cracking térmico.

Diagrama Simplificado Unidad de FCC (Sec. Reaccion)

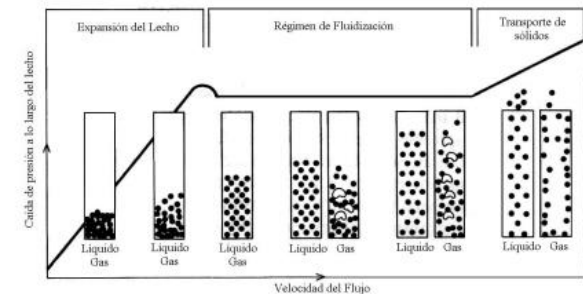


Craqueo Catalítico (FCC)

El proceso ocurre en presencia de un catalizador sólido en forma de pequeñas partículas, que en lecho fluido se comporta como un líquido.



El Fenómeno de Fluidización



Destino de los productos:

- Gas Residual: Combustible de hornos de Refinería
- Propano: Materia prima de Plantas Petroquímicas/Gas Licuado
- Butano: Materia prima de Plantas ETBE-Alquilación
- Nafta: Splitter, HTN, Merichem. Blending de naftas.
- Diesel Oil (Gas Oil Liviano): Blending de GOL previo hidrotratamientos.
- Gas Oil Pesado: Reciclo interno.
- Gas Oil Decantado- Slurry (negro de humo). Coque

Variables del proceso y su influencia

Gas Seco (H_2 , C_1 , C_2 , $C_2=y$ trazas de H_2S).

Producto de cracking térmico, metales en la carga, cracking no selectivo

- Incremento de la concentración de metales sobre el catalizador
- Incremento de la $T^{\circ}Rx$ o $T^{\circ}Rg$
- Incremento del tiempo de residencia de los vapores en el Rx
- Incremento de la aromaticidad de la carga

Variables del proceso y su influencia

LPG (C3, C3=, C4, C4=).

La olefinicidad aumenta por:

- Catalizadores que minimicen reacciones de transferencia de H₂
- Incremento de la conversión
- Disminución del tiempo de residencia de cracking
- Adición de promotor ZSM-5

Las olefinas de LPG no craquean pero sufren reacciones de transferencia de H₂.

Variables del proceso y su influencia

Rendimiento y calidad de nafta

El rendimiento en nafta puede ser incrementado por:

- Aumento en el C/O, por disminución de la T° de carga
- Aumento de la actividad del catalizador de equilibrio
- Aumento de la temperatura de reacción, sin alcanzar overcracking

El RON y MON de la nafta es afectado por:

- Temperatura de reacción
- Punto final de la nafta
- RVP
- Calidad de la carga
- Catalizador

Variables del proceso y su influencia

Rendimiento y calidad del gas oil liviano

El rendimiento del GOL se incrementa por:

- Reducción del punto final de la nafta
- Disminución de la temperatura del Rx
- Disminución de la relación C/O
- Incremento del reciclaje de GOP

Variables del proceso y su influencia

Coke

Fuentes generadoras de coke:

- Coke catalítico
- Coke por contaminantes
- Coque en la carga
- Coke por circulación de catalizador

Calor

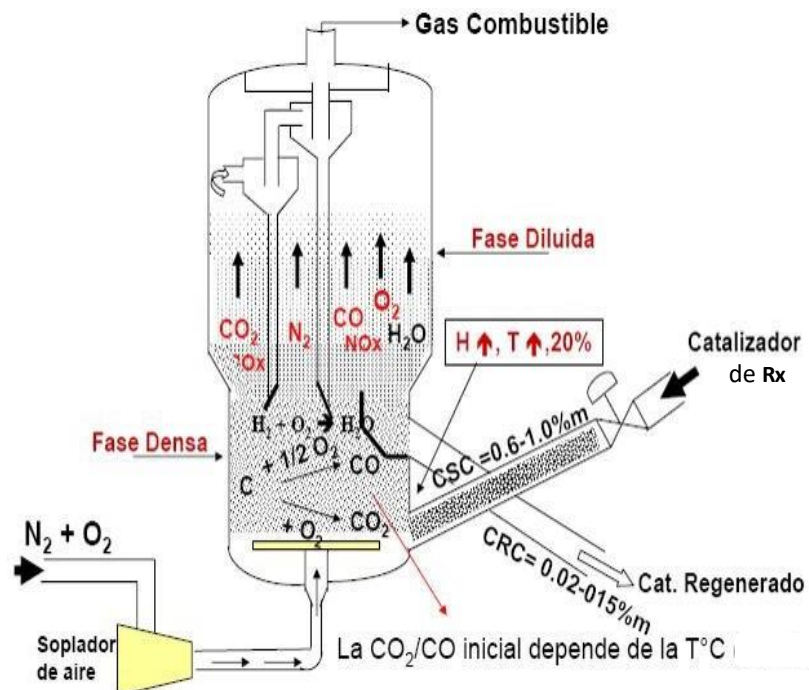
$$\text{CALOR LIBERADO} = \text{CALOR CONSUMIDO}$$

