

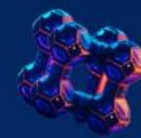
# INNOVACIONES CATALÍTICAS *QUE AUXILIAN LA JORNADA DE LOS REFINADORES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA*



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES

# INNOVACIONES CATALÍTICAS

## QUE AUXILIAN LA JORNADA DE LOS REFINADORES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA



DENALI™ como una Solución Sustentable y Rentable



Escenario Sudamericano

ReNewFCC™



Impactos del Coprocesamiento en el Catalizador



Impactos del Coprocesamiento en el Proceso de Refino



Soluciones Catalíticas más allá de la UFCC



Soluciones Integradas de Soporte al Cliente



# ESCENARIO *SUDAMERICANO*



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES



# Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Sudamérica

## EMISIÓN ANUAL DE CO<sub>2</sub> EN 2022



0 t    10 million t    30 million t    100 million t    300 million t    1 billion t

## CAMBIO PORCENTUAL EN LA EMISIÓN DE CO<sub>2</sub>, EN 2022

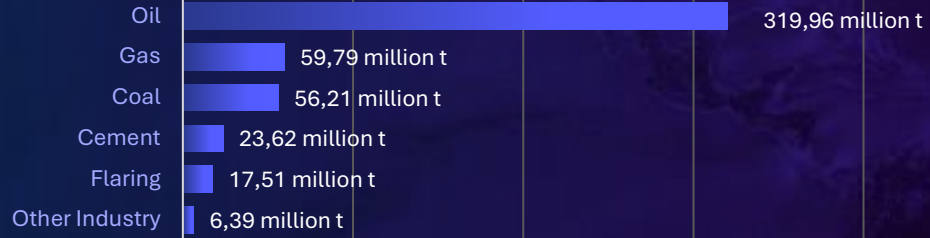


-10%    -5%    -2%    -1%    0%    1%    2%    5%    10%

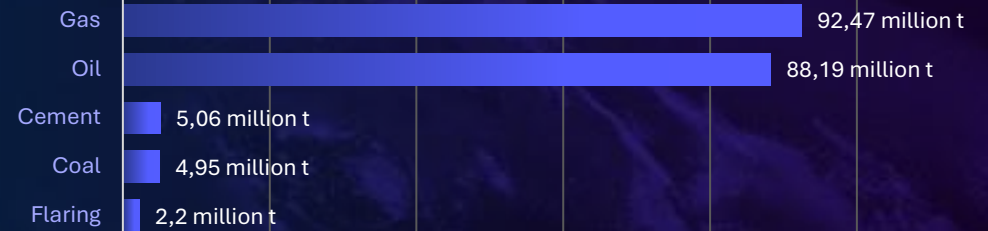


# Distribución de CO<sub>2</sub> por sector en los países de Sudamérica, en 2022

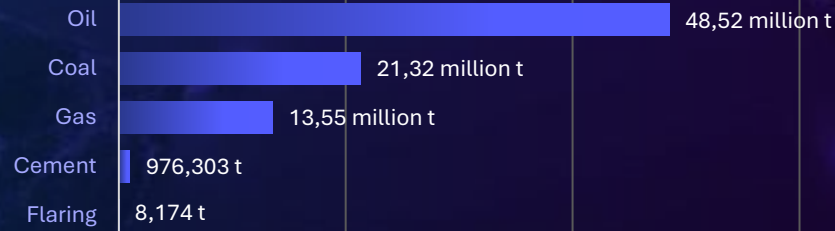
## BRAZIL



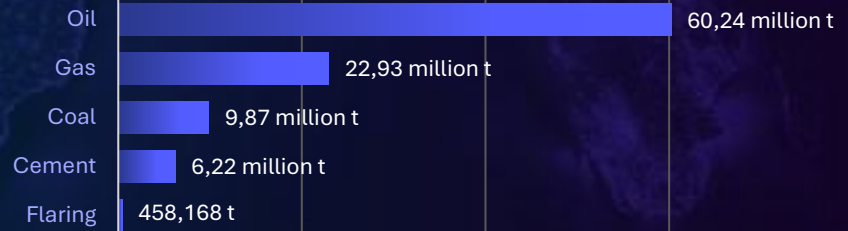
## ARGENTINA



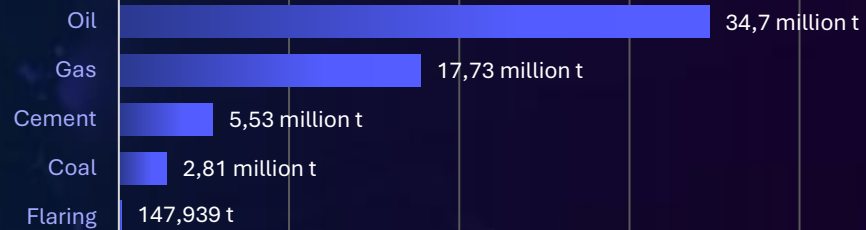
## CHILE



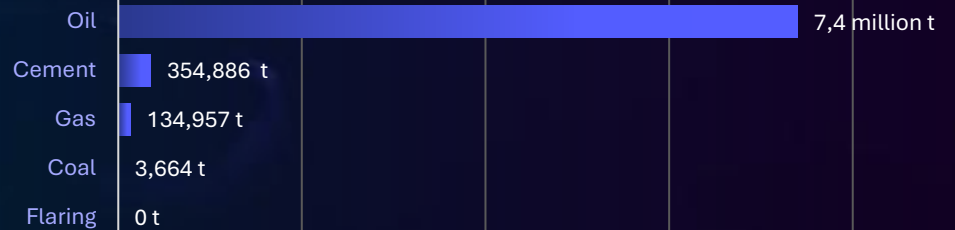
## COLOMBIA



## PERU



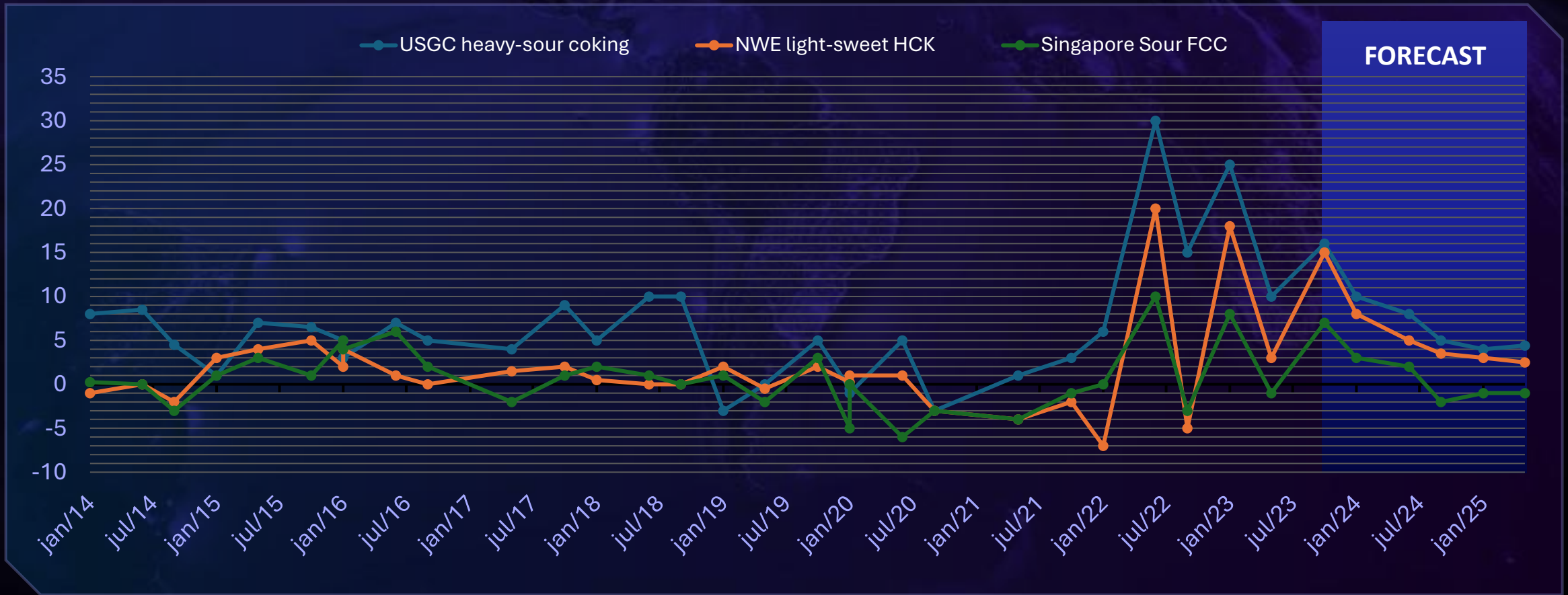
## URUGUAY





# Tendencia de márgenes de refino en diferentes hubs

## MARGEN GLOBAL DE REFINO SEGMENTADA POR HUB (\$/B)



Fuente: Adaptado de AFPM (Marzo 2024) y S&P Global Market Intelligence

# DENALI™ COMO UNA SOLUCIÓN *SOSTENIBLE Y RENTABLE*



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES



# Desafíos tecnológicos

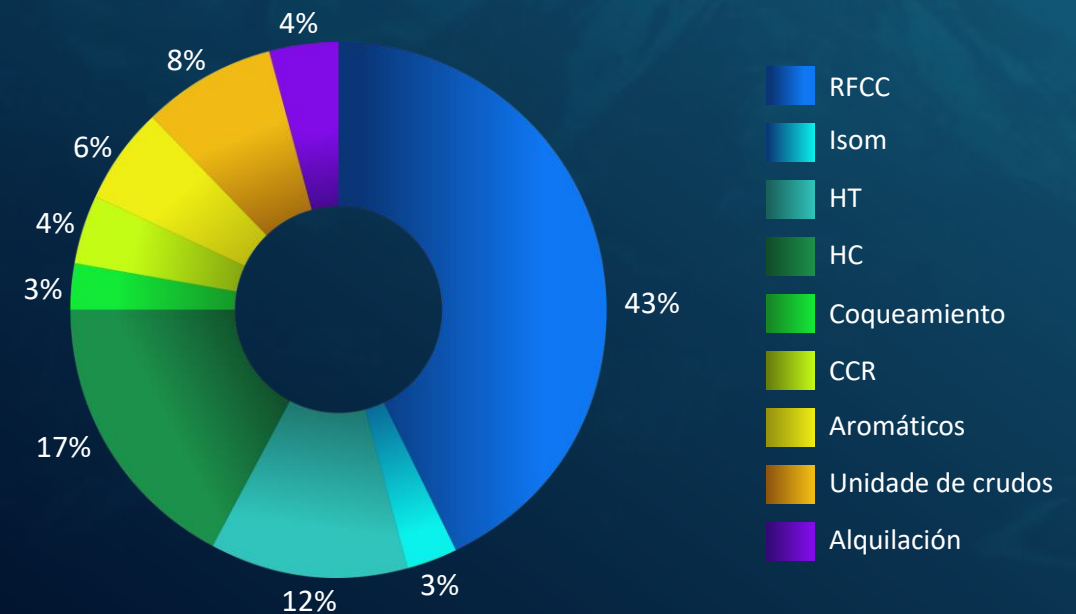
Es cada vez más importante para el refinador proveer energía de forma competitiva, ambientalmente responsable y con alta eficacia en emisiones.

Para que la refinería se vuelva competitiva en el mercado y alineada con el mundo en transformación es necesario:

- Maximizar los márgenes de la refinería;
- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>

El FCC tiene una contribución muy significativa para las emisiones de CO<sub>2</sub> de la refinería, por ese motivo cualquier aumento de rentabilidad o reducción de emisiones tiene un grande impacto.

CONTRIBUCIÓN DEL FCC PARA LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN UNA REFINERÍA



Fuente: Oil refinery/petrochemical integration in a CO<sub>2</sub> constrained world- Part 1- Hydrocarbon Processing





# Desafíos tecnológicos

La familia de catalizadores DENALI™ fue el resultado de actividades en diferentes proyectos de P&D para alcanzar el objetivo de un catalizador con alta conversión y con ventaja en selectividad a coque.



PARA ALCANZAR ESE OBJETIVO FUERON DESARROLLADOS 3 PILARES TECNOLÓGICOS





# Desafíos tecnológicos



## Nueva zeolita mesoporosa ultra estabilizada:

- Optimización de los sitios ácidos;
- Reduce reacciones indeseadas de formación de coque y gas;
- Mejora en la tolerancia a metales;
- Mejora en la arquitectura de mesoporos del catalizador.



## Nueva matriz ligante:

- Aumenta capacidad ligante permitiendo mayor cantidad de ingredientes activos;
- Mejora en el ABD, fricción y área específica del catalizador fresco.



## Optimización de las tierras raras:

- Mejora la estabilidad de la zeolita;
- Aumento en la actividad, sin impacto significativo en la selectividad a coque.





# Desafíos tecnológicos



Aumento de la mesoporosidad de la zeolita, facilitando el contacto con los sitios activos:

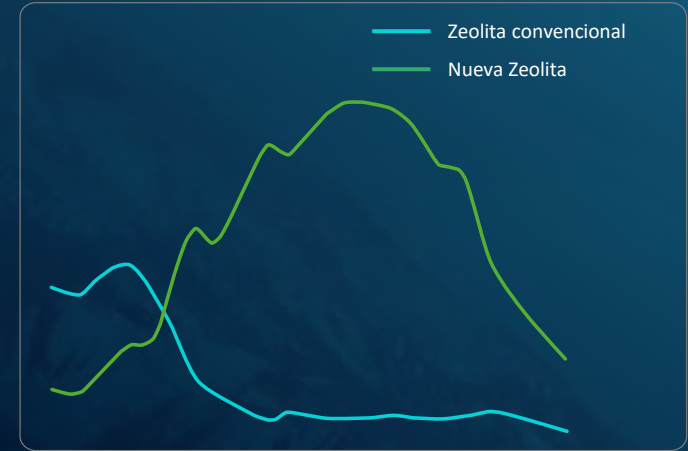
- Promueve un craqueo más selectivo;
- Reduce las reacciones de transferencias de hidrógeno;
- Reduce las reacciones de formación de coque y gas.



Mejora de la arquitectura de mesoporos del catalizador:

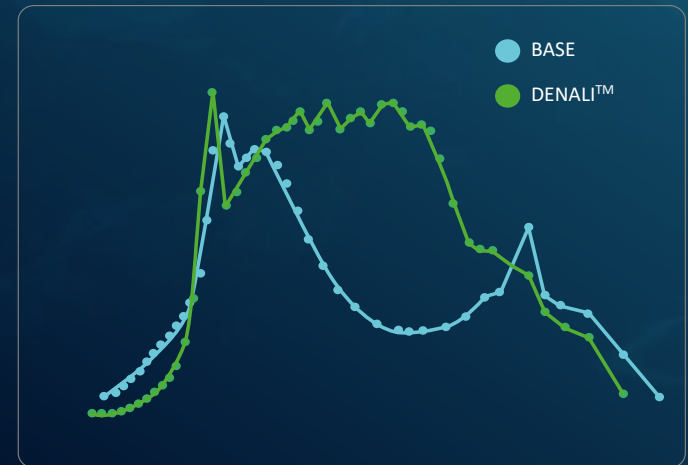
- Mejora el acceso de moléculas más pesadas;
- Favorece el craqueo de fondos.

Volumen del Poro,  $\text{cm}^3/\text{g}$



Diámetro del Poro (nm)

$dV/d\log(D)$  Volumen del Poro,  $\text{cm}^3/\text{g}$



Diámetro del Poro (nm)



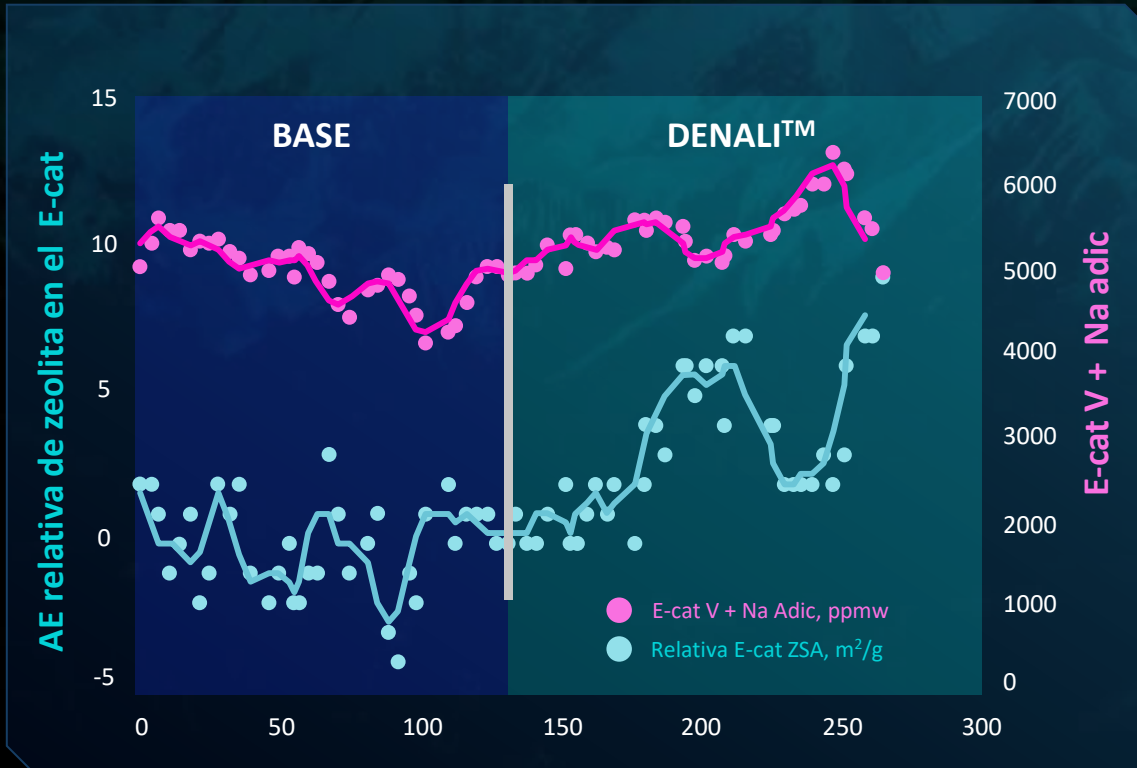
# EVALUACIONES COMERCIALES



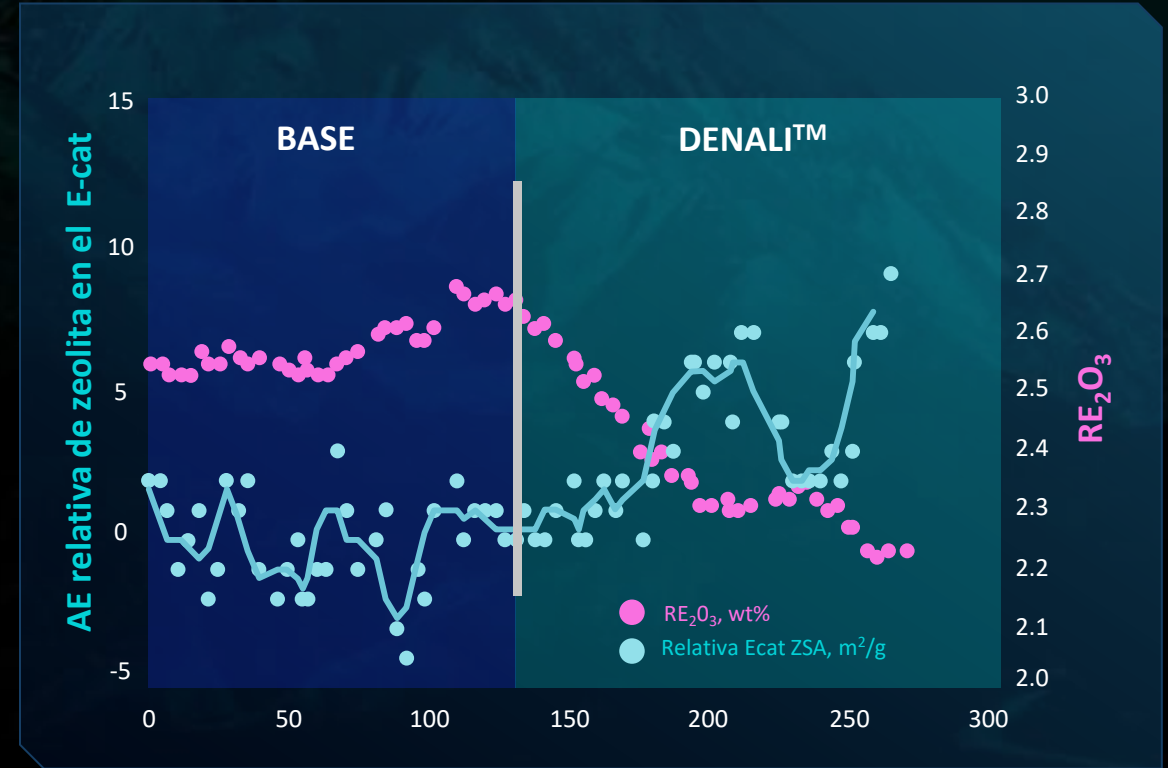


# Evaluación Comercial - Estabilidad de la zeolita

La nueva tecnología **DENALI™** ha mostrado en todas las evaluaciones comerciales que el catalizador producido por esta tecnología es más estable y resiste más a las condiciones del proceso.



