

# Cómo aprovechar los fondos pesados del barril de petróleo

Por **Eric Benazzi**,  
Director de Marketing de Axens

En los tiempos que corren, el técnico exitoso tiene que saber interpretar las necesidades del mercado de hidrocarburos y saber también estudiar el futuro a corto y a largo plazo. Se trata de un mercado afectado por muchos factores, entre los que pesan las leyes, las políticas energéticas de los gobiernos locales, el vaivén económico, el acceso a los recursos de materias primas y la innovación tecnológica. Debemos mantenernos constantemente actualizados en un mercado en plena evolución, y tener capacidad de reacción ante los cambios

## Demanda prevista

Hacia finales del presente año o principios de 2011, la demanda de productos petrolíferos alcanzará de nuevo los niveles de 2007: unos 86 millones de barriles diarios (MMbpd). La tendencia debería continuar aumentando hasta los 95 ó 96 MMbpd en 2020 y aproximarse a los 102 MMbpd en 2030 (el mismo nivel que, en 2009, se había pronosticado para 2020).

Durante el período 2010-2020, el crecimiento de esta demanda se observará principalmente en la región de Asia-Pacífico, donde llegará a 6 MMbpd, y en Medio Oriente, cuyo incremento será de 2,4 MMbpd. Este panorama contrasta con el descenso previsto de la demanda de estos productos en la cuenca del Atlántico Norte, confirmado por el desplazamiento de las inversiones en refino de los mercados desarrollados a países en desarrollo.

El creciente aumento de la demanda mundial de diésel para transporte automotor, actualmente en un 1,8% anual, va a continuar dejando atrás el incremento en gasolina de un 0,5% anual. Este aumento de la demanda de combustibles para transporte por carretera provendrá, sobre todo, de las naciones emergentes y del deseo de sus poblaciones de aumentar su movilidad. El consumo de nafta en los EE. UU. probablemente disminuya y, a raíz de la creciente importancia del etanol —que adquiere cada vez más cuota en el mercado de la gasolina—, los principales mercados para la salida del exceso de nafta europea se verán amenazados. Además de este problema al que se enfrentan los productores europeos, el mercado europeo también sufre un déficit de diésel, que, en la actualidad, es de unos 0,5 MMbpd (unos 25 millones de toneladas), y se espera que aumente a más de 1 MMbpd (unos 45 millones de toneladas) en 2020.

## Más flexibilidad para la estructura del refino

Estos cambios en los mercados obligarán a las compañías de refino de los países desarrollados a pensar en cómo optimizar y añadir flexibilidad a sus instalaciones actuales. El progresivo desequilibrio entre el

diésel y la gasolina en los mercados atlánticos dará lugar a la introducción de procesos innovadores y catalizadores selectivos que permitan aumentar la producción de diésel. Un ejemplo típico son aquellas tecnologías que optimizan la producción de LCO (*light cycle oil*) proveniente de las actuales unidades de FCC (*fluid catalytic cracking*). Para mejorar el LCO, debido a su alto contenido de azufre y su bajo número de cetano, serán necesarias refinerías que aporten más capacidad de hidrot ratamiento o de *hydrocracking*. Las nuevas unidades utilizarán catalizadores más productivos para aumentar el hidrot ratamiento del LCO y el número de cetano a través de una mayor selectividad en las reacciones químicas. Además, en los cortes livianos del FCC, se podrán encontrar más olefinas transformables mediante oligomerización en productos de buena calidad para el tanque de diésel.

También se puede considerar la producción de diésel adicional que precede a los FCC con unidades de *hydrocracking* moderado (MHC) utilizadas para el pretratamiento de la alimentación a estas. Integrando una unidad de MHC con una unidad de *hydrofinishing* de destilados medios, conseguimos producir un diésel de

acuerdo con las especificaciones (figura 1). Este proceso se puede diseñar para coprocesar y mejorar otras cargas difíciles de refinar, por regla general LCO o gasoil liviano de coque (LCGO) procedente de unidades de coque (figura 1).