El **BALANCE DE CALOR** es la clave para entender el funcionamiento del FCC y para optimizar la unidad

El BALANCE DE PRESIONES nos dice CUANTO catalizador PUEDE CIRCULAR, mientras que el balance de calor determina **LA CANTIDAD NECESARIA**

El FCC cuando está bajo control, siempre se ajusta por si solo. Es decir el calor está balanceado, la cantidad de calor generada es igual a la cantidad de calor necesaria

Uso del calor producido por la combustión del coke en el Regenerador:



Calentar y vaporizar la carga	40-50%
Calentar y vaporizar el reciclo	0-10%
Calor de Reacción	15-30%
Calentar el vapor de agua	2-8%
Pérdidas por radiación	2-5%
Calentar el aire al Rg	15-25%
Calentar el coke producido	1-2%

Secciones/Equipos Principales

- Reacción:
 - Reactor/Riser
 - Regenerador

- Fraccionamiento
 - Fraccionadora principal
 - Precalentamiento de carga

- Gas-Con
 - Stripper-Absorbedora
 - Depropanizadora
 - Debutanizadora
 - Sistema de Endulzamiento

- Soplane
- Compresor
- Calderas de Generación de vapor



Reactor - Regenerador

Regenerador

Es la parte de la unidad donde se quema el carbón depositado sobre el catalizador, posee un sistema de distribución del aire necesario para la combustión provisto por un compresor de aire. Dicho compresor es la máquina más importante de la unidad ya que si no hay aire para regeneración debe detenerse la unidad.

Posee ciclones que separan los gases de la combustión del catalizador arrastrado.

Están revestidos por material refractario que impiden la erosión y protege a las paredes metálicas de la alta temperatura.

La temperatura de operación de 705 °C - 740 °C.

Estas unidades operan a combustión total (formación de CO₂), para lo cual se adiciona un promotor de combustión.

Reactor

Es el lugar donde se producen las reacciones de craqueo.

Hay distintos tipos de tecnologías. Actualmente operan con tiempo de contacto (carga: catalizador) muy bajo donde la parte principal del RX es el riser. Este es el lugar físico donde se producen las reacciones, en tanto que el resto del equipo es para separar catalizador de los productos.

La temperatura de operación es de 500 °C - 540 °C.

En el RX existen ciclones que permiten separar catalizador arrastrado de los productos de la reacción.

Están revestidos con material refractario que impiden la erosión y las altas temperaturas sobre las paredes metálicas.

Stripper del Reactor

En esta parte del equipo se inyecta vapor para despojar de hidrocarburos del catalizador agotado. La inyección se realiza a través de un distribuidor.

La función más importante es reducir el contenido de hidrocarburos depositados sobre el catalizador, disminuyendo la demanda de aire en el regenerador, aumentando el rendimiento en productos líquidos.

El equipo cuenta con baffles que mejoran el contacto vapor - catalizador.

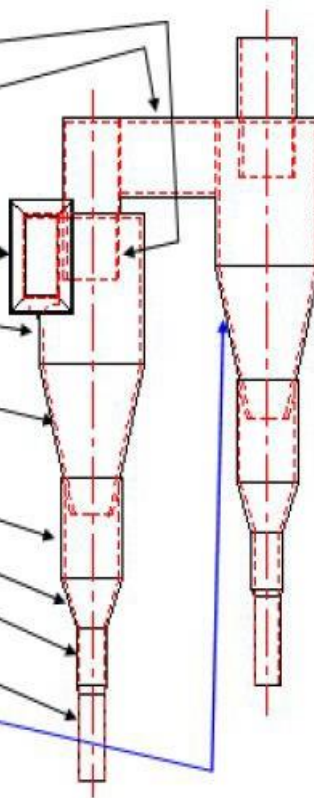


Cyclone Basics

Primary Cyclone

- Gas Outlet Tube
- Crossover Duct
- Inlet
- Barrel
- Main Cone
- Hopper
- Hopper Cone
- Dipleg Lined Stub
- Dipleg