Mejor estabilidad de la zeolita con mayor tenor de metales



Mejor estabilidad de la zeolita con menor tenor de RE

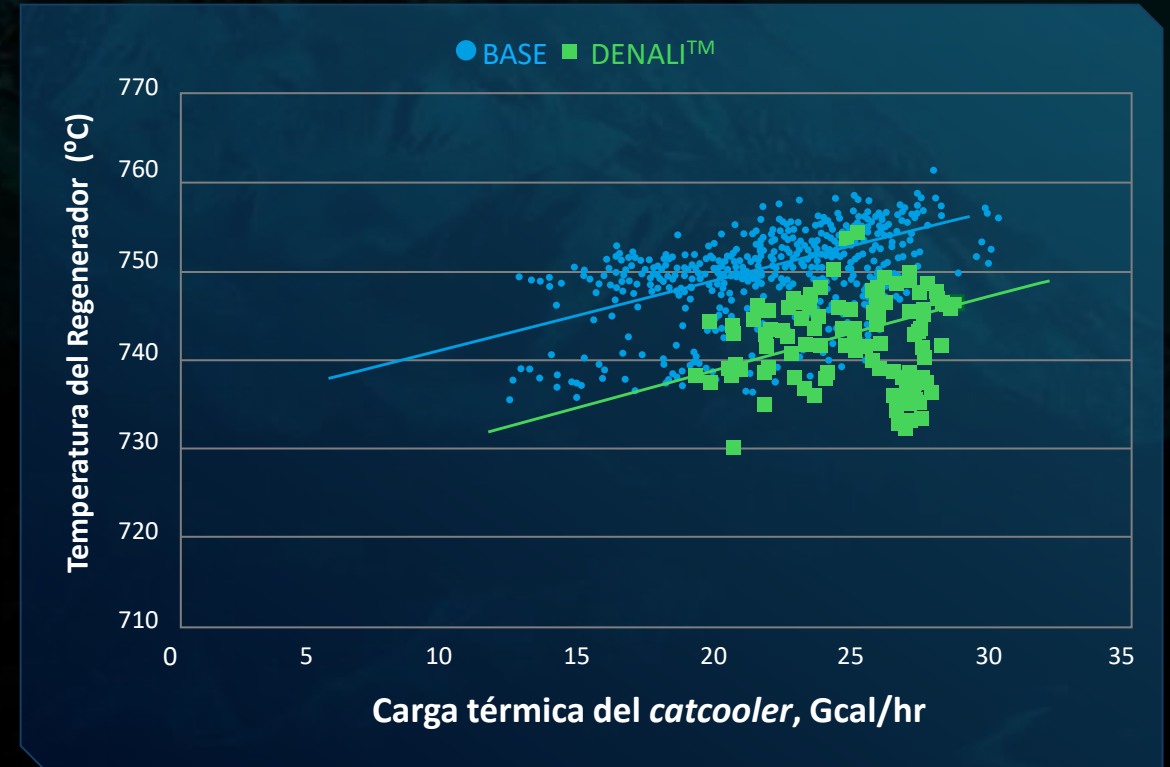
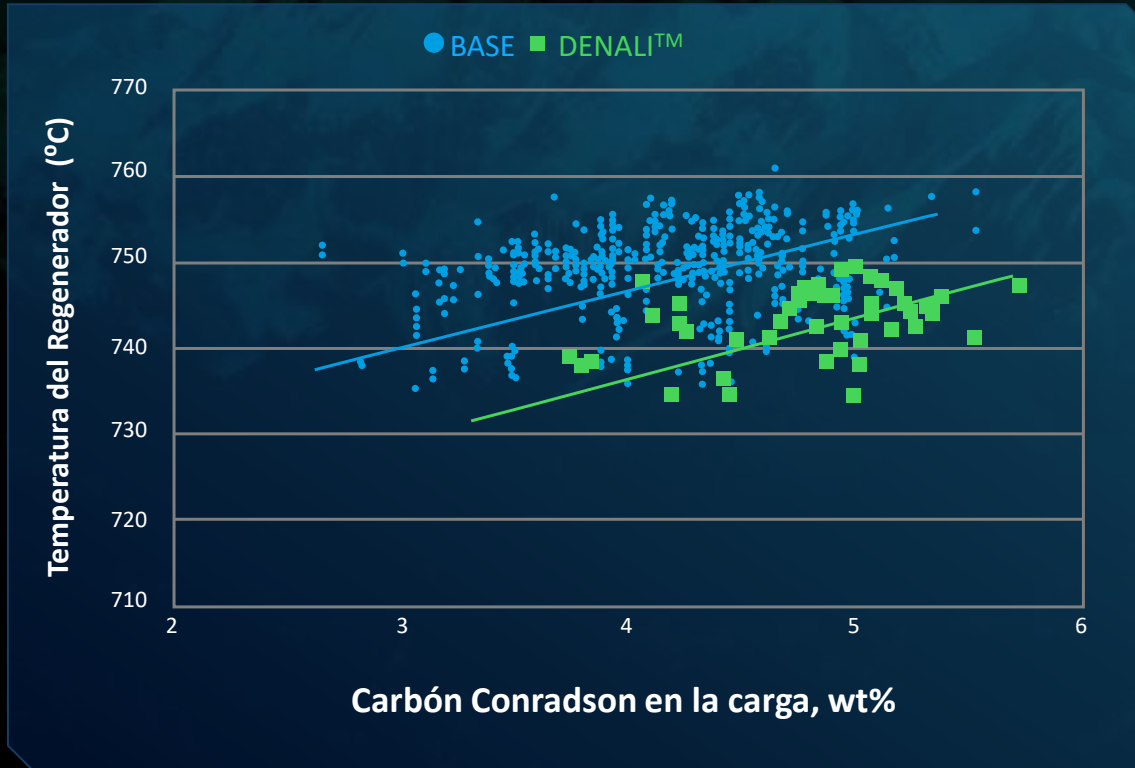
Nota: Para la prueba fue utilizado un catalizador de la tecnología Denali con el área de zeolita fresca equivalente al catalizador base.





# Evaluación Comercial - Selectividad a coque

La nueva tecnología **DENALI™** ha mostrado una mejor selectividad a coque reduciendo significativamente la temperatura del regenerador.



→ menor TFD para un mismo CCR y misma retirada de calor por el *catcooler*.





# Evaluación comercial

## Prueba Comercial 1

- **Unidad de residuo**
- **Metales:**
  - Ni > 5000 ppmw
  - V > 6500 ppmw
- **Restricciones:**
  - Temperatura del regenerador
- **Objetivos:**
  - Alta conversión
  - Craqueo de fondos
  - Gasolina

### RESULTADOS DE LA PRUEBA

<b>Calidad de la carga</b>	Base
<b>Actividad</b>	+1.8% (abs)
<b>Reposición de catalizador</b>	Base
<b>Ni</b>	Base
<b>V</b>	Base
<b>Balance energético</b>	
<b>Delta coque</b>	-0,03
<b>TFD (°C)</b>	-10
<b>Rendimientos:</b>	
<b>GS (wt%)</b>	Base
<b>GLP (%v)</b>	+1 (rel)
<b>Gasolina (%v)</b>	+2% (rel)
<b>LCO (%v)</b>	-2% (rel)
<b>Slurry (%v)</b>	-17% (rel)
<b>Conversión (%v)</b>	+1,3%(abs)



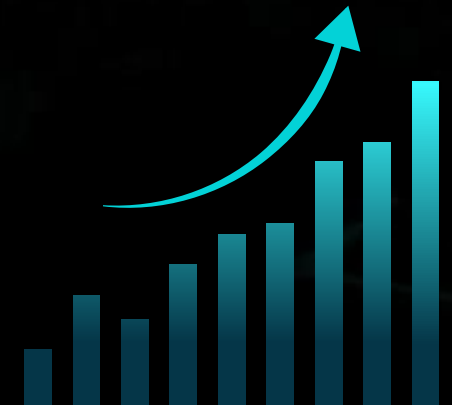
Menor temperatura del regenerador;



Aumentó el rendimiento volumétrico de gasolina;



Rendimiento volumétrico de *Slurry* fue reducido.





# Evaluación comercial

## Prueba Comercial 2

- **Unidad de residuo**
- **Metales:**
  - Ni > 5000 ppmw
  - V > 6500 ppmw
- **Restricciones:**
  - Temperatura del regenerador
- **Objetivos:**
  - Aumento de craqueo de fondos
  - Mejor selectividad a C3=

### RESULTADOS DE LA PRUEBA

Rendimientos (wt%)	
Gas seco	-0,08
C3=	0,33
C3	0,05
C4=	0,6
TC4	0,66
Nafta	-0,55
LCO	-0,01
<i>Slurry</i>	-0,23
Coque total	-0,17
TFD (°C)	-6,2



Mejor selectividad a C3= sin aumento significativo de GLP;



Reducción de 0.23 wt% de rendimiento de *slurry*;



La reducción en el delta coque llevó a una disminución de 6°C en la TFD.

### OPERACIÓN

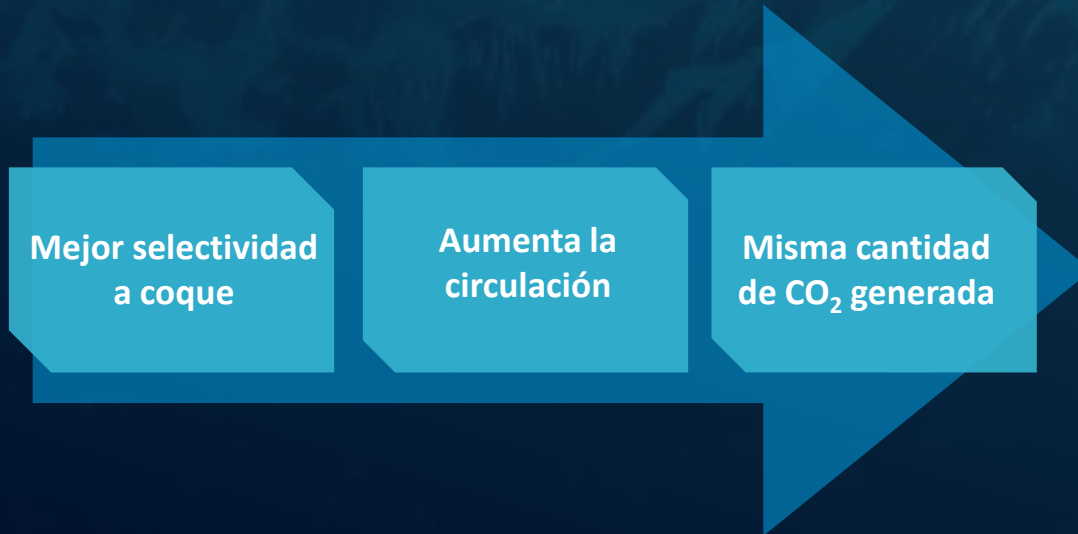
- Debido a la holgura térmica que Denali proporciona es posible ser usado un crudo de menor costo o incrementar el % de residuo en la carga;
- La prueba mostró también la flexibilidad de esta tecnología para atender todo tipo de mercados.





## ¿DENALI™ ayuda en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>?

### LA UNIDAD TRABAJA A ISOCOQUE



### SIN EMBARGO...

Cuando se circula más se aumenta la conversión, generando mayor masa de productos de interés. Luego, se genera una menor cantidad de CO<sub>2</sub> por ton de productos líquidos.

### ENTONCES EL DENALI™ GENERA

Mayor conversión para la misma emisión de CO<sub>2</sub>

Menores emisiones de CO<sub>2</sub> para la misma conversión



# Emisiones de carbón

## Prueba Comercial 3

### DENALI™

	BASE	MISMAS CONDICIONES	BAJO TRX
Caudal de carga (bpd)	>60	Base	Base
CCR (wt%)	>4	Base	Base
Niquel (ppmwt)	3025	Base	Base
Vanadio (ppmwt)	6015	Base	Base
Actividad (wt%)	70,7	71,6	71,8
TRX (°C)	520	520	<b>505</b>
TFD (°C)	709	<b>698</b>	687
Catcoller (MMBtu/hr)	259	259	259
<hr/>			
<b>Conversión (%Vol)</b>	<b>82,1</b>	<b>84,7</b>	<b>82,2</b>
Propileno (%Vol)	11,4	12,8	11,5
Total olefinas C4 (%Vol)	11,4	12,6	11,5
Nafta (%Vol)	60,8	60,5	61,0
LCO (%Vol)	14	12,8	14,1
Slurry (%Vol)	3,8	2,5	3,8
Coque (%wt)	8,2	8,1	7,8

**Isocoque**                      **Isoconversión**



# Ganancia de rentabilidad con DENALI™

## Prueba Comercial 4

- Caudal de carga = 4000m<sup>3</sup>/d
- Densidad de carga oscura = 0,9300
- Metales:
  - Ni >3500 ppmw
  - V >1500 ppmw

### RENDIMIENTOS: (%wt)

### DELTA

GC	0,07
GLP	0,55
NC	1,47
LCO	-0,64
Slurry	-1,45
Coque	0,00
Conversión	2,01
TFD (°C)	-4,4





# Emisiones de carbón

Considerando los rendimientos a conversión constante es posible calcular la cantidad de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que se conseguiría obtener si fuera del interés del refinador mantener la conversión.

## DELTA RENDIMIENTOS A CONVERSIÓN CONSTANTE

GC	-0,1
GLP	0,2
NC	0,7
LCO	0
OD	0
Coque	-0,8

Teniendo en consideración:

Caudal de carga = 4000 m<sup>3</sup>/d      Densidad de carga oscura = 0,9300



DENALI™ consiguió una reducción de:

101,5 ton CO<sub>2</sub>/d → 34.504 ton CO<sub>2</sub>/año



Ganancia de créditos de carbón:

**0,34 US\$/barril**

Valor del crédito de carbón: 85 US\$/ton \*

\* Valor del día 21/05/2024 <https://ember-climate.org/data/data-tools/carbon-price-viewer/>





# Emisiones de carbón - Método CWT



CWT es una metodología que evalúa la eficacia de las emisiones de carbón con relación a la producción de un producto o proceso.



Esta metodología fue creada por Concave en cooperación con Solomon Associates y es usada por refinerías en todo el mundo.

En este método, la relación  $CO_2/CWT$  es un indicador de desempeño índice de eficiencia de  $CO_2$  de la refinería.

## TENIENDO EN CONSIDERACIÓN

- Caso a isoconversión
- CWT=140\*

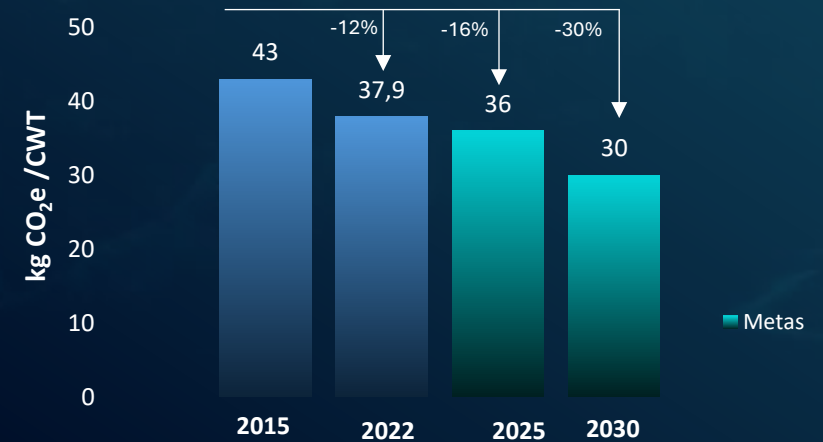
\*valor típico de una refinería brasileña de tamaño mediano con base diaria

## CON EL USO DE DENALI™

$$\Delta \frac{kg CO_2}{CWT} = -0,7$$



## INTENSIDAD DE EMISIONES DE GEE EN EL REFINO DE PETROBRAS



\*Datos: Cuaderno del Clima 2022-2023, Petrobras.





# Conclusión

La unidad de FCC contribuye de forma significativa para las emisiones de la refinería, tanto en emisiones de CO<sub>2</sub> como otros gases de efecto invernadero y hasta particulados.

Por ese motivo FCC S.A se preocupa en tener **tecnologías** cada vez más **avanzadas** para ayudar a sus clientes a recorrer el camino de **reducción** de sus **emisiones y aumento de rentabilidad**.

Las **pruebas comerciales** de **DENALI™** mostraron:

- Maximización de la conversión de la unidad;
- Reducción en el delta coque.

Además, en caso de que el refinador quiera existe siempre la hipótesis de **trabajar a isoconversión**, disminuyendo de forma más significativa las emisiones de CO<sub>2</sub> con el uso de **DENALI™**.