## Hasta el fondo del barril

La combinación de los altos precios del crudo y del aumento de la demanda conducirá inevitablemente a un interés renovado por los proyectos de conversión “hasta el fondo del barril”, especialmente aquellos que generan la mayor producción de combustibles. Proyectos tales como el *hydrocracking* de residuos de vacío (VR) en lecho en ebullición acoplados a una unidad de desasfaltado con solventes disminuirán la cantidad de residuos pesados y producirán el máximo volumen de combustibles.

Los esquemas integrados reducen las inversiones de capital y los costos de operación. Uno de dichos esquemas es la integración de una unidad de *hydrocracking* de VGO (HyK) con un *hydrocracking* de residuos de vacío (VR) en lecho en ebullición, lo que permite la conversión en diésel del gasoil de vacío (VGO) y del VGO

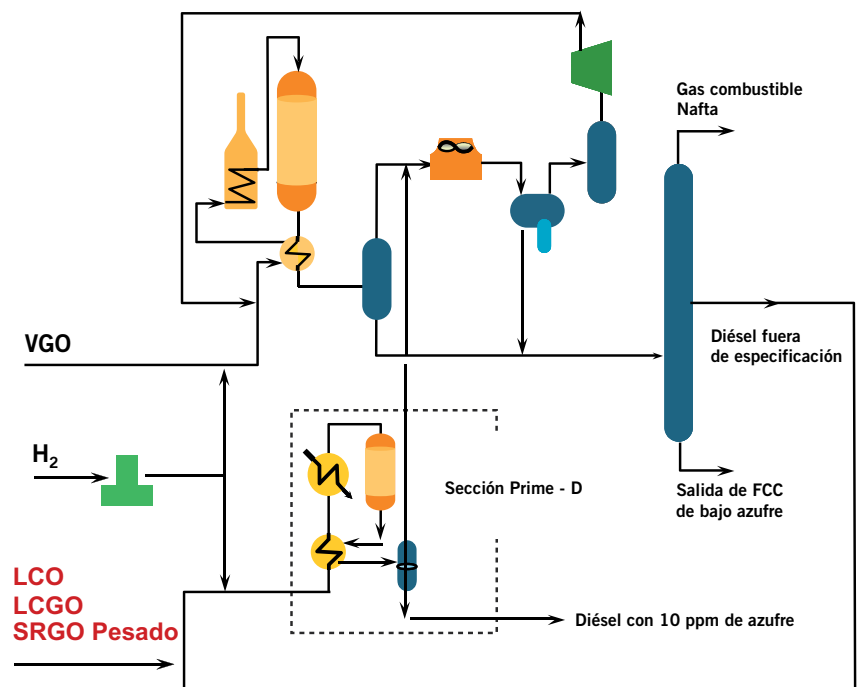


Figura 1. Esquema de integración de una unidad de *hydrocracking* moderado de VGO con una unidad de *hydrofinishing* de destilador medio

obtenido directamente (figura 2). Esta integración facilita la gestión optimizada de su red de hidrógeno puro a alta presión para alimentar las unidades de *hydrocracking* y una sección de aminas.

En otro modelo de integración, la instalación de una unidad de hidrot ratamiento de VR aguas arriba de un FCC de residuos (RFCC) y un *hydrocracking* de VGO tiene como resultado una producción más equilibrada de gasolina y de diésel. Se prevé que, a nivel global, la cantidad de proyectos de conversión de *hydrocracking*, coquización y FCC construidos antes de 2025 debería alcanzar los 5 MMbpd para satisfacer las necesidades del mercado mundial.

## Hacia una mayor calidad

Las normas fijadas por los gobiernos a partir de la década de los noventa han llevado a una gran mejora de la calidad de gasolinas y de combustibles diésel. En los EE. UU. y en la Unión Europea, estos carburantes ya casi no contienen azufre, sólo pequeños niveles de aromáticos y olefinas.