Secondary Cyclone

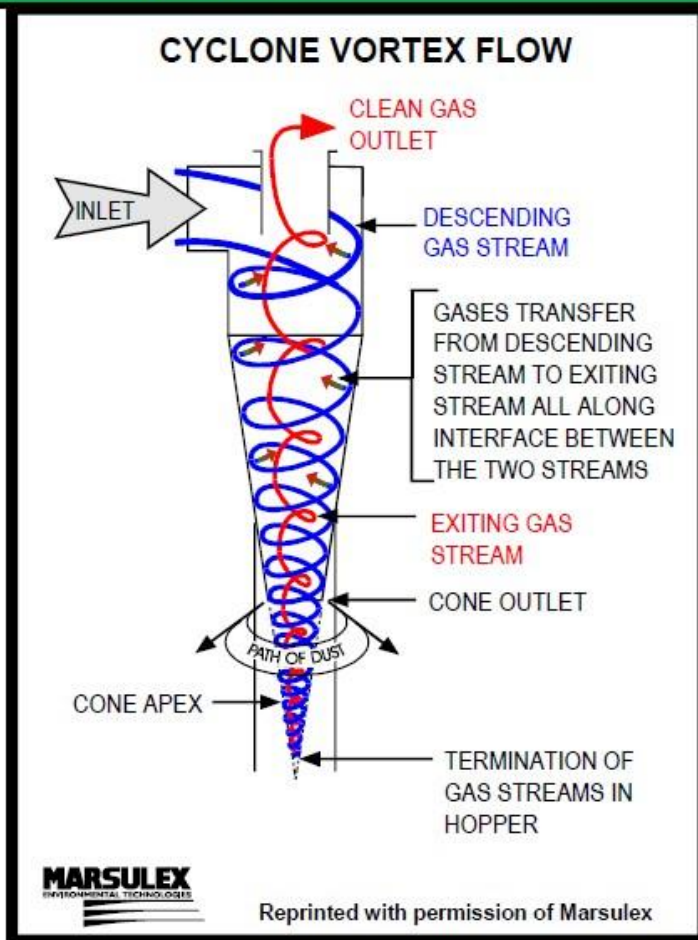


Reprinted with permission of Marsulex

FCC Technology Workshop - November 8 - 11, 2010

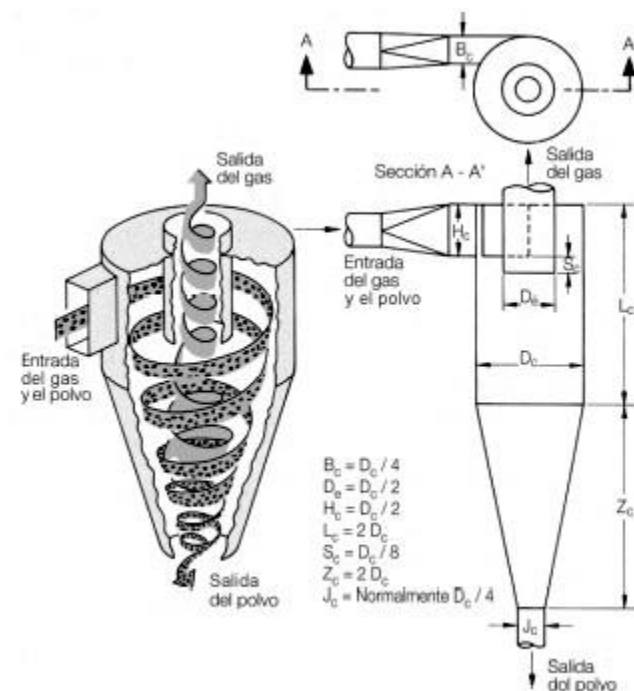
52

Cyclone Basics



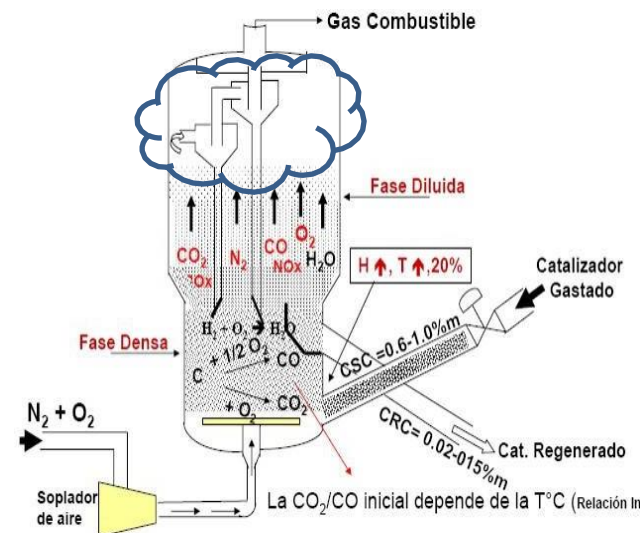
- **Gas** and **Catalyst** enter together