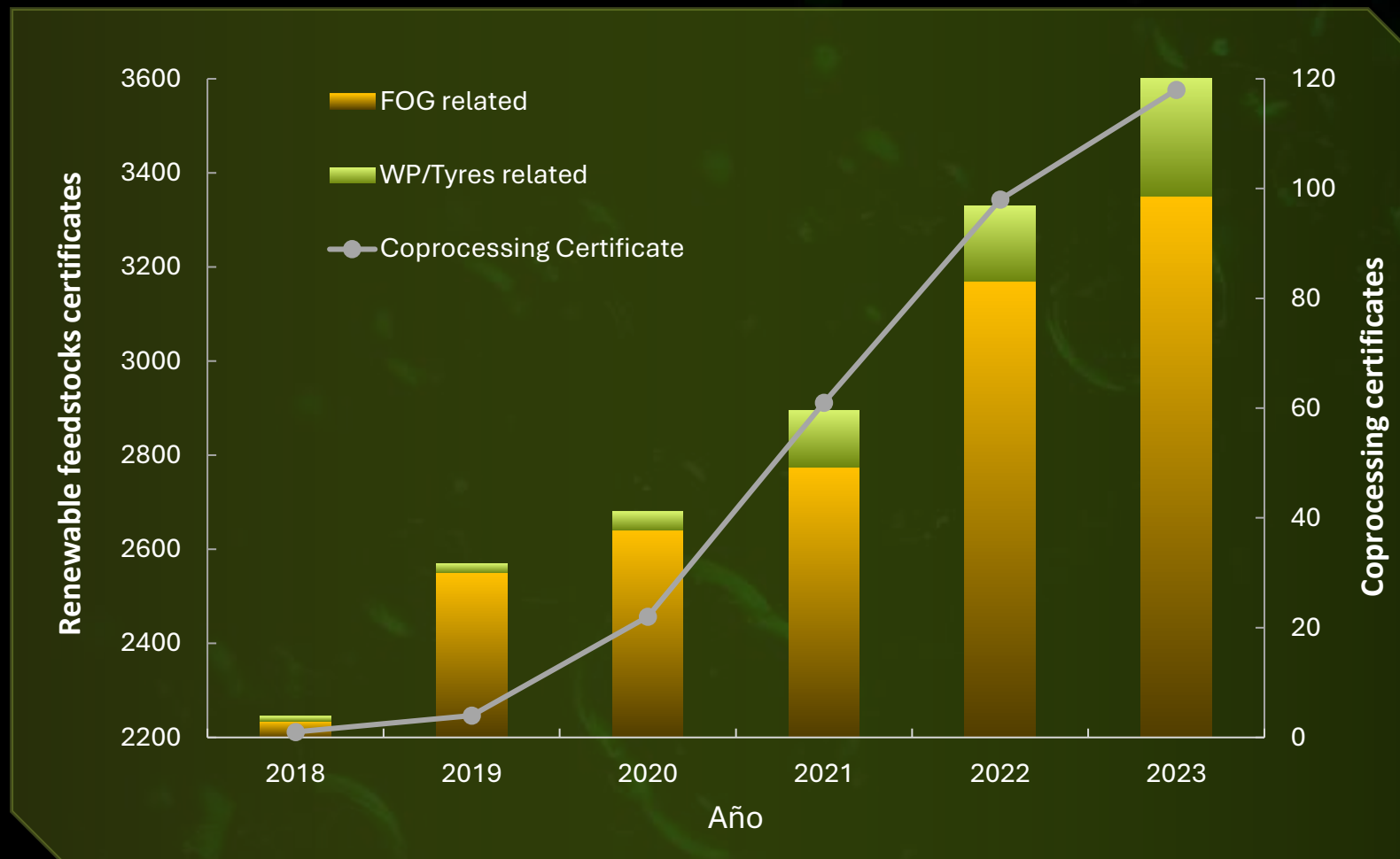
# IMPACTOS DEL COPROCESAMIENTO *EN EL CATALIZADOR*



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES



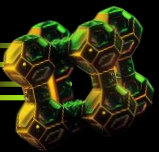
# Crecimiento del pedido de certificados para (co)procesar cargas renovables y circulares



Fuente: Adaptado de AFPM (Marzo 2024) y S&P Global Market Intelligence





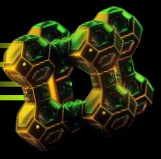


# Desafíos del coprocesamiento

## Impactos en el catalizador

LA TECNOLOGÍA DE CATALIZADOR EXIGIRÁ ELEVADA ACCESIBILIDAD Y RESISTENCIA A METALES.

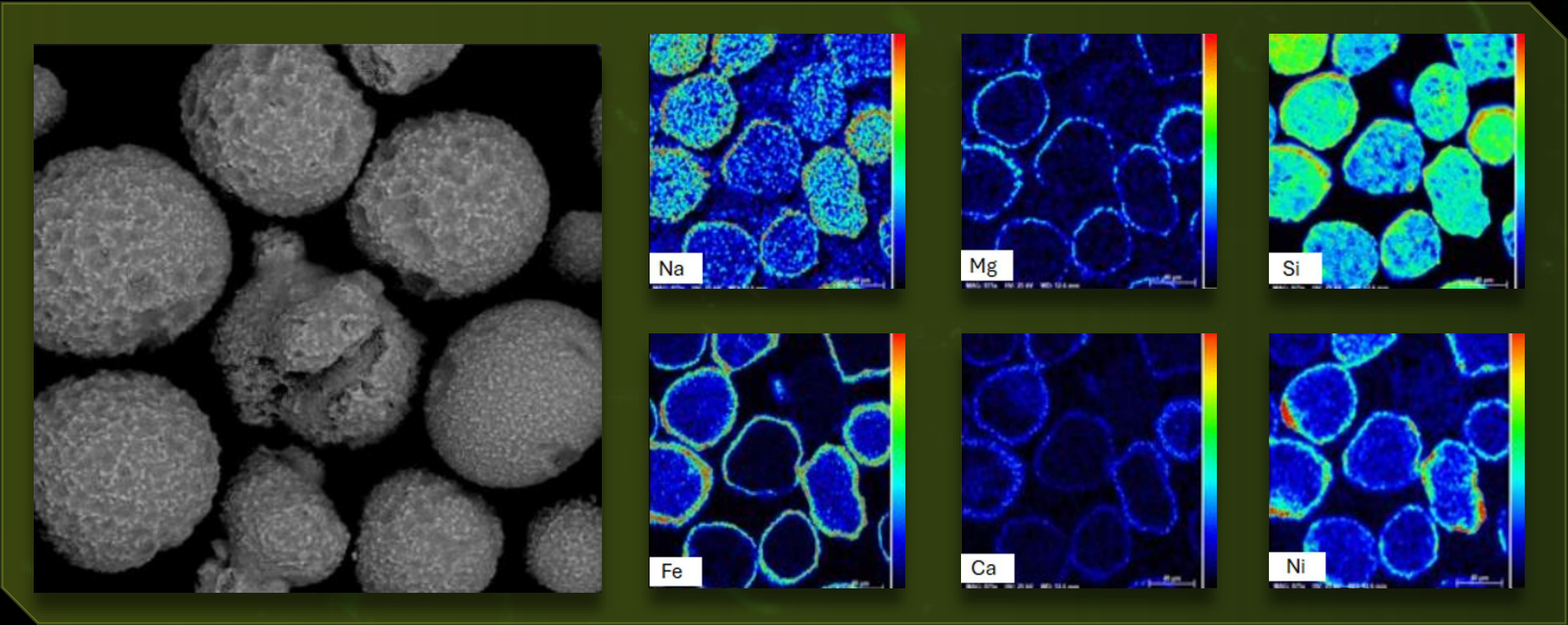
PARÁMETROS	UNIDAD	ACEITE DE SOJA		BIO-ACEITE - PIÑA			ACEITE DE PIROLISIS DE PLASTICO	
		CRU	RDB	ACEITE DE PIROLISIS A	ACEITE DE PIROLISIS B	ACEITE DE PIROLISIS – HDO	ACEITE (GOMA)	ACEITE (PLÁSTICO)
K	Ppm	130	<1	160	9	NA	NA	NA
Fe	ppm	1	<1	31	66	NA	<2	<2
Si	Ppm	NA	NA	23	10	NA	<10	<10
Ca	ppm	45	<1	400	29	NA	<3	<3
Mg	ppm	<1	<1	130	3	NA	NA	NA
P	ppm	250	<1	NA	19	NA	1	1
Cl	ppm	<1	<1	NA	55	NA	24	91
Br	ppm	NA	NA	NA	NA	NA	38	333
N	ppm	NA	NA	NA	NA	NA	7,500	11,700
O	p/p%	~10	10.4	50.7	51.2	23.6	NA	NA
TAN	mgKOH/g	1.4	0	128	72	50	0.25	0.2
Estimativa de coste relativo	\$/bbl	Base	Base + \$16/bbl	Base A	Base B	Base + \$15-30/bbl	NA	NA

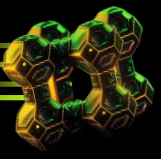


# Desafíos con nuevos contaminantes

## Impactos en el catalizador

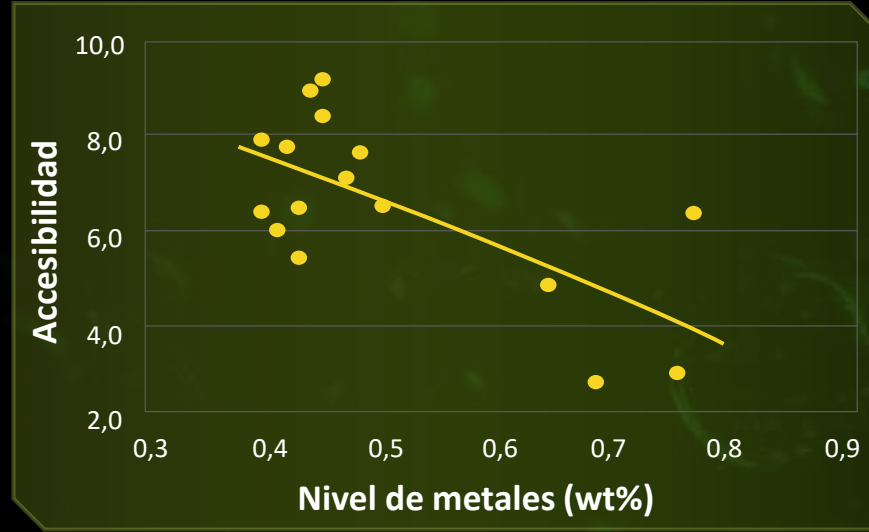
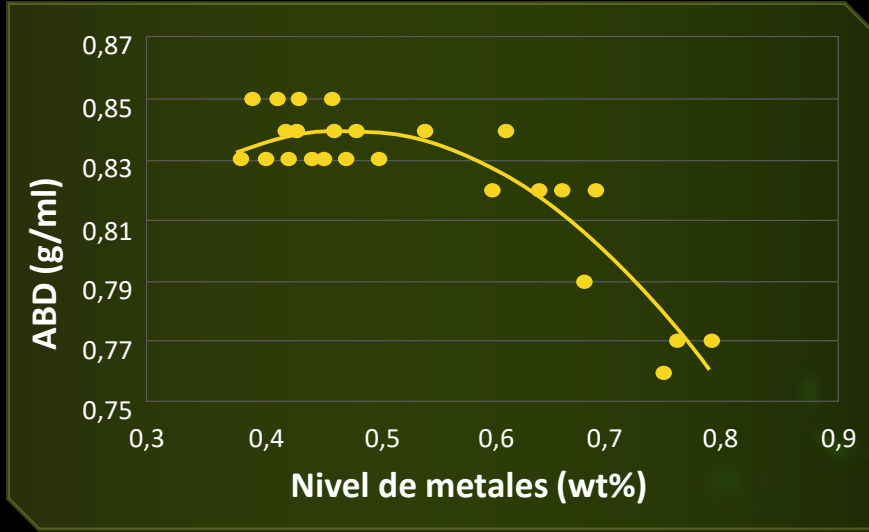
**METALES COMO FE, CA, NA Y SI ACTÚAN EN EL BORDE EXTERNO DE LA PARTÍCULA, CAUSANDO SINTERIZACIÓN, VITRIFICACIÓN, FORMACIÓN DE EUTÉCTICOS Y NÓDULOS.**



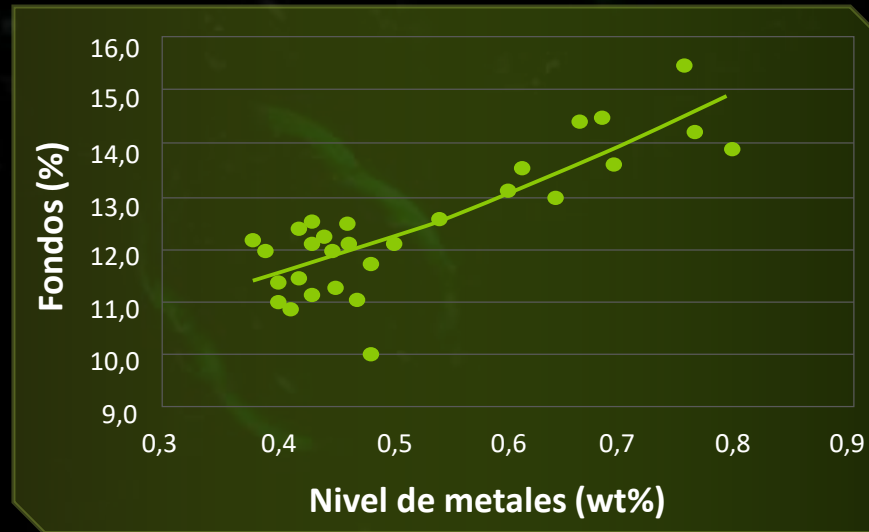
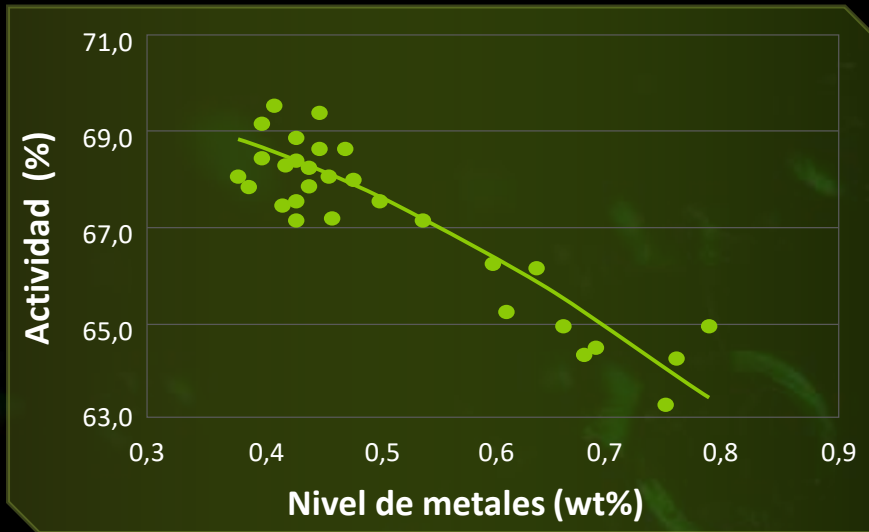


# Desafíos con nuevos contaminantes

## Impactos en el catalizador

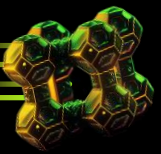


Problemas de circulación debido al ABD y morfología.

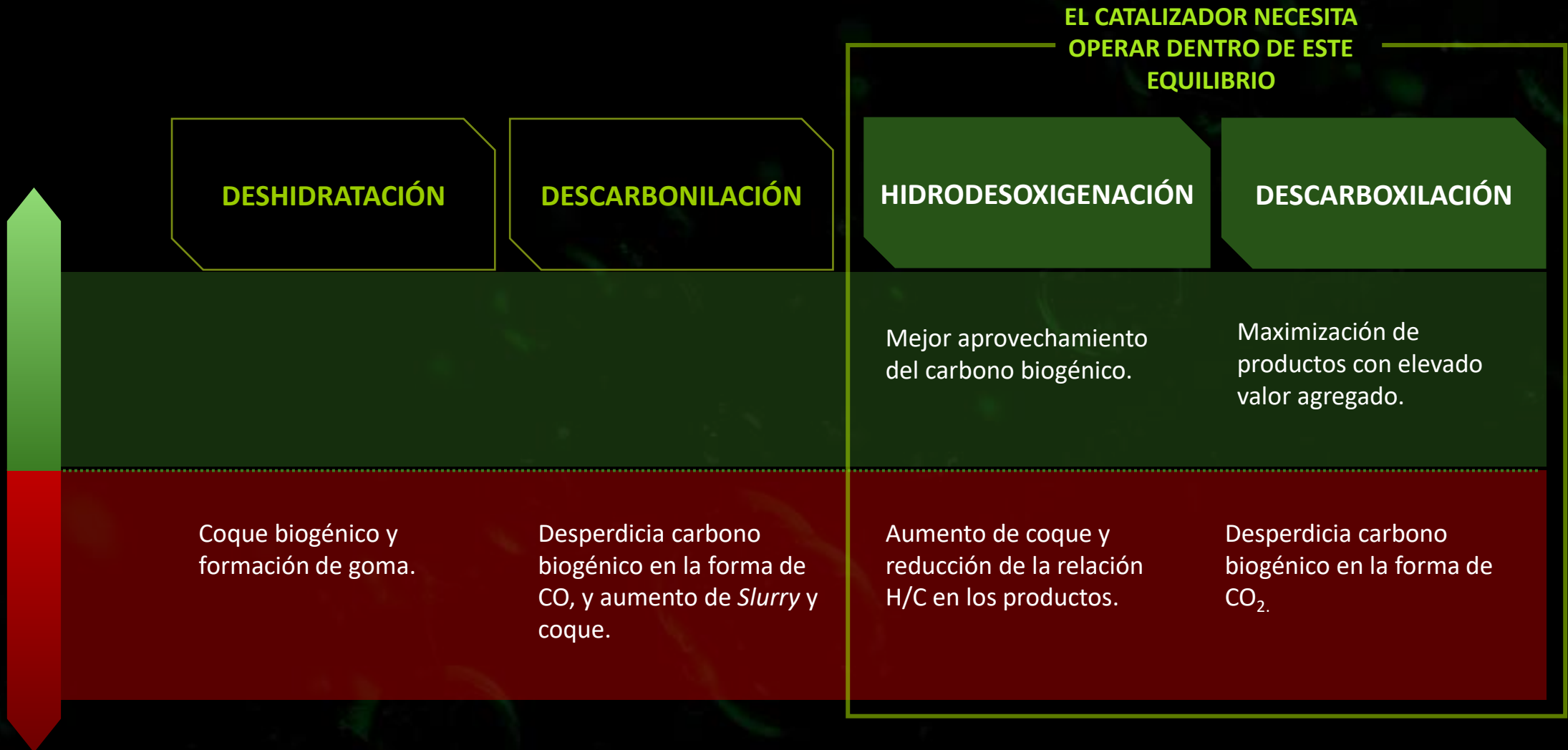


Accesibilidad reducida impacta la actividad y la capacidad de craqueo de fondos.





# Desafíos en relación a selectividad en las reacciones de remoción del oxígeno





*“Para maximizar los productos de interés, considerando las restricciones de la UFCC y promover la incorporación de carbono renovable en el sistema, el catalizador debe ser formulado y optimizado de acuerdo con las características de la carga”.*



# Desafíos en simular desactivaciones con nuevos contaminantes en Laboratorio



El método ANCD es conocido por mimetizar de forma más asertiva los efectos del Ni y V en el catalizador.



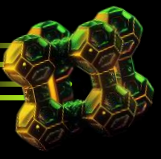
Sin embargo, el método ANCD no simula efectos del Fe, Ca, Si que promueven daños en la accesibilidad del catalizador.



Para mimetizar efectos en la accesibilidad, es necesario desarrollar nuevos métodos de desactivación que pueden ser conducidos en la unidad de desactivación cíclica.