En Europa, la atención de los legisladores ha estado orientada a la reducción del contenido de azufre en el combustible de calefacción doméstico, desde 1000 ppm hasta las 50 ppm alcanzadas en Alemania. Asimismo, hay otros cambios en marcha (menor contenido de azufre

en el diésel: 10 ppm de S) para los carburantes utilizados por locomotoras, equipos agrícolas y equipos de la construcción. El diésel para uso marítimo y doméstico será testigo de una reducción del contenido de azufre de 300 ppm a 10 ppm en el año 2012. También se observará una tendencia similar en los EE. UU.

Este movimiento global hacia las 50 ó 10 ppm de azufre en las especificaciones del diésel para todo tipo de vehículos aumentará el volumen de producto que es necesario desulfurar. Esto vendrá acompañado del aumento de la capacidad de hidrot ratamiento del diésel para transporte automotor. Hay estimaciones que fijan, en el período 2020-2025, la demanda mundial de combustible desulfurado; y los cambios en las especificaciones requerirán una capacidad adicional de hidrot ratamiento cercana a los 10 MMbpd (unos 450 millones de toneladas por año) cuando se incluya el hidrot ratamiento de naftas, destilados medios y residuos.

Se espera que el rendimiento de los catalizadores continúe mejorando a la par que progresa la experiencia comercial de producción de combustibles con un contenido ultrabajo de azufre. Los flujos de las unidades de coquización (LCGO) que, debido a las impurezas, pueden suponer un reto a la hora de buscar las últimas trazas de azufre presentan un caso interesante. Se ha profundizado el conocimiento de la cinética de las

reacciones de hidrot ratamiento e *hydrocracking* gracias a los avances en el área de la analítica. Se continúa trabajando en el campo de la ingeniería y la representación mediante modelos catalíticos, lo que proporcionará a la industria formulaciones más activas, selectivas, estables y resistentes.

## Combustible marino

Si se cumplen los cambios propuestos en la calidad del combustible marino, la solución planteará importantes retos a la industria de refino. Dentro de su área jurisdiccional, las actuales normas para las Áreas con Control de Emisiones (ECA) especifican que el combustible marino debe tener un contenido máximo de azufre no superior al 1,5%. Durante 2010, el límite bajará al 1% como máximo y continuará descendiendo hasta el 0,1% en 2015. Fuera de las ECA, en 2012 sólo se permitirá que el combustible marino contenga un 3,5%, frente al 4,5% actual. Se prevé una reducción posterior del 0,5% para 2020; sin embargo, la decisión final depende de los resultados de un estudio que deberá realizarse en 2018 y, si se demuestra que hay un problema de suministro, la reducción podría ser demorada hasta 2025.

En la etapa inicial, la reducción del 3,5% de azufre fuera de las ECA, y del 1% dentro de las ECA, puede conseguirse excluyendo los flujos con alto contenido de azufre de las mezclas. La segunda etapa, con las reducciones al 0,5% y 0,1% de azufre fuera y dentro de las ECA, respectivamente, representa un problema de mayor magnitud para la industria. En 2020, se prevé que la demanda de combustible marino se aproximará a los 3,9 MMbpd (220 millones de toneladas). En 2020, el combustible para barcos representará aproximadamente el 50% del mercado de combustibles pesados, en un tiempo en el que la disponibilidad de crudo con un bajo contenido de azufre será limitada, y podría resultar insuficiente para satisfacer la demanda de la industria marítima de un combustible con bajo contenido de azufre.