- Catalyst slows as it rubs against the cyclone wall and falls into the diplegs
- Gas does not slow as much and flows out the top

Ciclones del Reactor - Regenerador



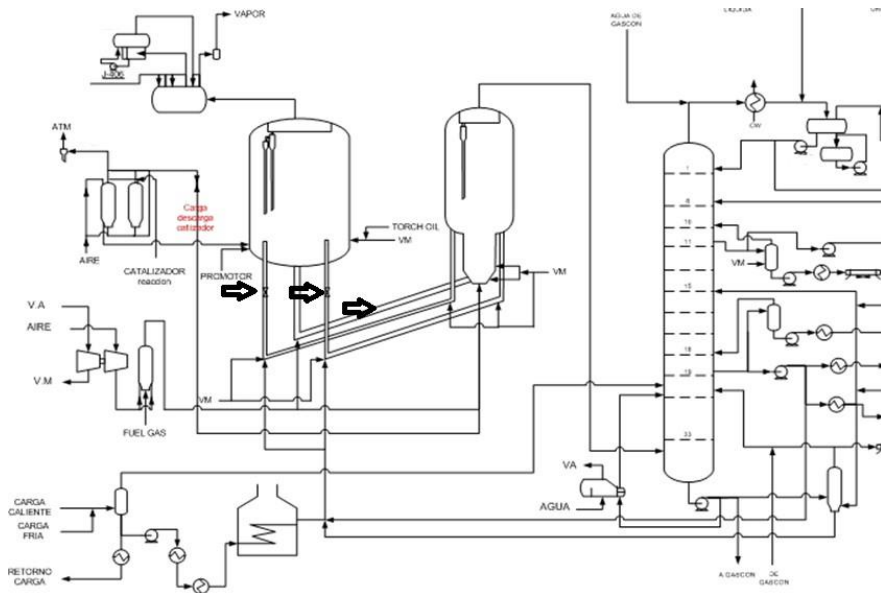
En el RX existen ciclones que permiten separar catalizador arrastrado de los productos de la reacción.