UNIDAD DE DESACTIVACIÓN CÍCLICA



# Desafíos en simular desactivaciones con nuevos contaminantes en Laboratorio

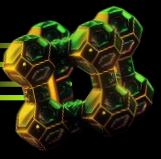
MÉTODO DE DESACTIVACIÓN	ANCD		NUEVO MÉTODO	
	Cat A	Cat B	Cat A	Cat B
Tipo de Catalizador	Cat A	Cat B	Cat A	Cat B
Accesibilidad del catalizador fresco	12.9	20.6	12.9	20.6
Accesibilidad del catalizador Desactivado	16.3	26.4	3.3	16.6
<b>Retención de accesibilidad</b>	<b>126%</b>	<b>128%</b>	<b>26%</b>	<b>81%</b>



El método de desactivación en el Laboratorio desempeña un papel fundamental para simular los efectos de los metales observados en la refinería.

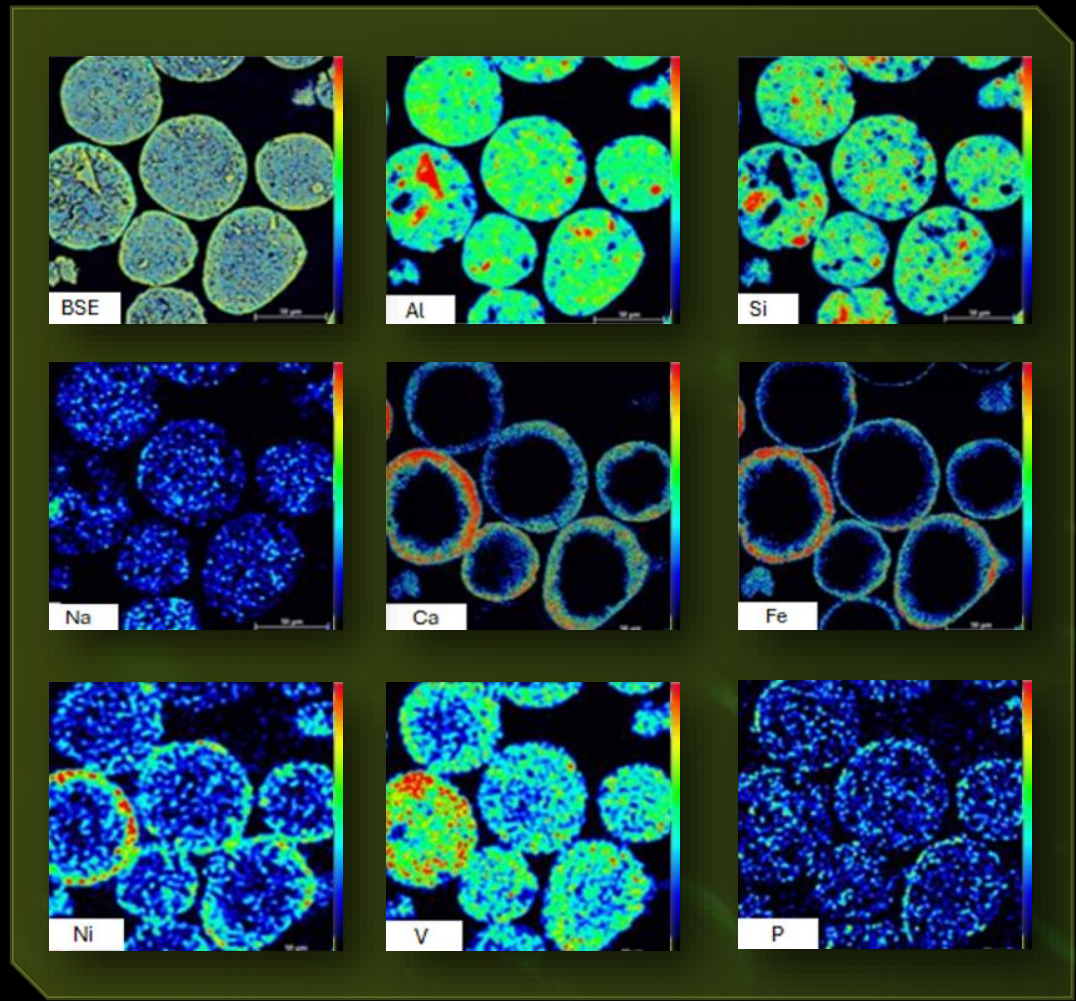


Desactivar los catalizadores en las condiciones más próximas posibles en la refinería nos permite desarrollar soluciones más efectivas.

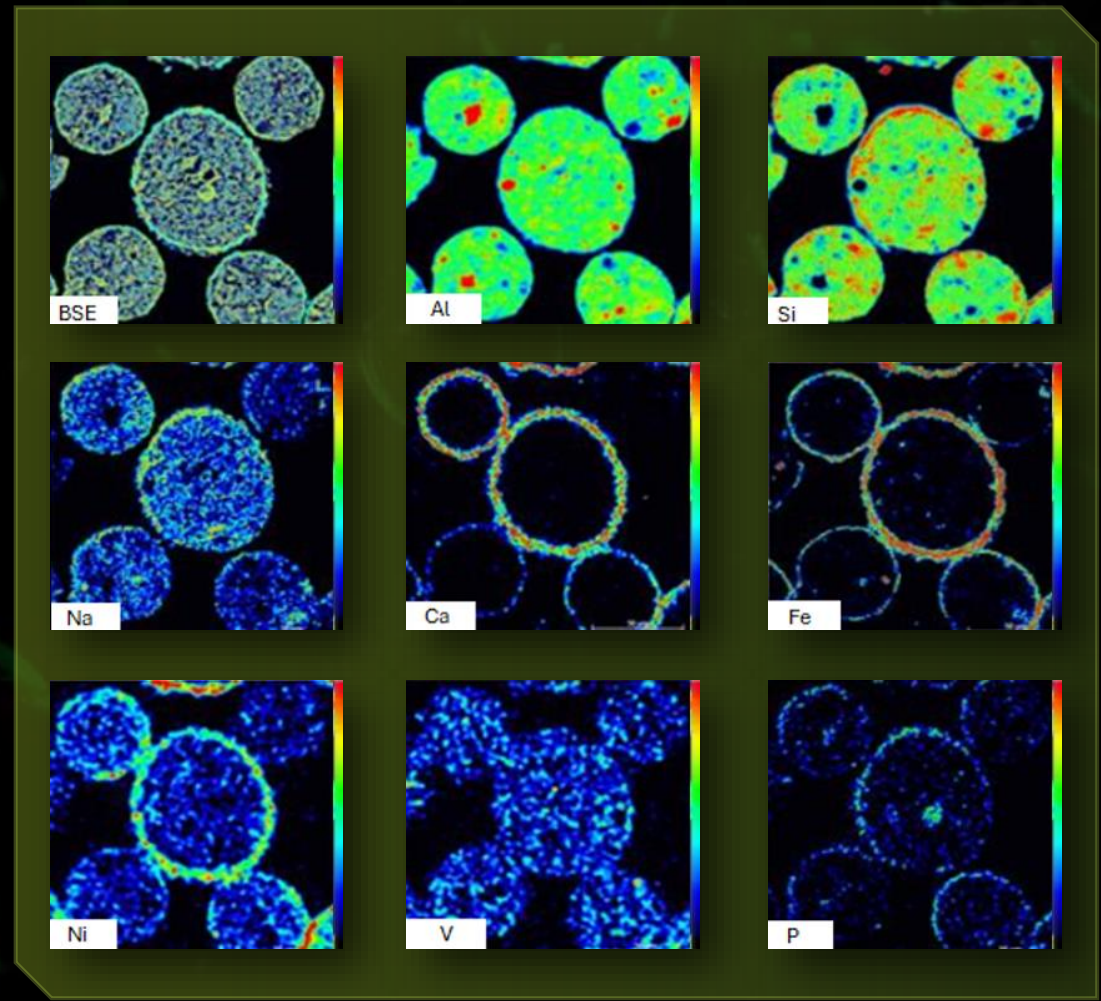


# Desafíos en simular desactivaciones con nuevos contaminantes en Laboratorio

## CATALIZADOR DESACTIVADO EN LABORATORIO



## ECAT UTILIZADO EN COPROCESAMIENTO

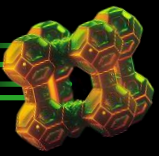




TECNOLOGÍA ReNewFCC™: *ARQUITECTURA  
DE CATALIZADORES CUSTOMIZADAS  
PARA DEMANDAS ESPECÍFICAS DE  
COPROCESAMIENTO*



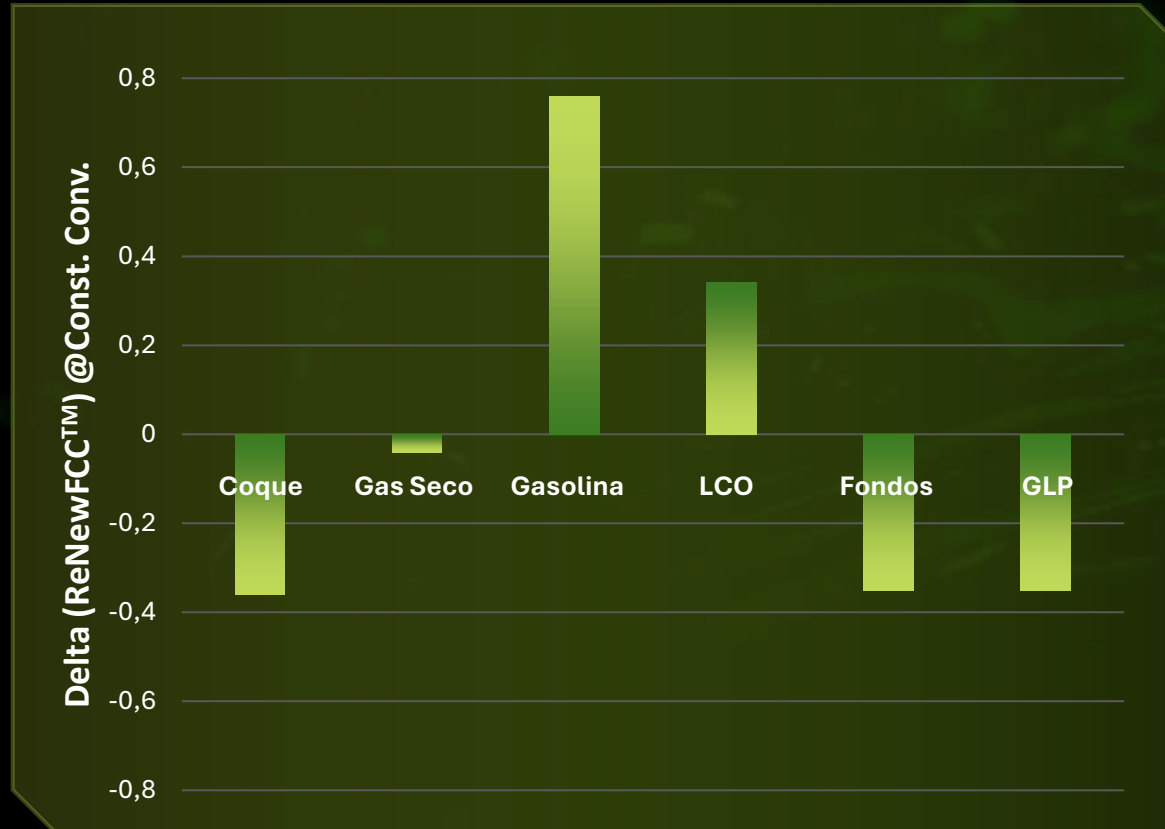
FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES



CATALIZADOR CON MAYOR TOLERANCIA A METALES

ELEVADA RETENCIÓN DE ACCESIBILIDAD

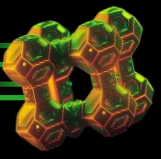
PROYECTADO PARA MAXIMIZAR REACCIONES DE DESOXIGENACIÓN



### RETENCIÓN DE ÁREA ESPECÍFICA

CATALIZADOR BASE	ReNewFCC™
47%	76%

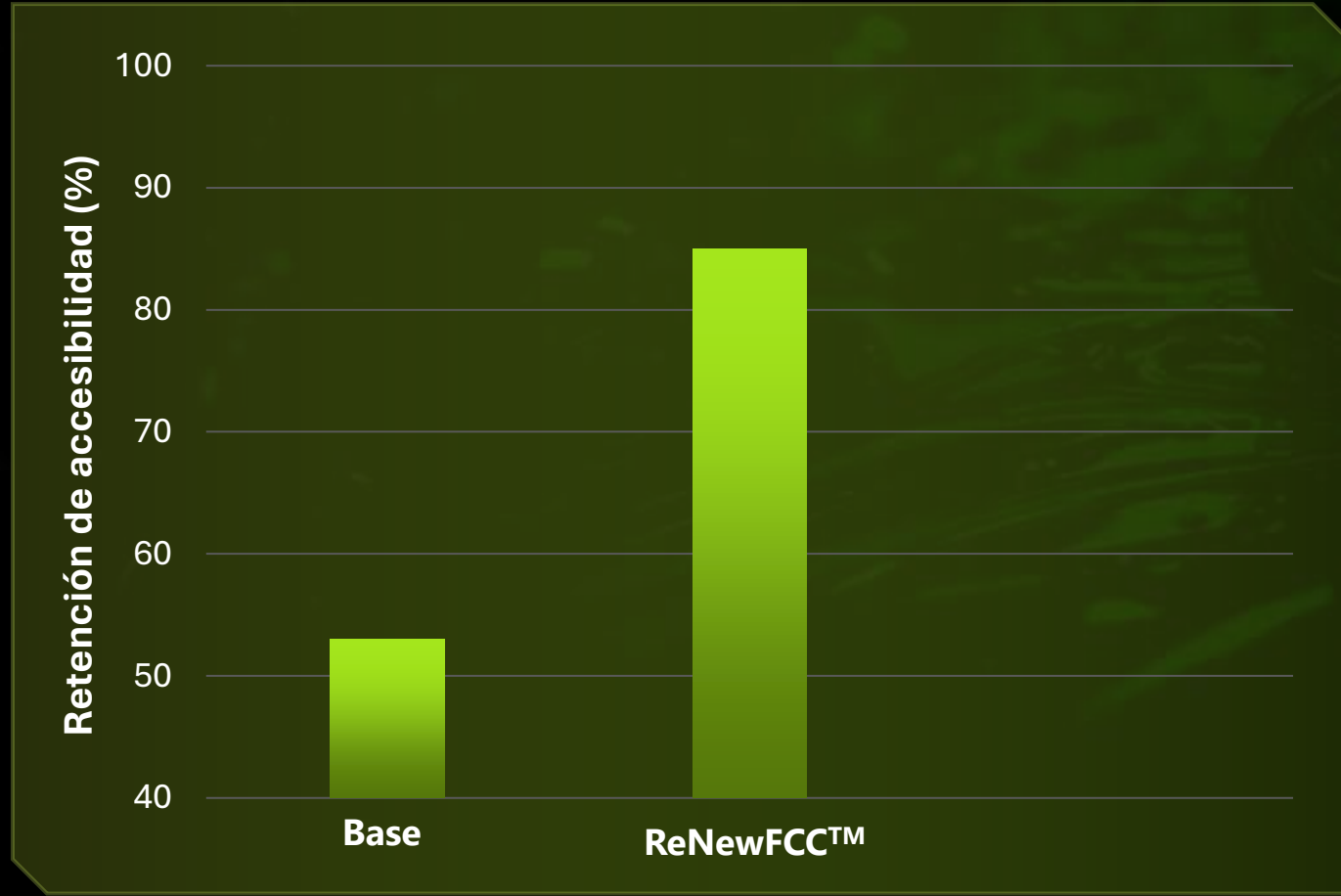


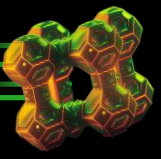


CATALIZADOR CON MAYOR  
TOLERANCIA A METALES

ELEVADA RETENCIÓN DE  
ACCESIBILIDAD

PROYECTADO PARA MAXIMIZAR  
REACCIONES DE DESOXIGENACIÓN





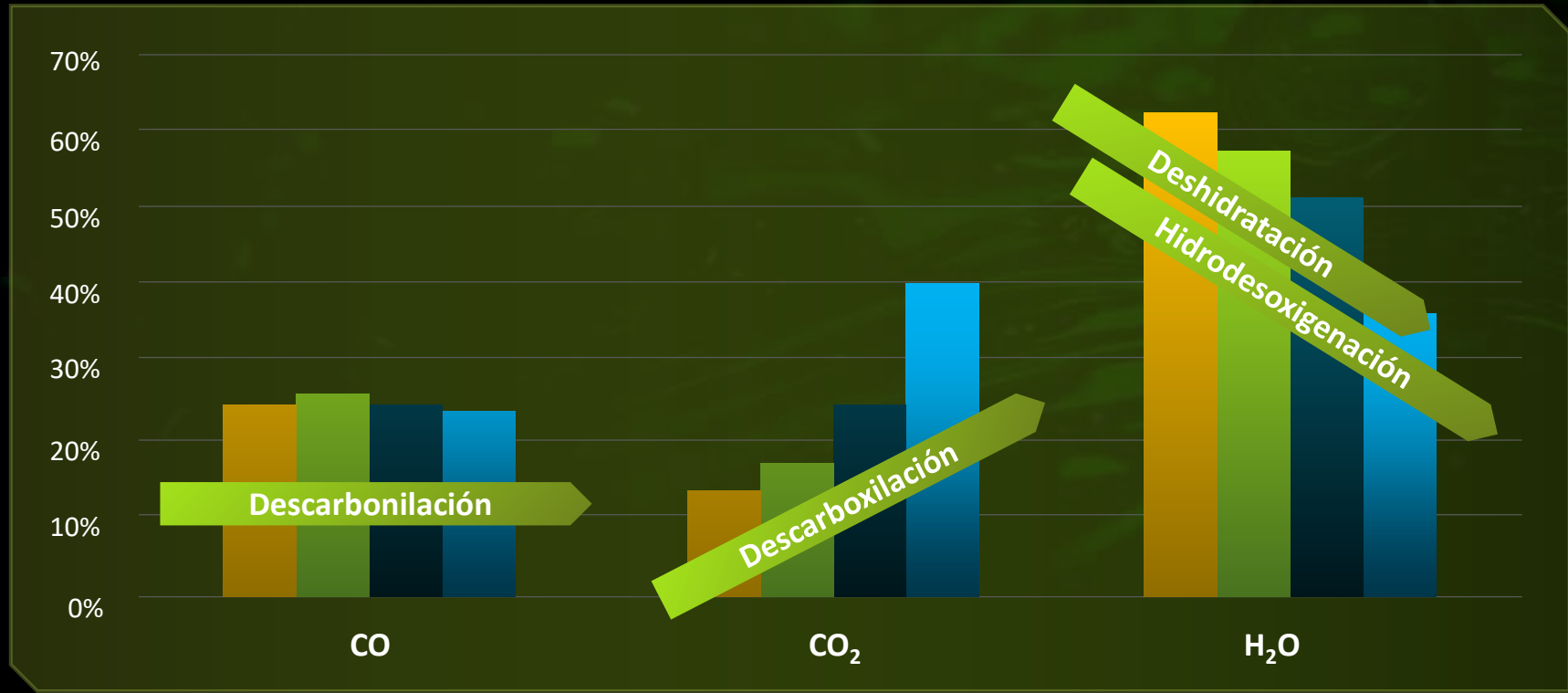
CATALIZADOR CON MAYOR TOLERANCIA A METALES

ELEVADA RETENCIÓN DE ACCESIBILIDAD

PROYECTADO PARA MAXIMIZAR REACCIONES DE DESOXIGENACIÓN



DIRIGIDO A DESOXIGENACIÓN DURANTE EL COPROCESAMIENTO DE 20% DE ACEITE DE CANOLA EN VARIAS FORMULACIONES DE ReNewFCC™.