Aunque la tecnología de hidrodeshidrosulfuración de residuos (RDS) es capaz de producir combustible

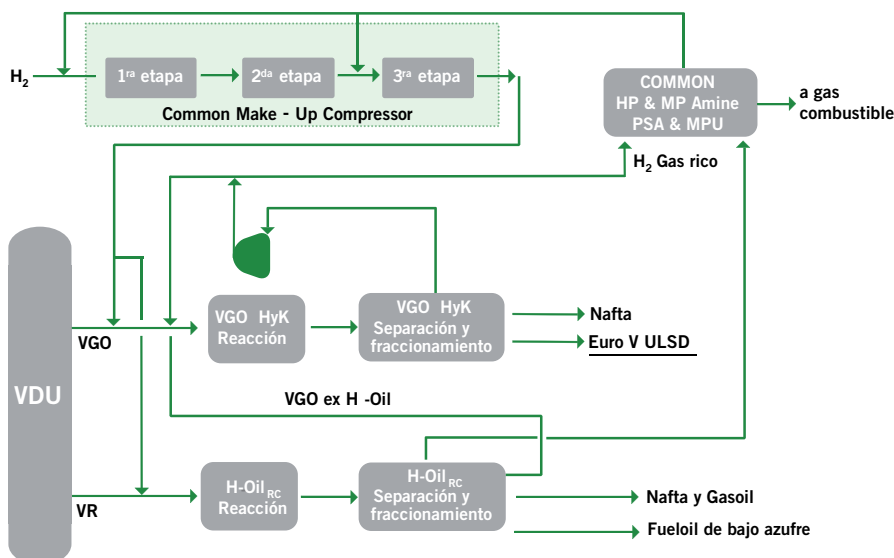
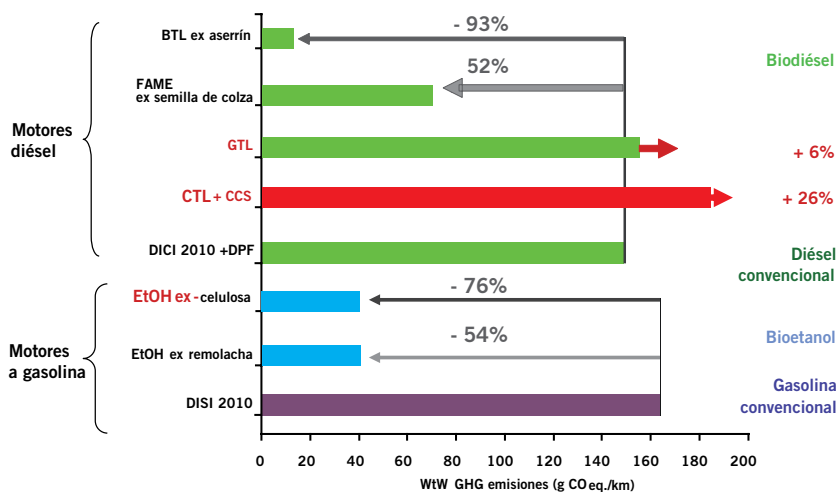


Figura 2. Esquema de integración de un *hydrocracking* de VGO con un *hydrocracking* de residuo de VR





BTL= Biomasa de líquidos; FAME = Ester metílico de ácido graso; GTL = Gas a líquido; CTL= Carbón a líquido; CCS= Captura y almacenamiento de carbono; LCB = Biomasa de leña celularica; DICI= Autoencendido en inyección directa; DPF= Diésel con filtro de partículas; DISI= Encendido a bujías para inyección directa

Fuente: Euc- Concawear - JRC - Informes "Well-To-Wheels" versión 3, noviembre de 2008

Figura 3. Emisiones de CO<sub>2</sub> "Well-to-Wheels"

marino con un contenido de azufre del 0,3%, la tecnología actual es incapaz de reducir este valor hasta el

0,1%. Los planes de inversión dependen de la situación, las condiciones específicas y la economía de escala.

Las fuertes inversiones necesarias para la desulfuración de residuos aumentan la probabilidad de que las refinerías conviertan los residuos en productos destilados de gran valor. El combustible para barcos necesitaría tener un precio al nivel de un destilado medio hasta que la tecnología RDS consiguiera operar de manera rentable.