Ciclones del Regenerador

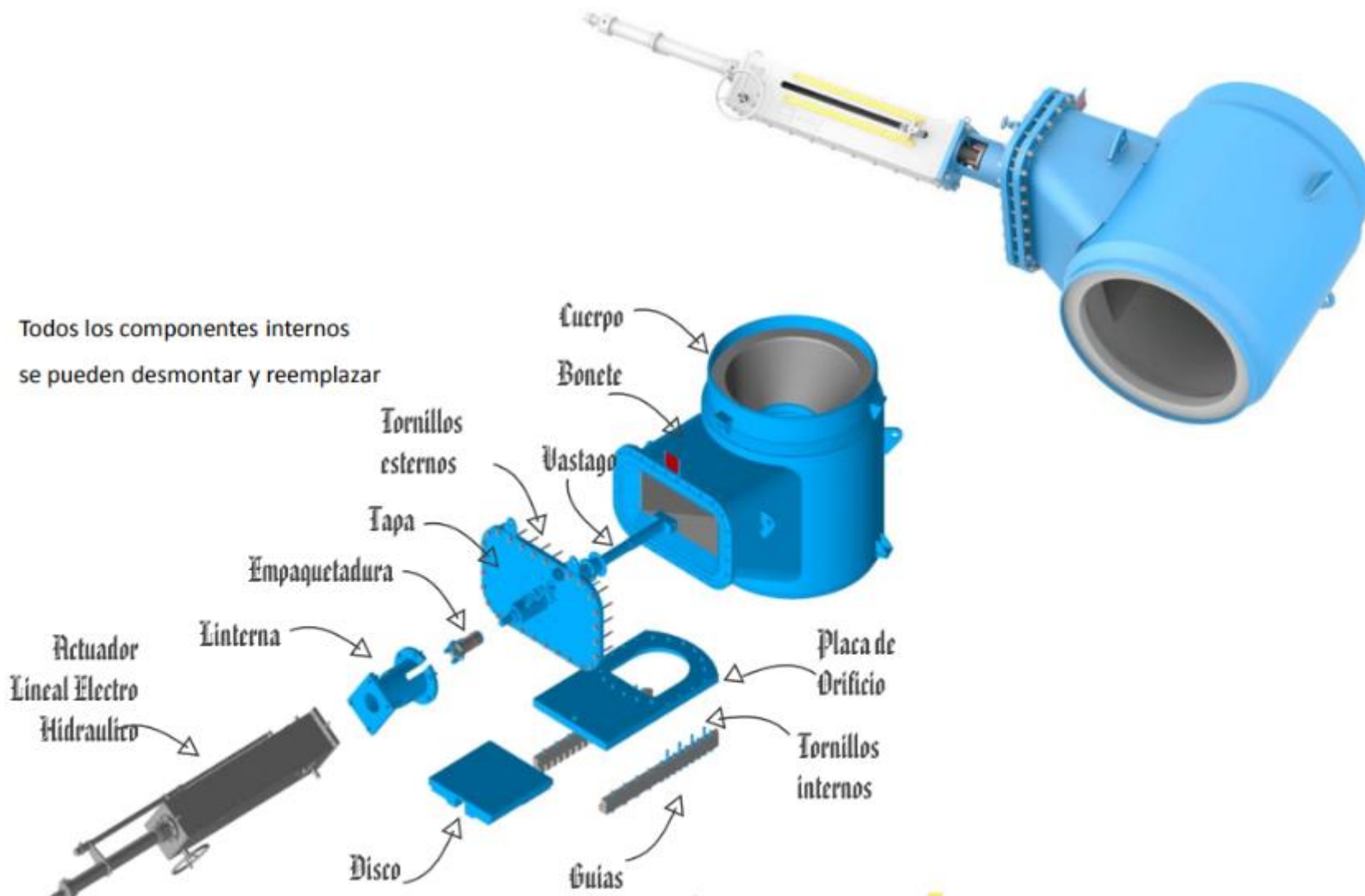


Permiten separar catalizador arrastrado de los gases a chimenea o flue gas.