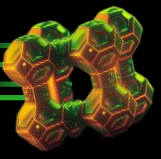


# TECNOLOGÍA ReNewFCC™:

## *PRUEBA DE VALIDACIÓN COMERCIAL*



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES



# Prueba Comercial



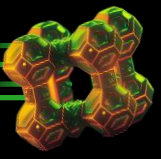
100% de aceite vegetal

Catalizador - ReNewFCC™ - 100S

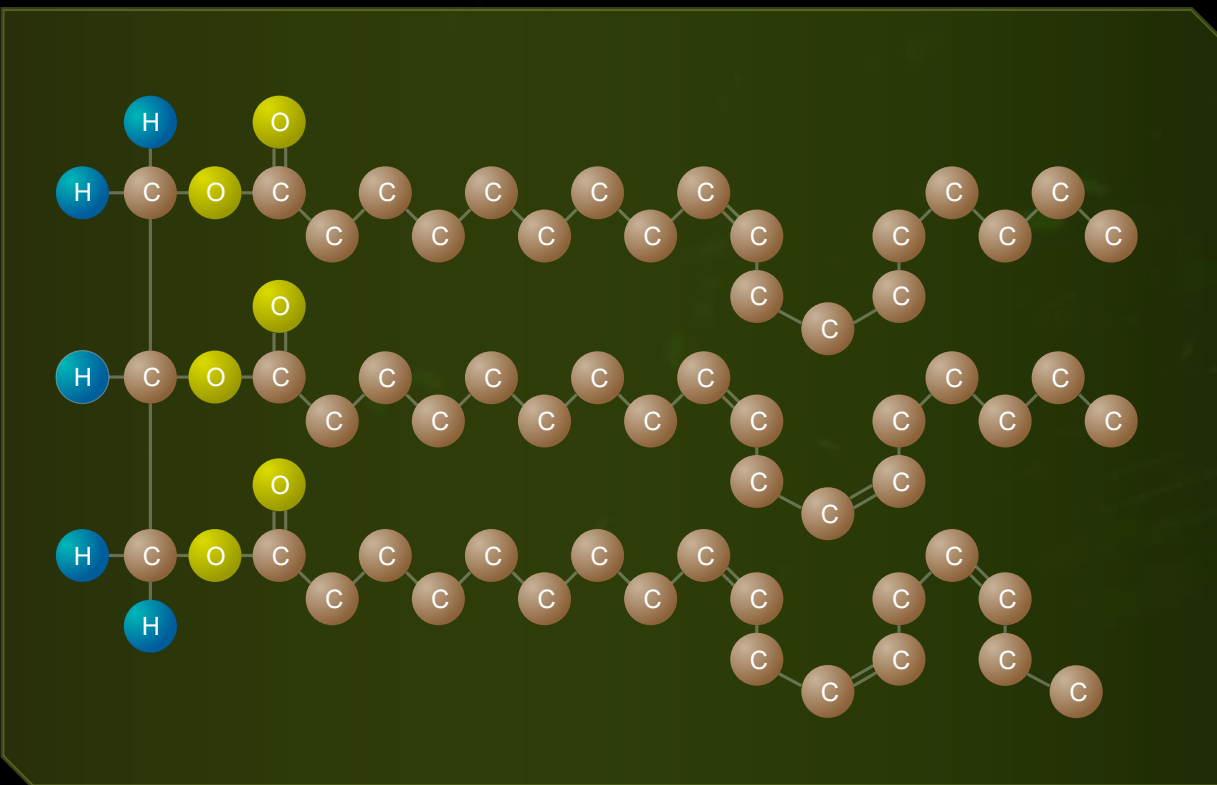
Operación estable y continua

Objetivo principal: Producción de bionafta aromática





## CARGA COMPUESTA POR HIDROCARBUROS LINEARES (5 A 18 ÁTOMOS DE CARBONO).



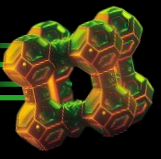
Aceite de soja; aceite de ricino; sebo bovino



Carga no posee precursores para formación de coque, presentando bajo RCR.

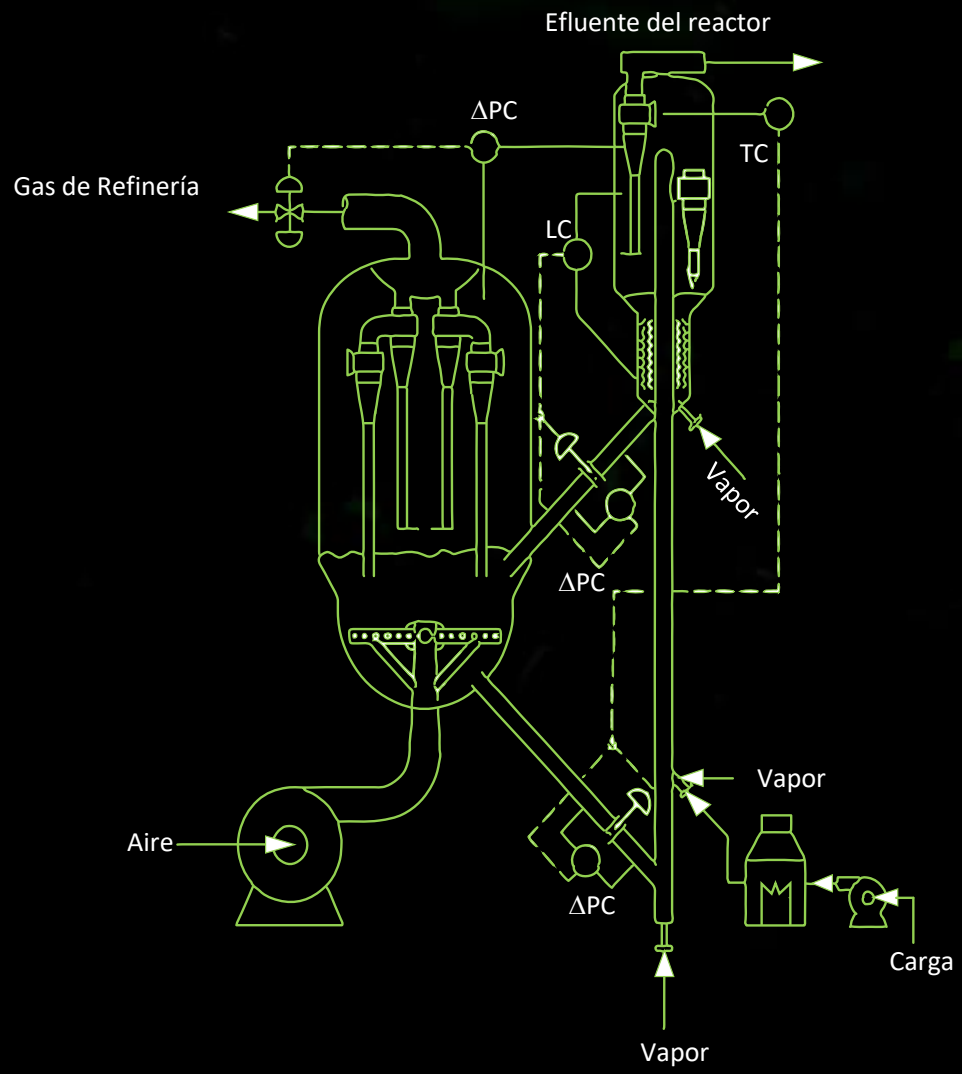


Hidrocarburos lineares son más refractarios al craqueo, indicando la aplicación de mayor severidad.



# Principales desafíos

## Objetivo de producción de Bionafta



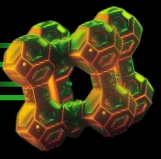
Las corrientes lipídicas son propensas a la producción de hidrocarburos en el rango del GLP.



El choque térmico en la base del *riser* favorece la producción de sas.

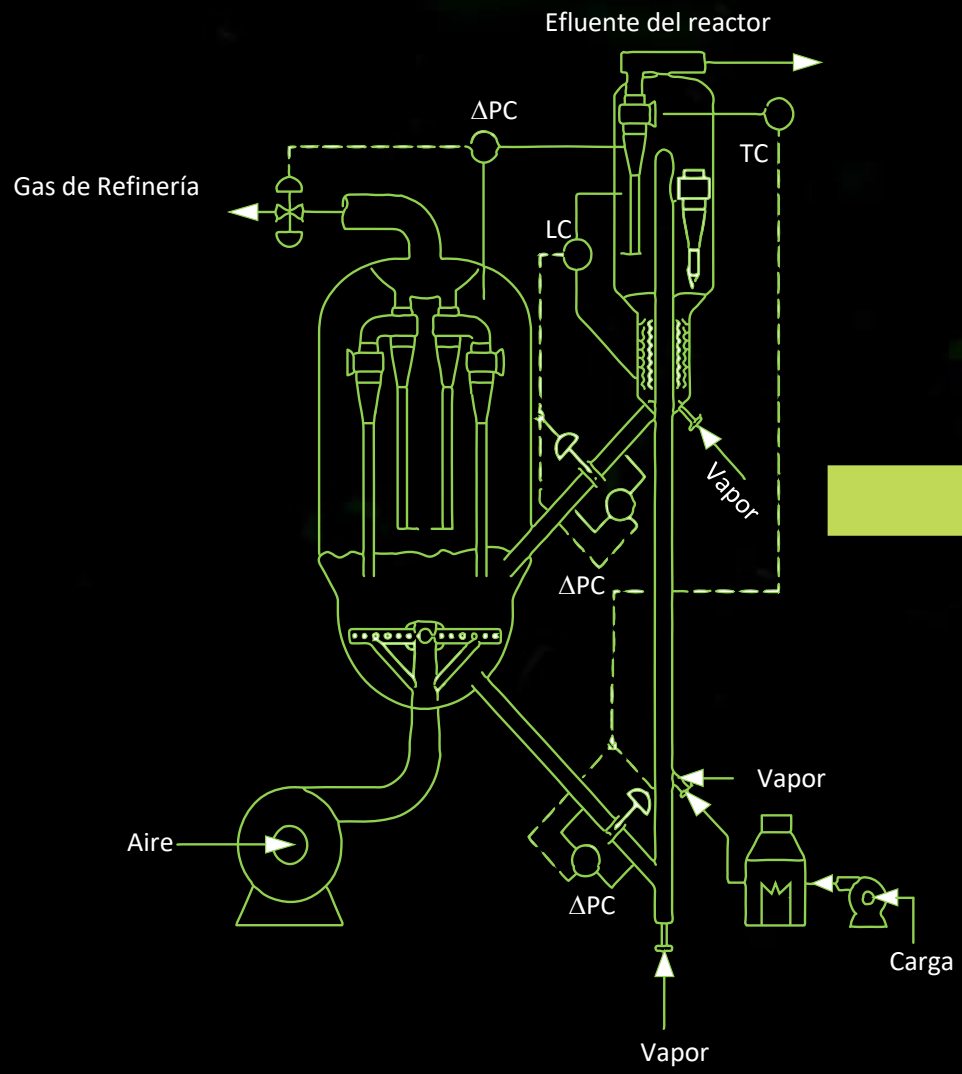






# Principales desafíos

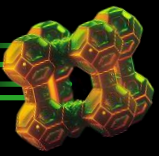
## Balance térmico de la unidad



Mantener el balance térmico con una carga lipídica sin precursores de coque.



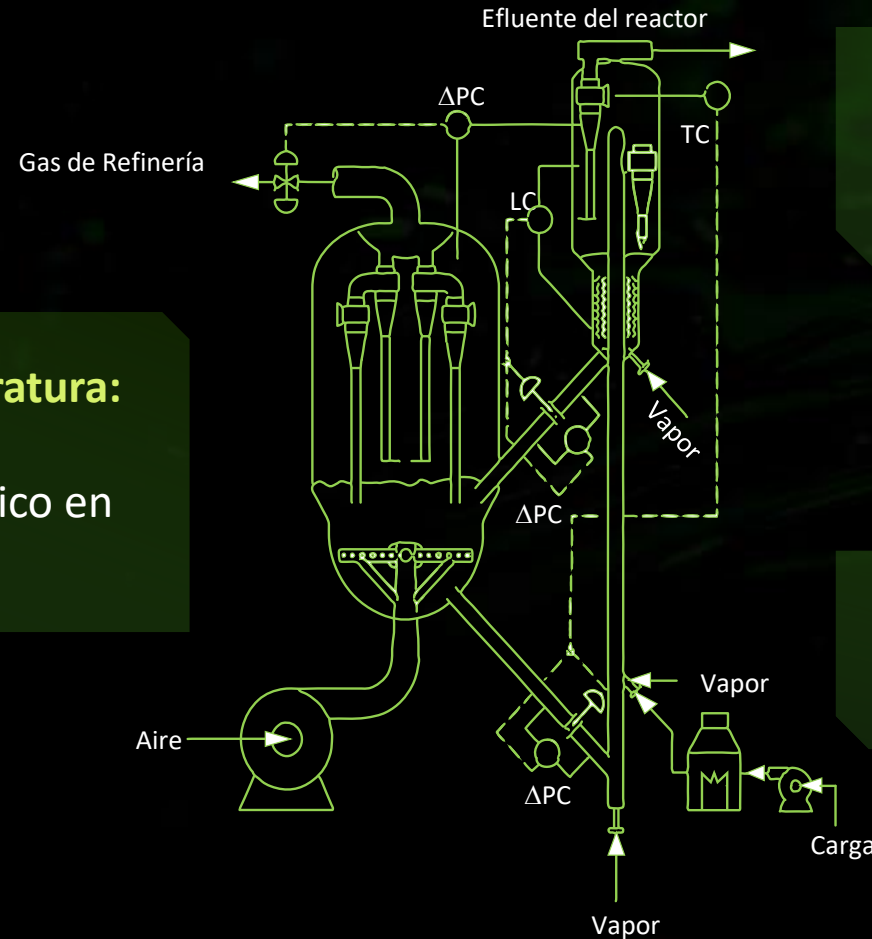
No utilización del Antorcha para el mantenimiento del balance térmico.



# Principales soluciones

## Objetivo de producción de Bionafta

### MAXIMIZACIÓN DE LAS REACCIONES CATALÍTICAS EN DETRIMENTO DE LAS REACCIONES TÉRMICAS.



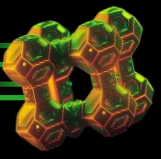
**Regenerador a baja temperatura:**  
Optimización de la CTO y  
Reducción del choque térmico en  
la base del *riser*.



**Baja temperatura de reacción:**  
Reducción de reacciones  
térmicas.



**Baja diferencia TRX-TFD:**  
Optimización de la CTO.





# Principales soluciones

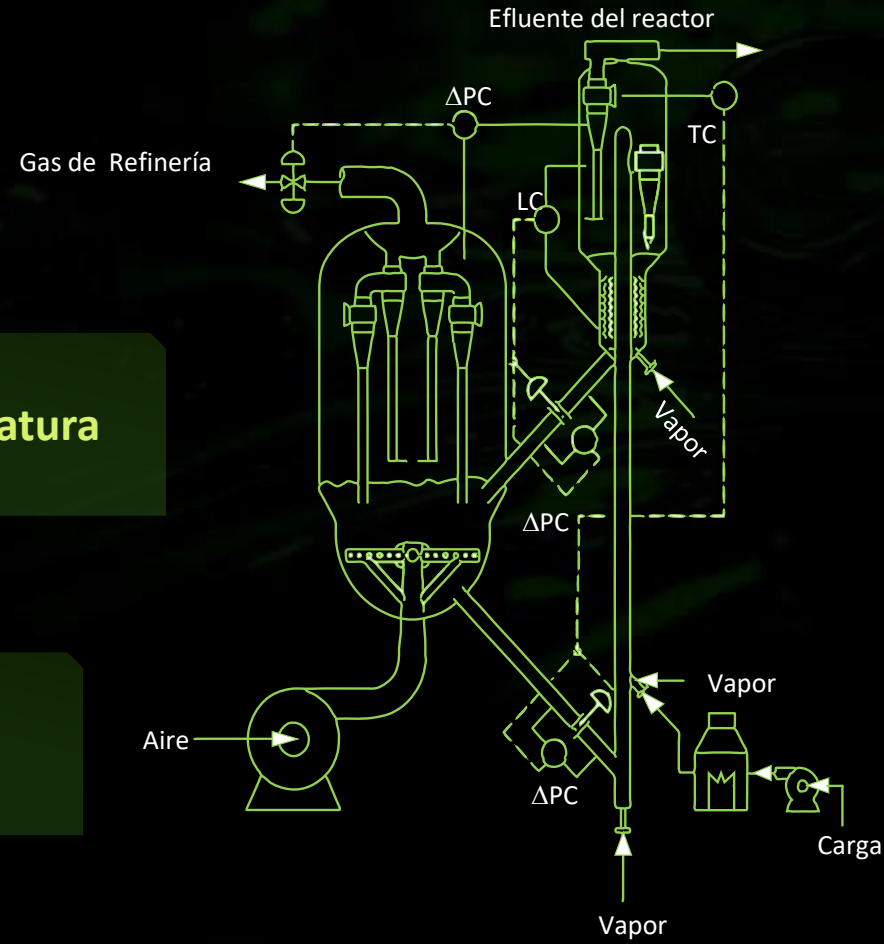
## Balance térmico de la unidad

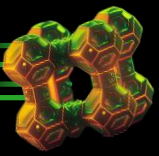


**MANTENER EL BALANCE MÍNIMO, CON EL MENOR CONSUMO DE ENERGÍA SUFICIENTE PARA LA REGENERACIÓN DEL CATALIZADOR**

 **Regenerador a baja temperatura**

 **Pre calentamiento del aire**





## PRODUCTOS CON TENOR ULTRABAJO DE AZUFRE (< 10 PPM):

RENDIMIENTO, Wt %	Unidad comercial
Gas de refinería	3 - 4
GLP	23 - 25
Propeno	9
Nafta	42 - 45
LCO	8 - 9
Fondo	2 - 3
Coque	4
H2O + CO + CO2	8,9