## Reducción de las emisiones de GHG

Durante muchos años, las refinerías y los fabricantes de vehículos han dirigido sus esfuerzos a la mejora de la calidad de las emisiones de escape. Las refinerías han estado produciendo combustibles más limpios, y los fabricantes de motores se han enfrentado al reto y lograron aumentar el rendimiento del combustible para vehículos. Las mejoras futuras buscarán reducir las emisiones de GHG; sin embargo, la creciente demanda y los cambios de calidad elevarán



la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de los procesos de refino, especialmente de aquellos procesos relacionados con la producción de diésel de alta calidad y de especificaciones de azufre más estrictas para los combustibles, incluidos los de fueloil y búnker.

## La solución europea

El conjunto de propuestas europeas sobre energía y clima está diseñado para conseguir un aumento del 20% de eficiencia energética para 2020. Paralelamente, se prevé un recorte del 20% en las emisiones de GHG, en comparación con los niveles de 1990, aunque incluyendo un 20% de uso de combustibles renovables dentro del consumo energético total de la Unión Europea. Sin la contribución de los combustibles renovables y la aplicación comercial de las tecnologías de captación y retención de carbono (CCS), es improbable que puedan alcanzarse los objetivos del programa de la Unión Europea. Por lo tanto, el conjunto de propuestas sobre la política de energías renovables y cambio climático incluye:

- Una directiva sobre biocombustibles con bajo contenido de carbono, con el objetivo de un contenido energético del 10% en los combustibles para transporte para 2020 y criterios de sostenibilidad

para biocombustibles.

- Propuesta de una directiva para promover la CCS.
- Objetivo de eficiencia para los vehículos de 130 gramos por kilómetro (g/km) de emisiones de CO<sub>2</sub>, el equivalente a 5 litros por cada 100 km, en 2015, seguido por una reducción a 95 g/km de CO<sub>2</sub> prevista para 2020.

La clave para reducir las emisiones de GHG radica en las nuevas tecnologías de procesamiento de biocombustibles líquidos, por regla general aquellas que convierten aceites vegetales en diésel y fuel pesado, o azúcar y bases celulósicas en bioetanol, así como biomasa en diésel (BTL) mediante el proceso de síntesis Fischer-Tropsch. Entre los últimos desarrollos tecnológicos realizados, se encuentra el proceso de transesterificación por catálisis heterogénea continua para producir biodiésel y glicerina y la conversión de gas de síntesis (H<sub>2</sub> + CO) procedentes de distintas materias primas —gas natural, biomasa, productos residuales de refinerías y carbón— en materiales parafinados que son hidrocraqueados a combustibles líquidos ultralimpios (XTL).

Para cumplir las restricciones sobre la emisión de GHG, las refinerías tendrán que instalar una serie de nuevas tecnologías, mejorar el rendimiento energético y llevar adelante proyectos, tales como mecanismos para un desa-

rollo limpio (MDL). Por lo tanto, será importante la aplicación de metodologías para la Mejora del Rendimiento Energético que permiten identificar y evaluar la viabilidad técnica y económica de proyectos, con potencial para reducir el consumo energético y cumplir los criterios MDL.

Los combustibles líquidos alternativos, no obtenidos del crudo, como la producción de etanol de primera y segunda generación; biodiésel y gas en GTL, BTL, CTL y DCL líquidos, representan en la actualidad un 2,5% (contenido energético) de las ventas de combustibles para transporte por automotor. Estimamos que, para 2020, estos procesos representarán una utilización del 7% y, en 2030, entre un 9% y 10%.

La solución será específica para cada país o región y estará determinada por la diversidad de materias primas y por la disponibilidad de tecnologías de procesamiento. ■

**Eric Benazzi**, Director de Marketing de Axens, tiene más de 20 años de experiencia en catálisis aplicada a combustibles y productos petroquímicos. Doctorado en Ciencias Químicas por la Universidad de París y graduado en Ingeniería Química en l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENCSP), posee más de 110 patentes en los EE. UU., en los campos de refino y productos petroquímicos.