Válvulas deslizantes



Válvulas deslizantes

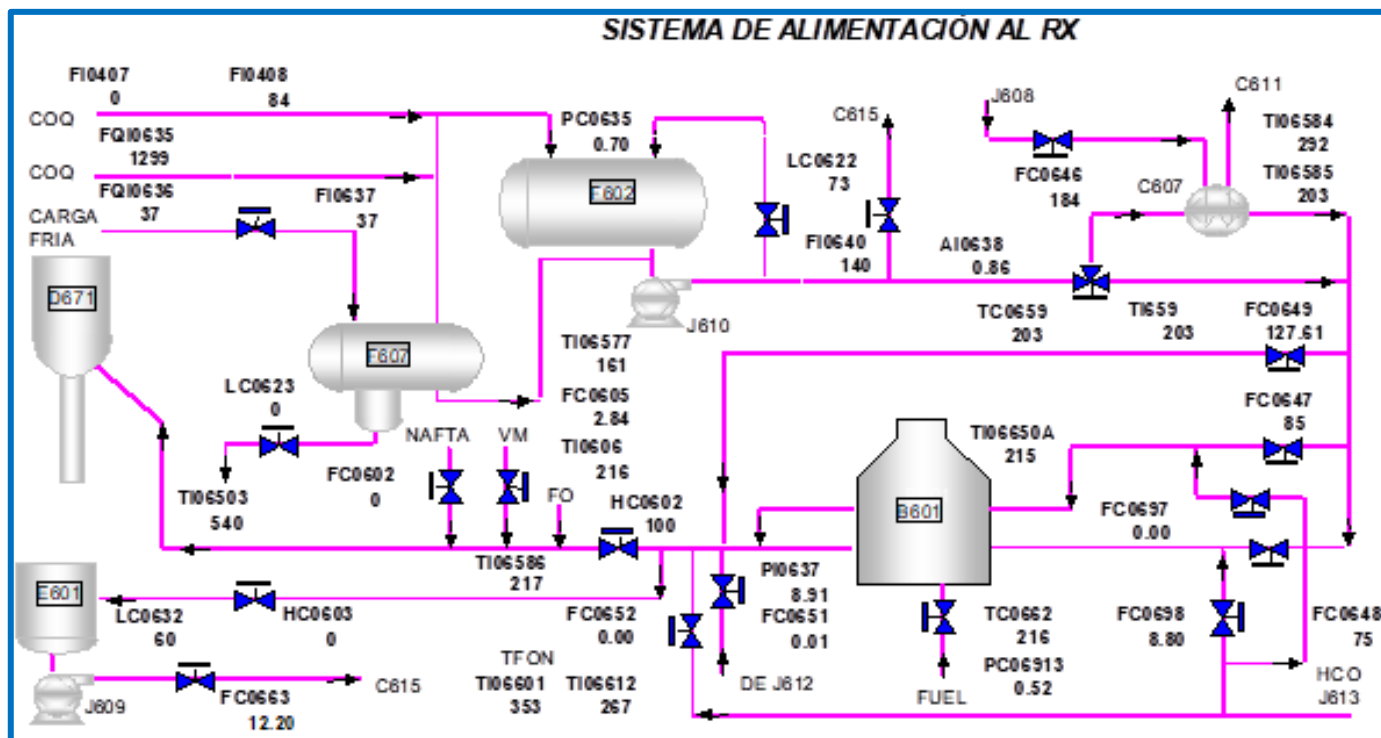


Toberas de carga





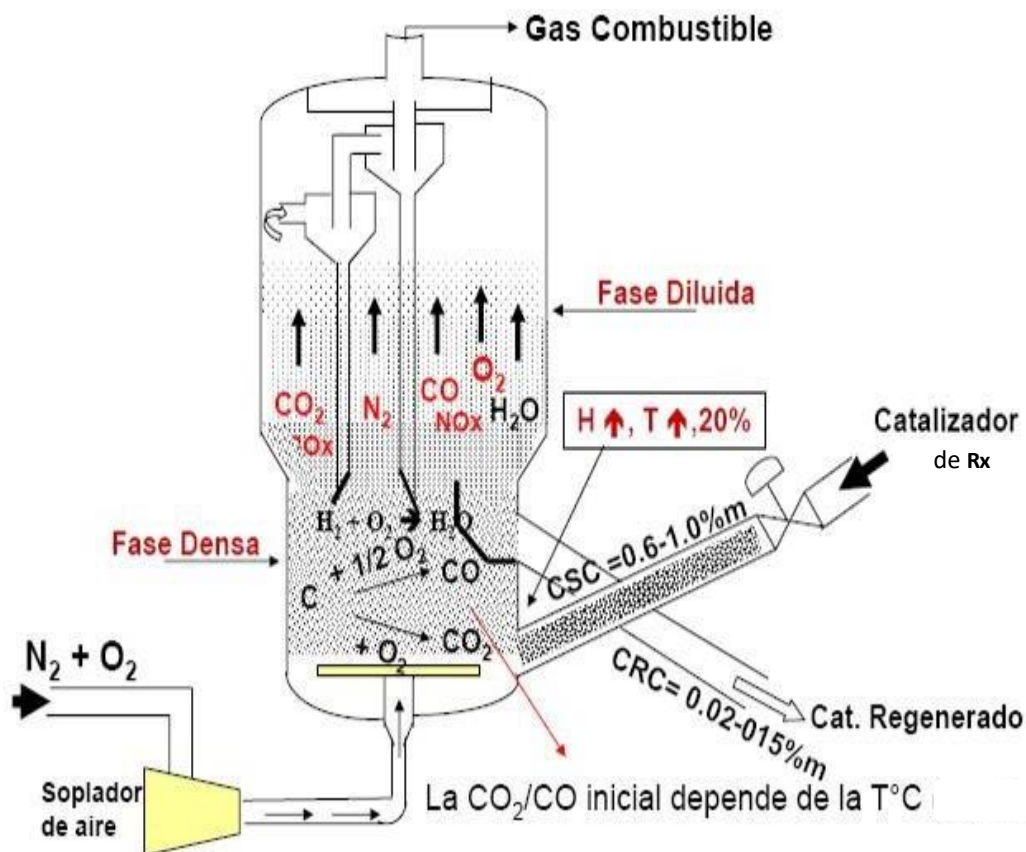
Precalentamiento de carga.