Bio-GLP



Bio-BTX



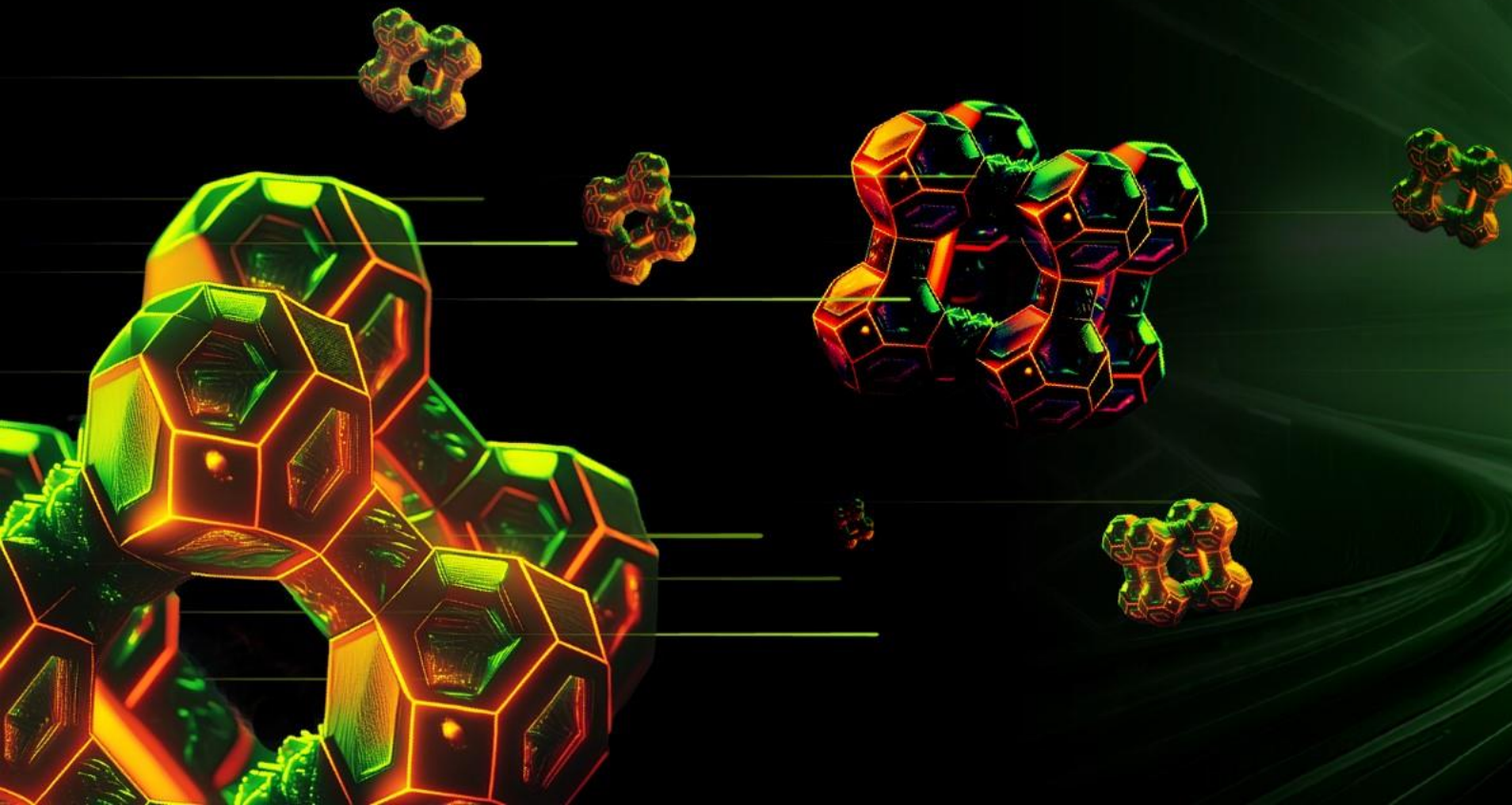
Aceite renovable ligero



Aceite renovable pesado



# COPROCESAMIENTO EN EL FCC *IMPACTOS MÁS ALLÁ DEL CONVERTIDOR*



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES



# REFINAR ES COMPLEJO

---



Un cambio en una de las unidades de refinación impacta otras más, con un cambio en la carga del FCC no sería diferente.



Como en un juego de ajedrez, es necesario anticiparse a lo que viene después, por eso daremos algunos ejemplos de aspectos que tienen que ser trabajados antes de tomada la decisión de empezar el procesamiento de cargas renovables.





# ALMACENAMIENTO

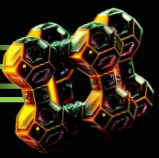


El tipo de carga renovable va a determinar las nuevas necesidades de almacenamiento, que deben ser evaluadas caso a caso. Algunos de los puntos más importantes son:

- Segregación;
- Conservación;
- Temperatura.



Es necesario, para cada tipo de carga renovable, evaluar si existe la necesidad de inversión para adecuación de equipos y tuberías.



# Segregación



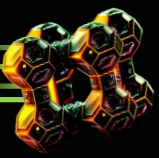
Para coprocesar cargas renovables en el FCC puede ser necesario que esta carga sea almacenada en tanques separados de los de las cargas convencionales:

- Algunos tipos de carga renovable no son miscibles con hidrocarburos (ej: oleos de pirolisis de vegetales);
- Algunos tipos de carga renovable no pueden ser calentados hasta la temperatura de carga de las unidades y deben ser inyectados separadamente en el riser (ej: oleos vegetales crudos y productos de pirolisis).



Fuente: *Upgrading of Hydrothermal Liquefaction Biocrude from Forest Residues Using Solvents and Mild Hydrotreating for Use as Co-processing Feed in a Refinery*  
Sandeep Badoga, Anton Alvarez-Majmutov, Julie Katerine Rodriguez, and Jinwen Chen  
*Energy & Fuels* 2023 37 (17), 13104-13114





# Conservación



Algunos tipos de cargas pueden sufrir degradación durante sus periodos de almacenamiento:

- Presencia de compuestos inestables que reaccionan entre ellos;
- Tendencia a sufrir oxidación;
- Descomposición térmica o polimerización;
- Descomposición por microorganismos.



Debido a esos factores pueden ocurrir cambios en propiedades como acidez, viscosidad y densidad.

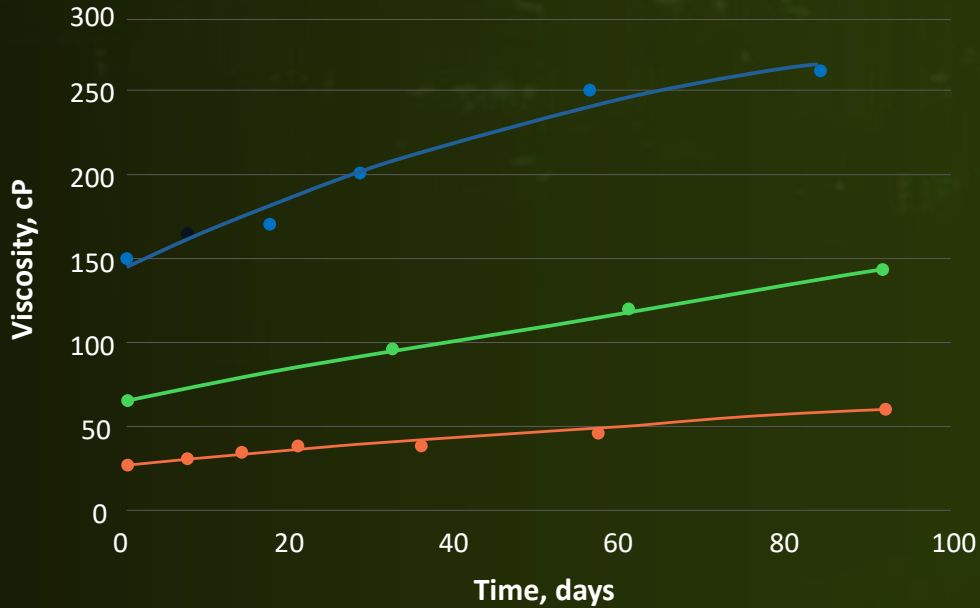


Puede ocurrir la formación de polímeros y otros compuestos solidos que se depositan en tuberías y equipos.



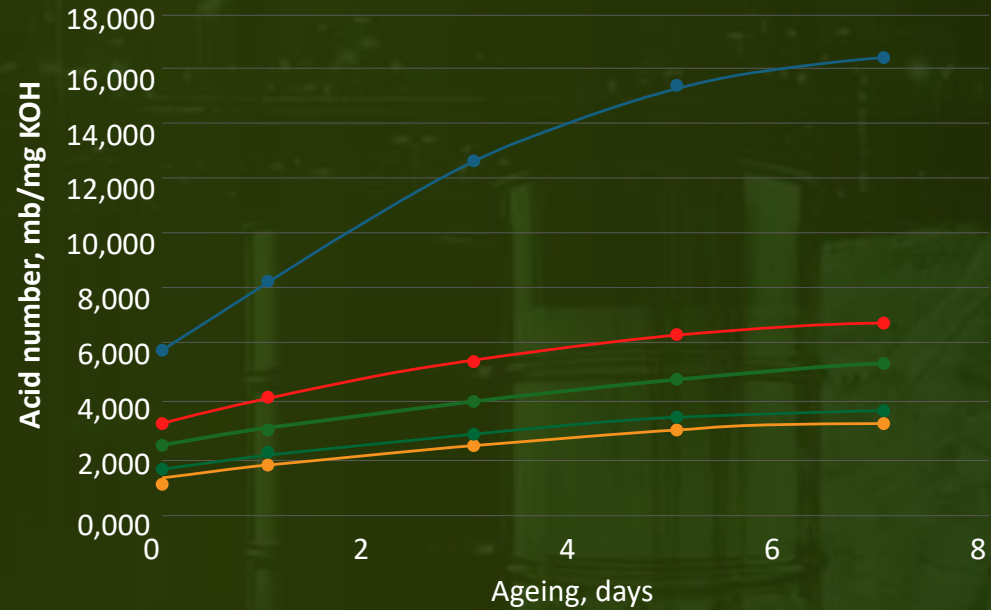
# Conservación

DIEBOLD, JAMES P. "A REVIEW OF THE CHEMICAL AND PHYSICAL MECHANISMS OF THE STORAGE STABILITY OF FAST PYROLYSIS BIO-OILS." (1999).



Aging of Bio-Oils at 35°C to 37°C (cP = mPas)

- Czernik et al. (1994) meas. @40°C
- Oasmaa and Sipilä (1996) meas. @50°C
- Diebold and Czernik (1997) meas. @50°C

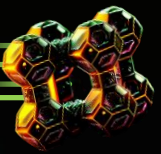


Density (a) solid deposition (b) and acid number © of light oil during agint at 80°C

- No-catalyst
- ZSM-5
- Ni/ZSM-5
- Ca(OH)<sub>2</sub>+ZSM-5
- Ca(OH)<sub>2</sub>+Ni/ZSM-5

Fuente: Fekhar B., Miskolczi N., 2018, Stability and storage properties of hydrocarbons obtained by pilot scale pyrolysis of real waste hdpe-pvc in tubular reactor , Chemical Engineering Transactions, 70, 1141-1146 DOI:10.3303/CET1870191

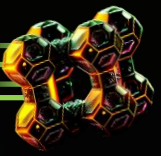




Entre las alternativas para disminuir los problemas relacionados con el almacenamiento de estas cargas podemos ejemplificar:

- Tratamiento previo de las cargas para incremento de estabilidad;
- Control de temperatura;
- Inertización;

- Utilización de solventes;
- Utilización de antioxidantes;
- Utilización de biocidas;
- Sistemas de filtración.



# Temperatura



En muchos casos las cargas renovables poseen propiedades diversas de los hidrocarburos y por eso requieren un mejor control de temperatura en el almacenamiento. Los principales objetivos de este control pueden ser:

- Mantener el producto por encima del punto de congelamiento;
- Ajustar la viscosidad para evitar dificultades de bombeo;
- Controlar da degradación del producto;
- Mantener la miscibilidad en hidrocarburos.



# SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE GASES DEL FCC

---

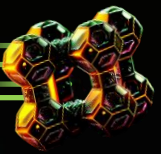


El cambio en la carga del FCC sin dudas va a provocar cambios en sus productos y esos cambios pueden afectar varios sistemas en la unidad, pero afectan sobremanera la sección de recuperación de gases del FCC.



En esta presentación vamos a ejemplificar algunos de los efectos que pueden ocurrir con mayor o menor intensidad, a depender de la calidad de la carga de la unidad.



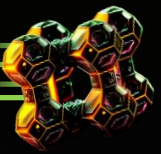


# Agua – característico de cargas biológicas



Hasta al 85% del oxígeno en la carga va a ser convertido en agua, que pasa a ser un producto del craqueo catalítico. Este incremento de caudal de agua puede tener algunos impactos que deben ser evaluados:

- Capacidad de los condensadores;
- Tiempo de residencia en tambores – garantizar una buena separación entre agua e hidrocarburos;
- Sistemas de bombeo;
- Incremento de caudal de aguas agrias – capacidad de la unidad de tratamiento (torres, calentadores, bombas).



# Contaminantes

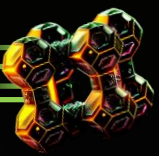


El principal cambio que afecta esta parte de la unidad de FCC es el aumento de las concentraciones de diversos contaminantes importantes en los productos y en las aguas agrias.

- Cianuro – cargas con alto contenido de nitrógeno;
- Cloruros – plásticos (PVC) y residuos de electrónicos;
- Ácidos carboxílicos, centonas y aldehídos;
- CO y CO<sub>2</sub>.







# Contaminantes



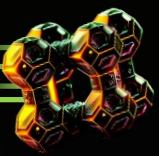
**Alcoholes y Fenoles:** compuestos oxigenados tóxicos y solubles en agua

- Concentración en la nafta y ALC – compuestos fenólicos siguen para el hidrotreatmento;
- Aumento de concentración en las aguas agrias – puede haber necesidad de invertir en tratamientos para disminuir la toxicidad del efluente – se suele enviar el agua rectificada que contiene fenoles para uso en las desaladoras;
- Control rígido de estos compuestos antes del descarte del agua.



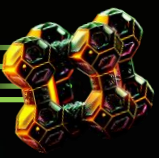
**Ácidos carboxílicos, ácidos grasos, centonas y aldehídos:** principalmente en el GLP

- Pueden formar sales que actúan como surfactantes, llevando a emulsificaciones en los tambores del sistema, así como en los tratamientos – ni todos los desemulsionantes son efectivos;
- Corrosión;
- Reaccionan con las aminas de la unidad de tratamiento – es importantísimo garantizar que no haya arrastre de agua para este sistema.



## CO y CO<sub>2</sub>: contaminan el gas seco y el GLP

- Corrosión ácida y cambio de pH en trocadores de calor y tanques;
- Pérdida de calidad del propileno – necesidad de ajustes en el tratamiento del GLP;
- Disminución del poder calorífico del gas seco;
- Aumento del volumen del gas seco y/o del gas ácido.



# Posibles soluciones



Los problemas deben ser evaluados caso a caso. Entre las posibles soluciones están:

- Proyectos para mejora en la capacidad de separación entre agua e hidrocarburos – coalescedores, sustitución de tambores, aumento de capacidad de flujo y bombeo;
- Aumento de capacidad de inyección de agua de lavaje;
- Cambios en el control de temperatura de tope de la fraccionadora principal;
- Utilización de dispersantes y desemulsionantes;
- Cambios en trocadores de calor y tuberías para prevenir corrosión – camadas protectoras, cambios de materiales;



# TRATAMIENTO CON AMINAS

---

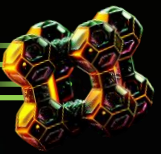


Los contaminantes existentes en el gas seco y en el GLP van a afectar el funcionamiento de los sistemas de tratamiento con aminas.



Es necesario evaluar la necesidad de inversiones en estos sistemas, incluyendo el cambio del tipo de amina utilizada.





# Tratamiento con aminas



CO<sub>2</sub>



Concurre con la absorción del H<sub>2</sub>S – necesidad de aumento de circulación para garantía de calidad;

- Si se queda en el gas seco disminuye su poder calorífico;
- Si se queda en el GLP puede provocar corrosión y pérdida de calidad del propileno.



Reacciona más fuertemente con las aminas primarias que el H<sub>2</sub>S, exigiendo una mayor temperatura de rectificación – aumento del consumo de energía;

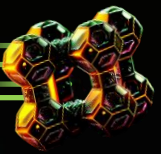


Aumento de corrosión en el sistema.

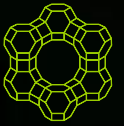


Examples of Corrosion Caused by Excessive CO<sub>2</sub> in Various Locations of an Amine Unit

Fuente: Le Grange, Phillip & Sheilan, Michael. (2021). THE IMPACT OF BIOFEED CO-PROCESSING ON CONVENTIONAL REFINERY AMINE, SOUR WATER STRIPPING AND SULPHUR RECOVERY UNITS.



# Tratamiento con aminas



CO



Reacciona con las aminas para formar sales –  
formatos y formaminas;



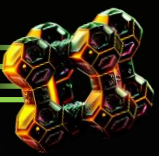
Reacciones no reversibles – degradación de la solución:

- Aumento de consumo de aminas;
- Aumento en la cantidad de residuos;
- Aumento de corrosión;
- Formación de espuma;



Fuente: <https://www.amine-gas-treatment.com/>





# Posibles soluciones



Los problemas deben ser evaluados caso a caso. Entre las posibles soluciones están:

- Proyectos para mejora en la capacidad de separación entre agua e hidrocarburos – coalescedores, sustitución de tambores, aumento de capacidad de flujo y bombeo;
- Cambio de la amina utilizada para una con mejor selectividad para el  $H_2S$ ;
- Cambios en trocadores de calor y tuberías para prevenir corrosión – capas protectoras, cambios de materiales;
- Utilización de antiespumantes;
- Proyectos de aumento de capacidad de troca térmica;
- Proyectos de aumento de capacidad de circulación de amina;
- Aumento de la concentración de amina en la solución.





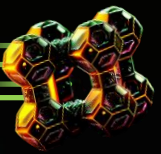
# RECUPERACIÓN DE AZUFRE

---



La principal consecuencia del procesamiento de cargas renovables para la unidad de recuperación de azufre es el aumento de concentración del  $\text{CO}_2$  en el gas ácido.





# Recuperación de azufre



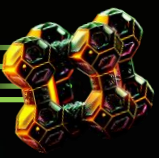
La disminución de temperatura del horno provocada por aumento de concentración de  $\text{CO}_2$  puede perjudicar la conversión de amoníaco e hidrocarburos, llevando a formación de sales en la unidad y desactivación del catalizador.



El aumento de volumen de gases puede provocar presurización y dificultades de flujo.



*Fuente: Le Grange, Philip & Sheilan, Michael. (2021). THE IMPACT OF BIOFEED CO-PROCESSING ON CONVENTIONAL REFINERY AMINE, SOUR WATER STRIPPING AND SULPHUR RECOVERY UNITS.*

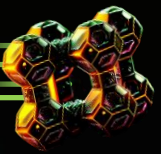


# Posibles soluciones



Los problemas deben ser evaluados caso a caso.  
Entre las posibles soluciones están:

- Calentamiento da carga para garantir temperatura adecuada en el horno;
- Utilización de aire enriquecido en oxígeno;
- Cambio de la amina utilizada para una con mejor selectividad para el  $H_2S$  – reducción de concentración de  $CO_2$  en el gas ácido.



# TRATAMIENTO DE AGUAS AGRIAS

---



El aumento de caudal de aguas agrias y la mayor tendencia a la formación de emulsiones pueden perjudicar el tratamiento de aguas agrias.



En conjunto con la presencia de diferentes contaminantes tóxicos, se debe evaluar la necesidad de inversiones en el tratamiento de aguas agrias.