The diagram illustrates a complex chemical process involving multiple units and streams. Key components include:

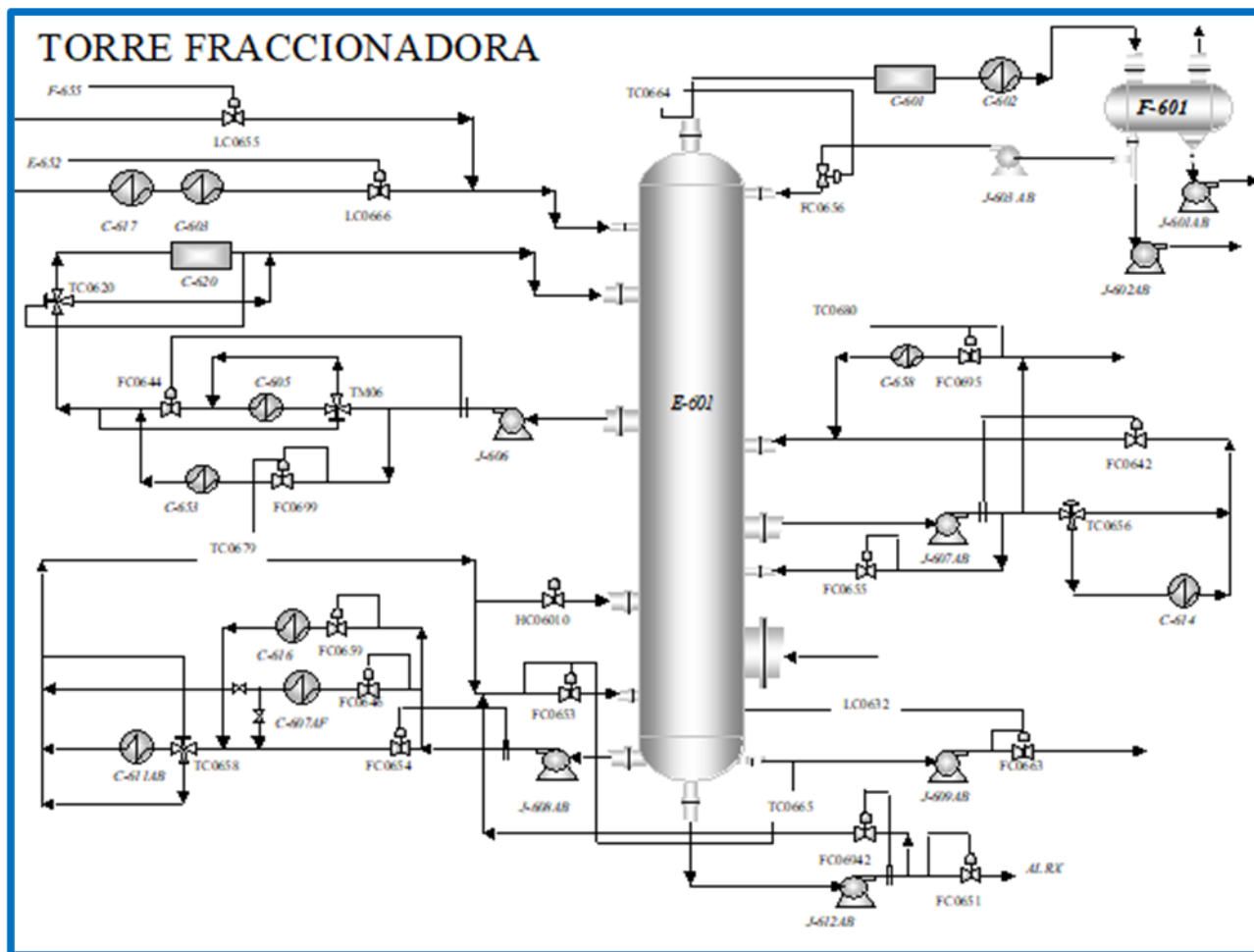
- Units:** A series of heat exchangers (A-101 to A-106), two distillation columns (C-101 and C-102), and a condenser (E-101).
- Streams:** Numerous process streams are shown, many labeled with temperatures (e.g., 100°C, 150°C) and mass flow rates (e.g., 100 kg/h, 150 kg/h).
- Inputs/Outputs:** The process has several feed streams (e.g., "FEED", "FEED 1", "FEED 2") and product streams (e.g., "PRODUCT", "WASTE").
- Legend:** A legend at the bottom left defines the symbols used: a box for "Temperature, °C", a line for "Mass Flow, kg/h", and a line with a triangle for "Design Mass Flow, kg/h".

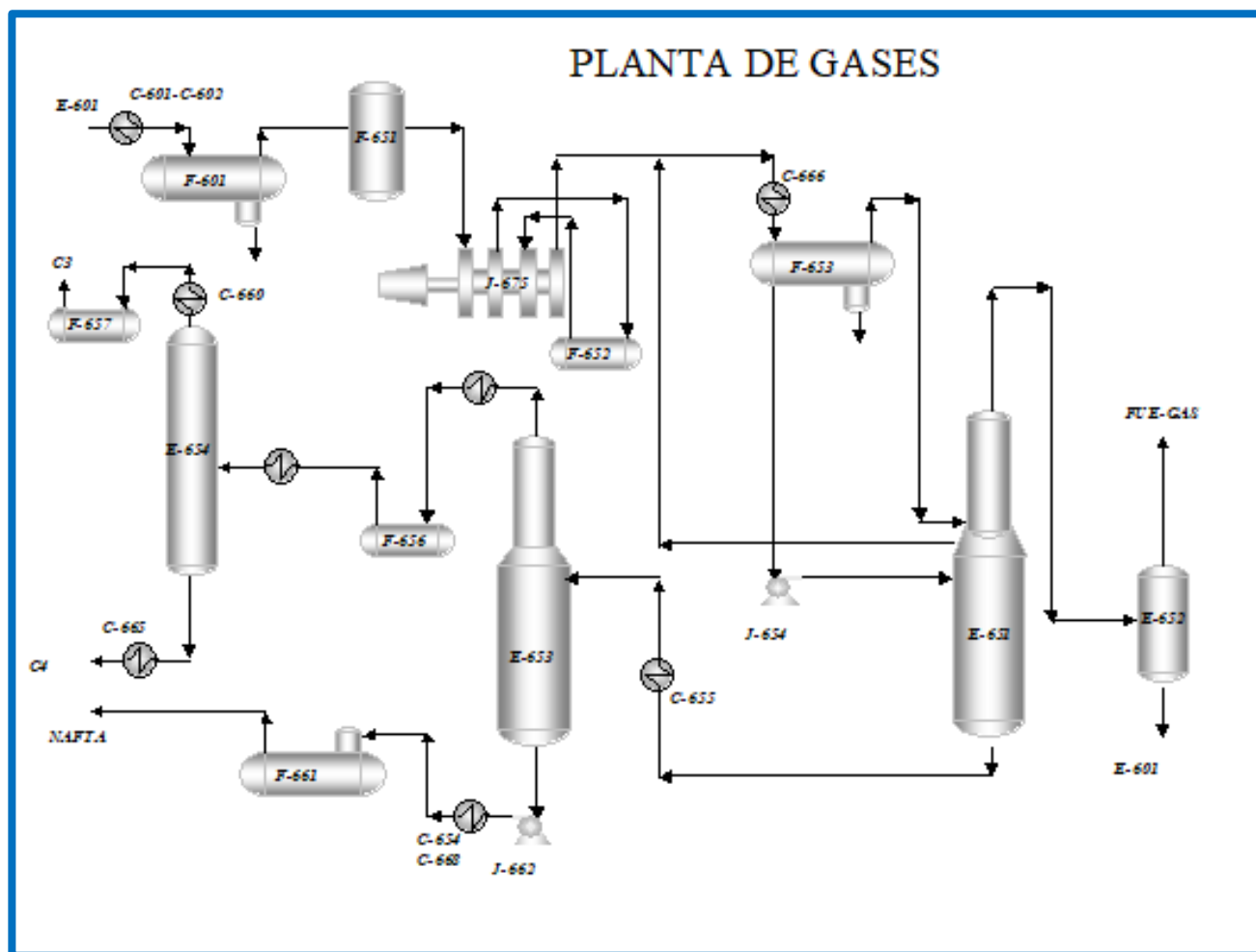
Soplante





Fraccionadora principal









Muchas Gracias