# Tratamiento de aguas agrias

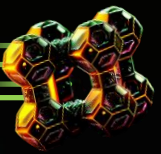


El cambio en el caudal de aguas agrias y la presencia de diferentes contaminantes puede provocar arrastre de hidrocarburos para la unidad de tratamiento de aguas agrias. Algunas de las consecuencias posibles son:

- Inestabilidad por la presencia de hidrocarburos;
- Mayor consumo de energía por el aumento de caudal;
- Cambio en ajustes por cambios en las concentraciones de  $H_2S$  y  $NH_3$ , además de la presencia de más  $CO_2$ ;
- Inundación en torres, sobrecarga de sistemas de bombeo – capacidad insuficiente.



Fuente: Le Grange, Philip & Sheilan, Michael. (2021).  
THE IMPACT OF BIOFEED CO-PROCESSING ON  
CONVENTIONAL REFINERY AMINE, SOUR WATER  
STRIPPING AND SULPHUR RECOVERY UNITS.



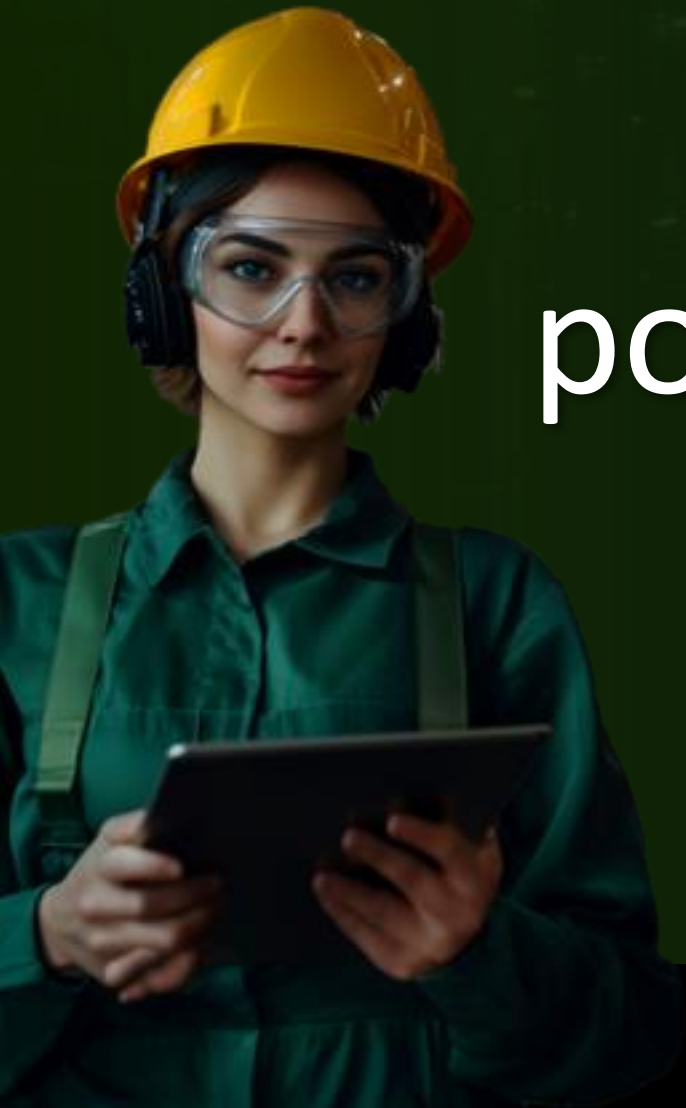
# Posibles soluciones







Los problemas deben ser evaluados caso a caso. Entre las posibles soluciones están:

- Proyectos para mejora en la capacidad de separación entre agua e hidrocarburos – coalescedores, sustitución de tambores, aumento de capacidad de flujo y bombeo;
- Utilización de antiespumantes;
- Proyectos de aumento de capacidad de la unidad;
- Separación de aguas fenólicas y no fenólicas – tratamientos y destinación distintos.





# ¿En qué podemos ayudar?

-  En el proceso de introducción de cargas renovables en las unidades de FCC estamos todos aprendiendo.
-  Fabrica Carioca de Catalizadores hace parte ese cambio, con pesquisa y testes industriales.
-  Además del conocimiento sobre el convertidor, nuestro equipo técnico posee experiencia de refino más allá de la unidad de FCC.
-  Contáctennos, les podemos ayudar en esta transición.



# SOLUCIONES CATALÍTICAS *MÁS ALLÁ DE LA UFCC*









# Producción y disposición de plásticos





# Lineal x circular

## Economía Lineal



## Economía Circular





# Tipos de reciclaje de plásticos



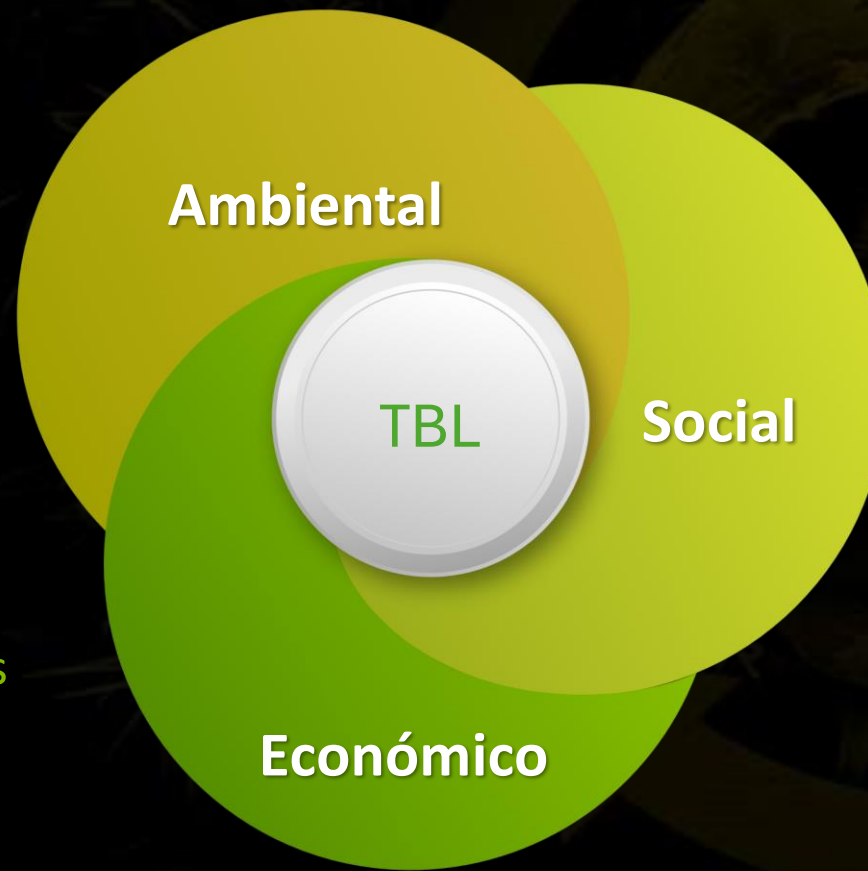


# El reciclaje químico de plásticos

**Ruptura de los enlaces químicos de los polímeros para producir combustibles líquidos o materia prima petroquímica.**

Reduce el uso de recursos naturales no renovables, disminuye la cantidad de residuos sólidos en los vertederos y reduce la huella de carbono.

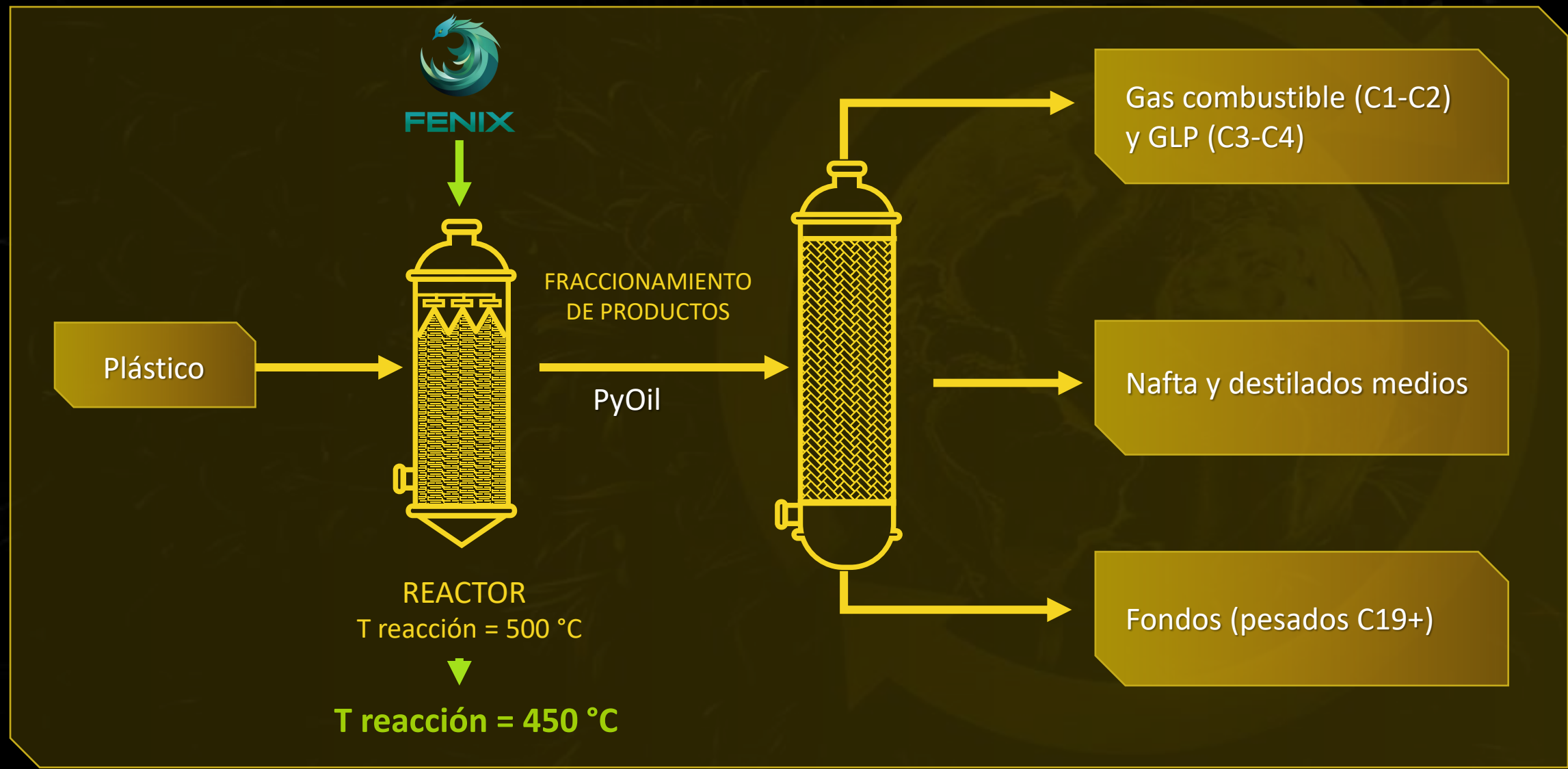
Fomenta la economía circular y la innovación tecnológica, reduce los costos de producción y mejora la eficiencia energética.



Crea nuevas oportunidades de negocios y empleos, promueve la educación ambiental, la concienciación y la responsabilidad social de las empresas.



# Diagrama esquemático del reciclaje químico de plásticos





# El catalizador FENIX



## FENIX

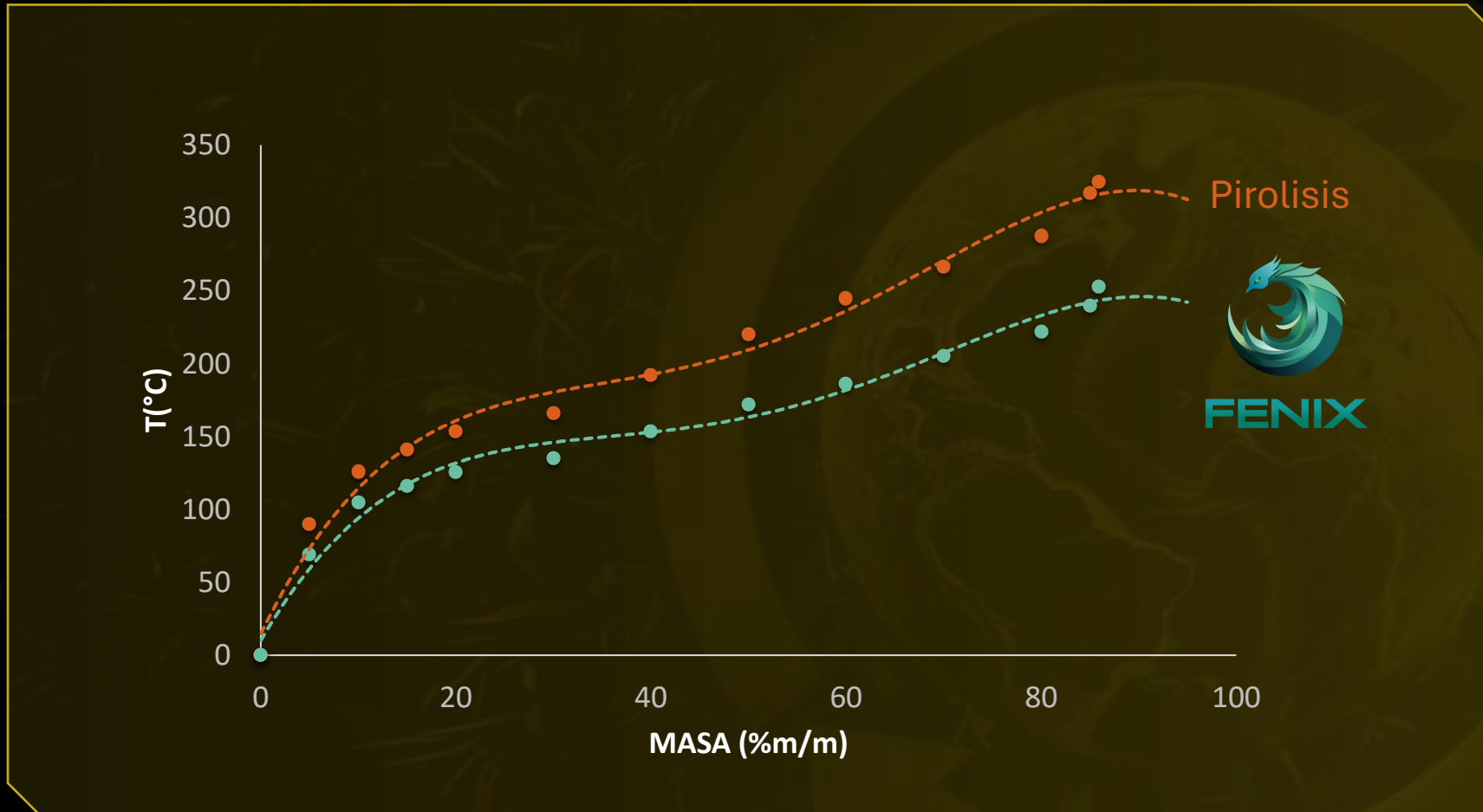
**FENIX** resulta de la investigación y desarrollo de la Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. para obtener un catalizador activo y altamente selectivo para el pirólisis de plásticos posconsumo.

**FENIX** minimiza la producción de ceras y genera productos adecuados para la industria petroquímica y de combustibles líquidos.

El uso de **FENIX** permite trabajar con temperaturas de reacción más bajas que el pirólisis simple.



# Pirolisis de Plásticos – Prueba Comercial



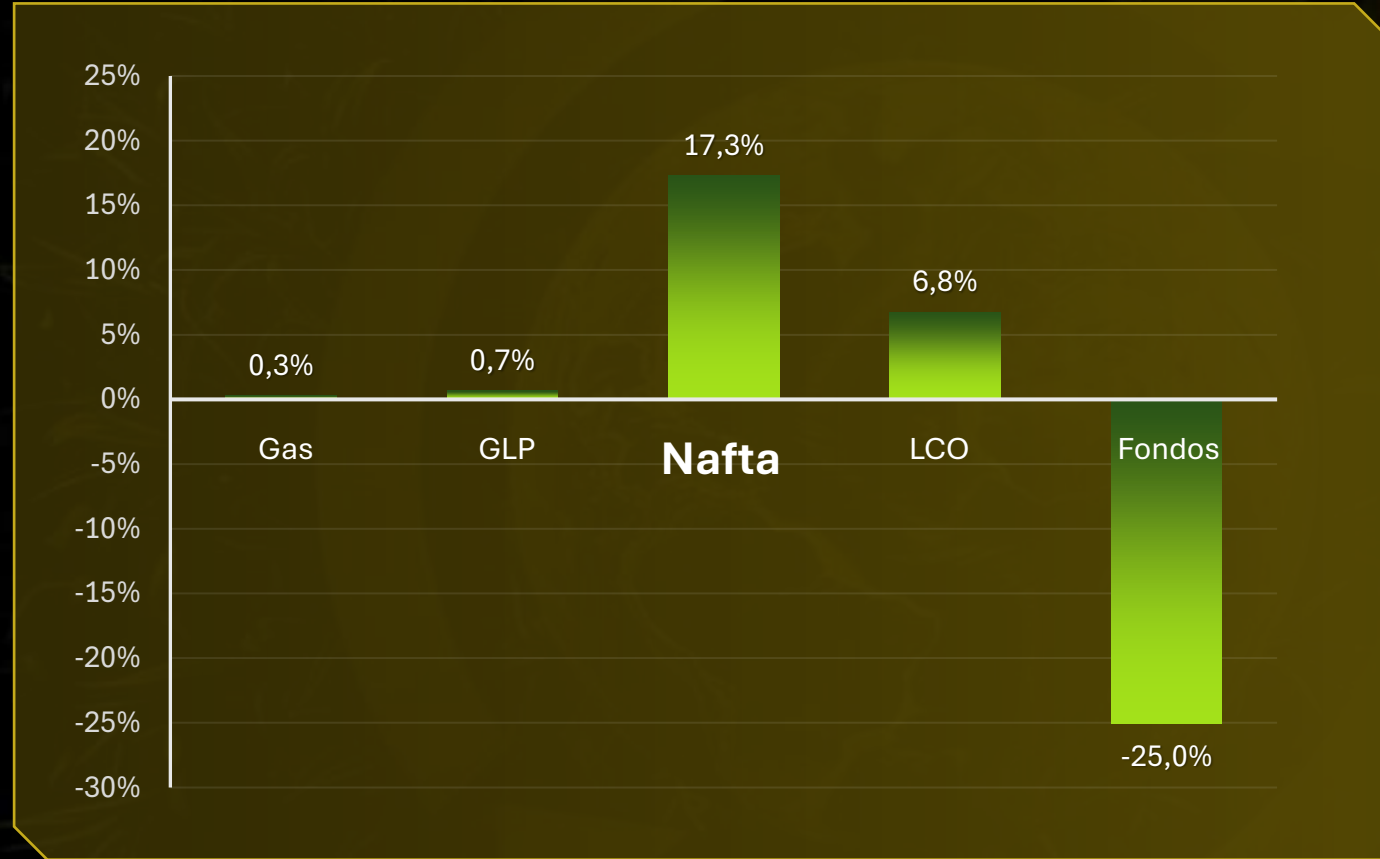
**PIROLISIS CATALÍTICA → PRODUCTOS MÁS LIGEROS**







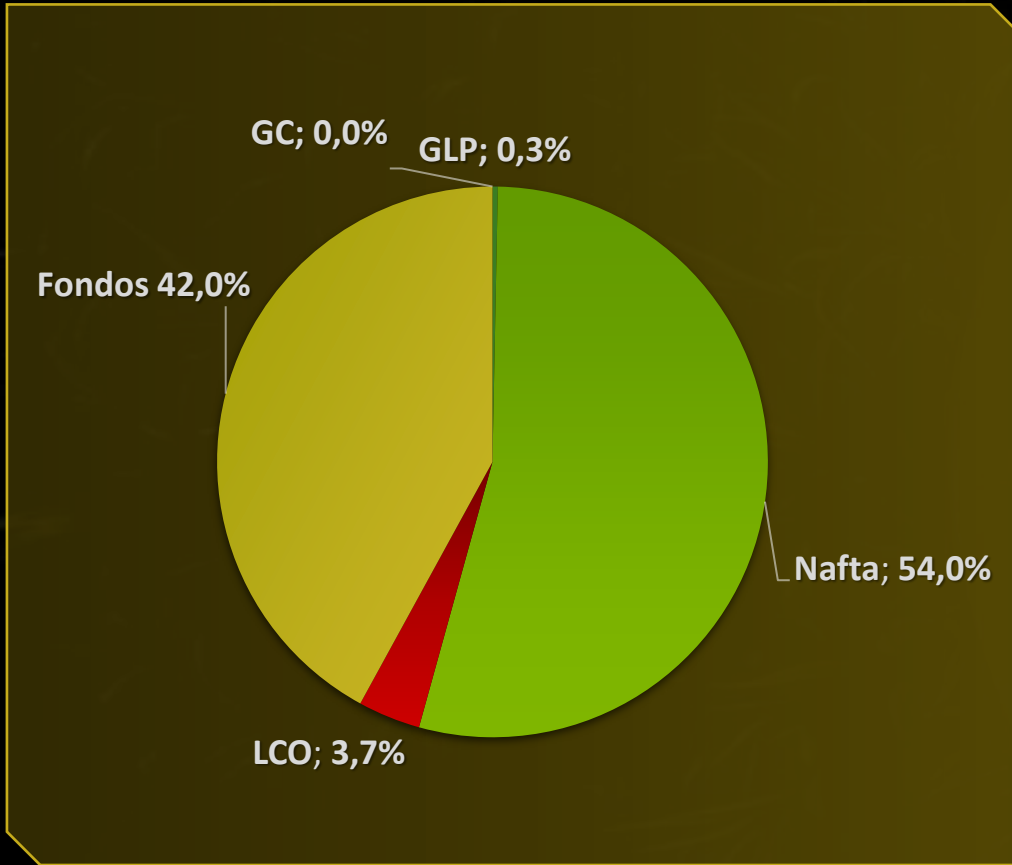
# Ganancias de rendimiento con el uso de FENIX en comparación a la térmica



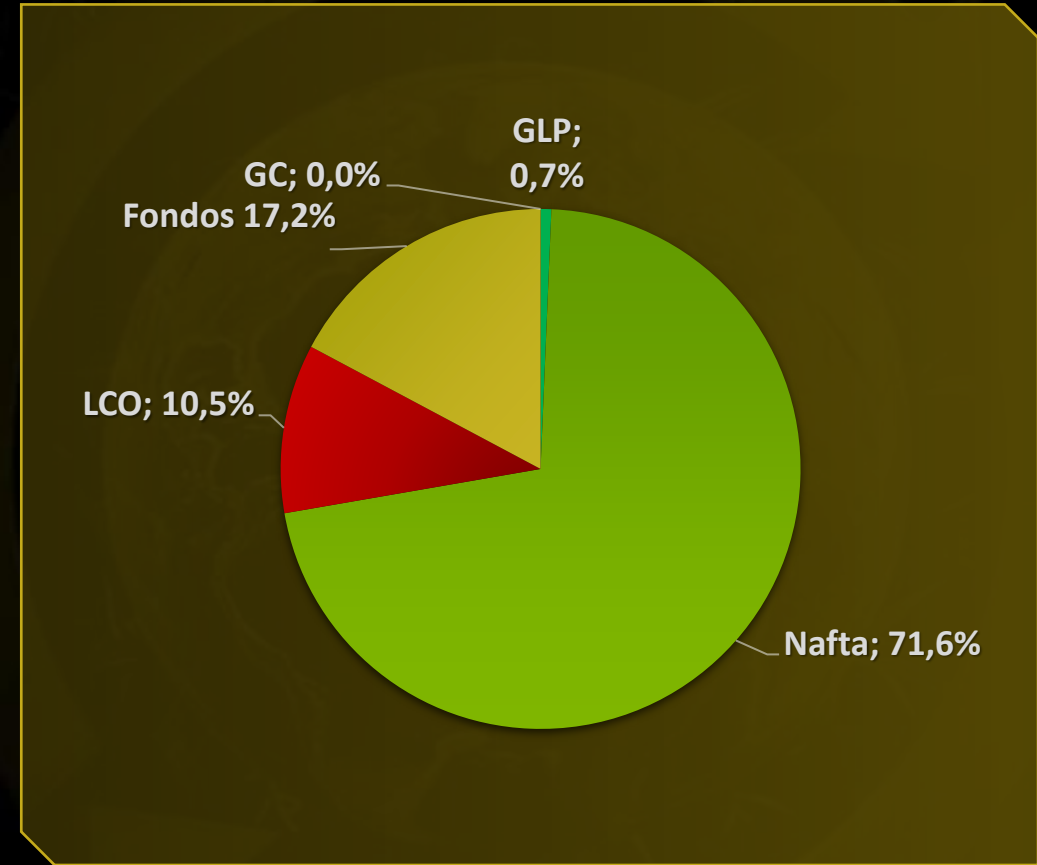
**MAYOR PRODUCCIÓN DE NAFTA LCO, BUENA  
CONVERSIÓN DE FONDOS**



# Distribución de productos de pirólisis con FENIX



CRAQUEO TÉRMICO (PIRÓLISIS)

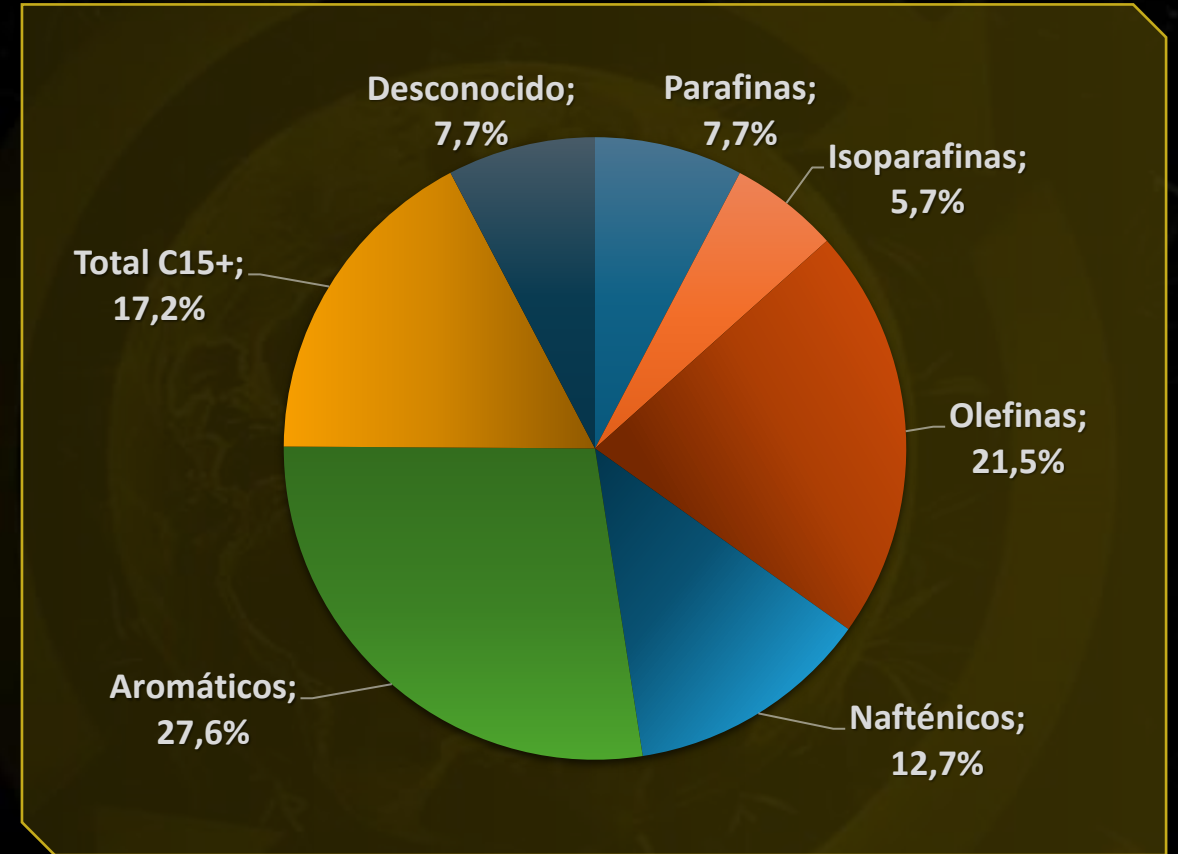
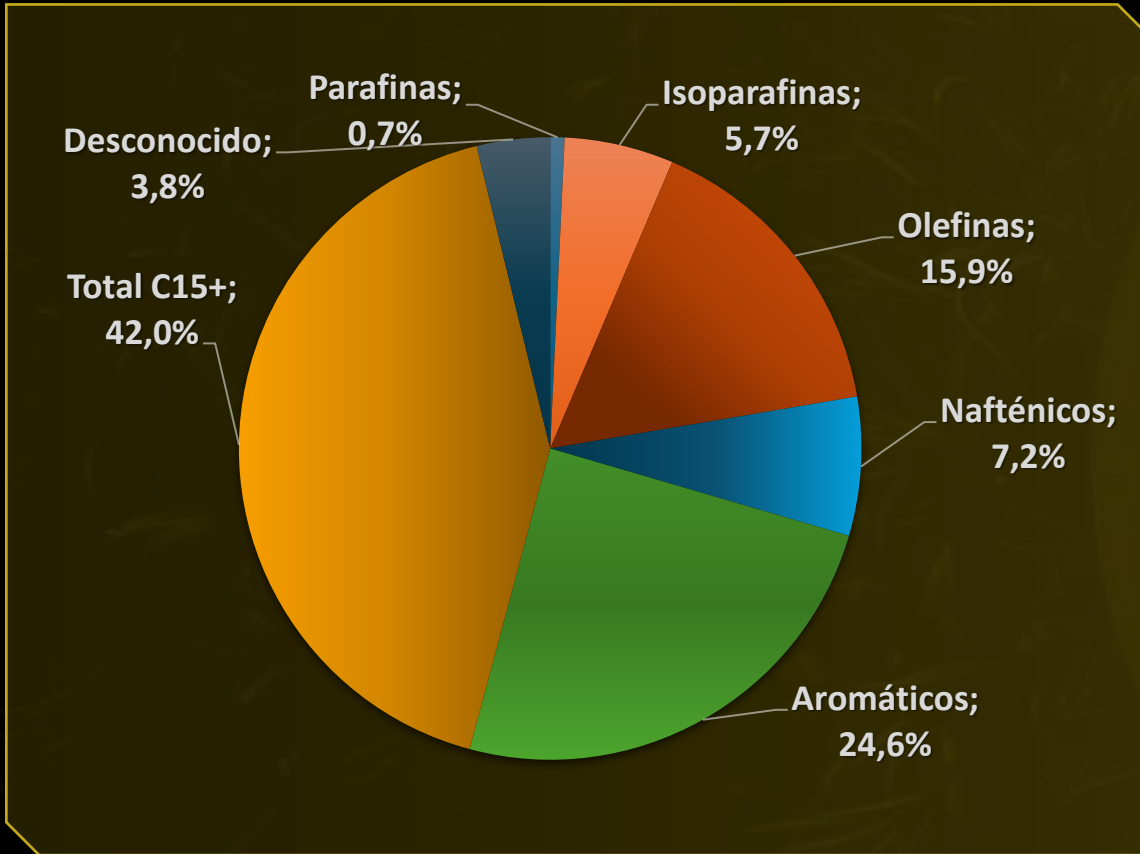


FENIX





# Composición del PyOil - PIONA



**PIROLISIS: PRODUCTOS PESADOS  
ACEITE COMBUSTIBLE Y CERAS → CRAQUEO TÉRMICO.**



**FENIX**

**FENIX CONVIERTE MÁS FONDOS EN  
AROMÁTICOS Y NAFTÉNICOS.**





# Conclusiones

## PIRÓLISIS SIMPLE DE RESIDUOS PLÁSTICOS



- Gases y líquidos en el rango de la nafta y diésel, con mayor rendimiento en productos pesados (C19+).
- Productos principales: ceras, insaturados y ramificados.

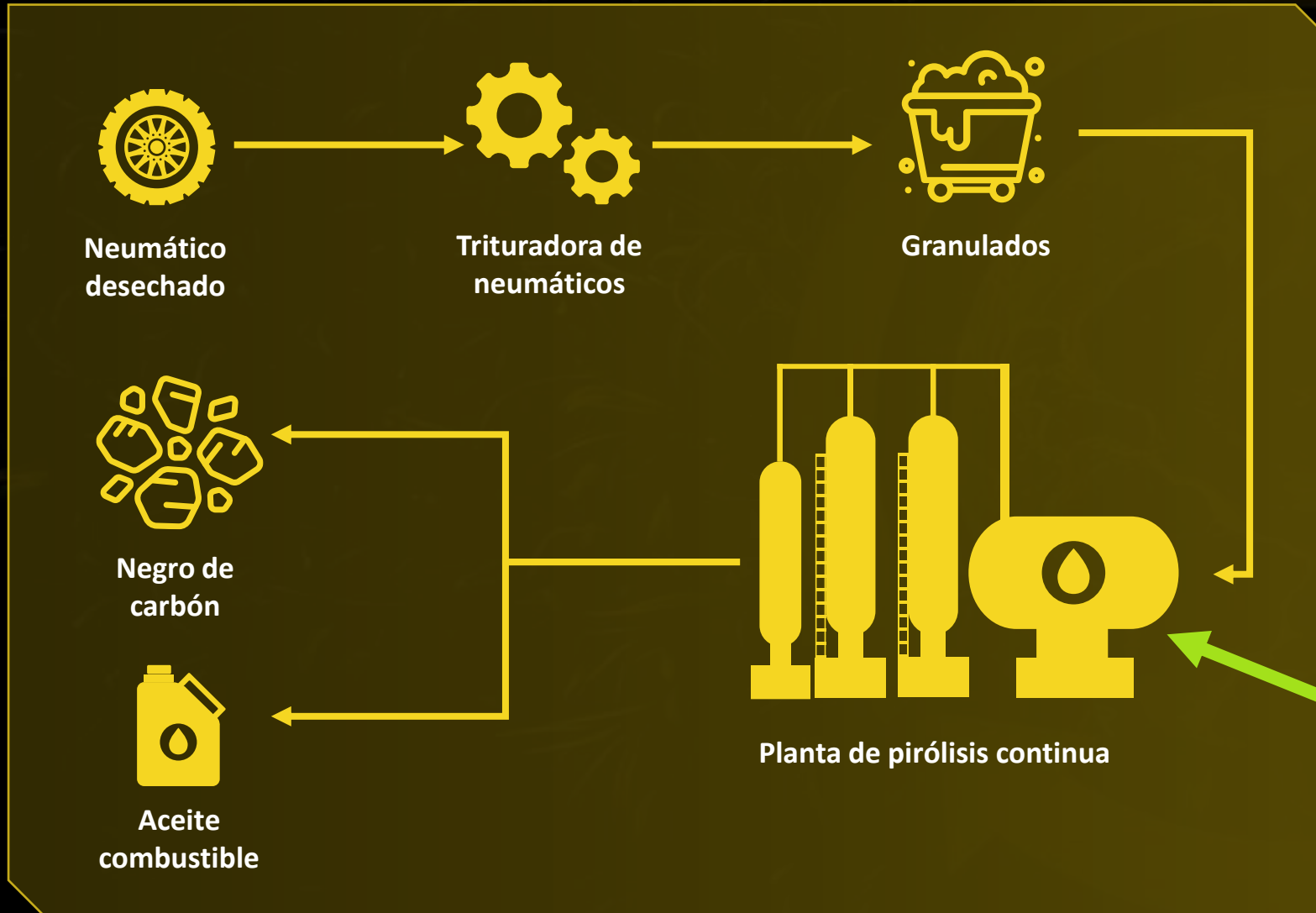


# FENIX

- El catalizador **FENIX** hace productos más ligeros, con mayor rendimiento en nafta, diésel y menor producción de ceras.
- **FENIX** reduce la temperatura necesaria para el pirólisis (economía de energía).
- **FENIX** puede ser formulado para incrementar la selectividad a productos de interés del cliente: GLP, nafta o diésel.



# Reciclaje químico de neumáticos usados





# Catalizador para la pirolisis de caucho



Catalizador desarrollado por  
Fábrica Carioca de Catalisadores S.A.  
para craqueo de neumáticos inservibles.

**PIROLISIS DE  
NEUMÁTICOS  
INSERVIBLES**

- Producto comercial desde 2019.
- Productos:
  - Gas usado en el quemador del reactor de pirolisis;
  - Aceite de pirolisis comercializado como combustible de hornos y calderas;
  - Negro de carbón para la industria de caucho.

# SOLUCIONES INTEGRADAS

## *DE SOPORTE AL CLIENTE*





# 360° Service







# Core Services



**Core Services son actividades de servicios técnicos estructurados disponibles exclusivamente para nuestros clientes.**

Confíe en nosotros para monitorear y actuar rápidamente ante cambios en los escenarios, optimizando las condiciones operativas y las soluciones de catalizador para su unidad de craqueo.

- Consolidación del Banco de Datos, identificación de desvíos, sugerencias de acciones y *follow-up*;
- Seguimiento de las variables de proceso vía *dashboard*;
- Mensual.





# Customer Relationship Management - eCRM



## Fundamento del eCRM

- Traer al cliente dentro de la empresa
- Saber qué es lo que piensa
- Ofrecer exactamente lo que necesita.

## Soluciones adaptadas a las necesidades de cada cliente.



Estrechar las relaciones entre el cliente y la empresa



Más confiabilidad de informaciones y comodidad para el cliente



Una única base de datos sirve de interfase entre la FCC S.A. y los clientes



Economía de tiempo y de dinero



Elimina los pedidos redundantes sobre los datos



Informaciones disponibles a cualquier hora y en cualquier lugar, con total seguridad y protección de datos

## El eCRM de FCC S.A. permite el acceso a las informaciones, tales como:



- Informes Técnicos
- Análisis de Consumo



- Precios
- Programación de entrega
- Seguimiento de las Facturas



- Informaciones de embarque y logísticas
- Otras informaciones relevantes para el cliente

# ¡GRACIAS!



**FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES**



**Adilson Gutierres**  
adilsongutirres@fccsa.com.br  
+55 21 99518-5420



**Eliza Diamante**  
elizadiamante@fccsa.com.br  
+55 21 99711-0845



**Joana Pinto**  
joanapinto@fccsa.com.br  
+55 21 99526-4290



**José Marcos**  
josemarcos@fccsa.com.br  
+55 21 98208-5397



**Tiago Coelho**  
tiagocoelho@fccsa.com.br  
+ 55 21 97956-7704

