

Refining Review

Nº 10 Edición 2 - 2018



**YPFB HACE REALIDAD
LA PETROQUÍMICA EN
BOLIVIA**

**PRODUCTOS INTERMEDIOS PETROQUIMICOS,
LOS NUEVOS DESAFIOS**

**USO RESPONSABLE DE LA ÚREA
EN LA AGRICULTURA NACIONAL**

A photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. In the foreground, there are complex piping systems with various valves and flanges. A large, red cylindrical storage tank is visible on the right side, surrounded by extensive scaffolding and metal walkways. In the background, there are more industrial structures, including a building with a blue roof, and a line of green trees under a clear sky. A dark green diagonal banner is overlaid on the image, containing the word 'ARTÍCULOS' in white capital letters.

ARTÍCULOS

PRODUCTOS INTERMEDIOS PETROQUÍMICOS, LOS NUEVOS DESAFÍOS



RAMIRO FLORES

INGENIERO QUÍMICO, MSc.
DOCENTE DE INGENIERÍA
PETROLERA
UMSA

Varios países asiático orientales, sin apenas posesión de petróleo crudo, han desarrollado fuertes capacidades productivas en el downstream petrolero: refino y petroquímica. Se trata de Japón, tres de los denominados «dragones» asiáticos (Corea del Sur, Taiwán y Singapur), tres economías menos avanzadas del sudeste asiático (Malasia, Tailandia e Indonesia) y China.

El desarrollo de estas industrias petroleras se ha realizado de forma aislada en cada país, y, por tanto, se trata de experiencias dispares, o si ha seguido un mismo patrón de comportamiento que las vincula y las integra, conformando un determinado modelo de desarrollo para esas industrias. El principal paradigma interpretativo del cambio estructural y las relaciones exteriores asiático-orientales, es posible centrarlas con el paradigma de las ocas voladoras (POV). Enfoque que formula una interpretación del crecimiento de las capacidades productivas y de las relaciones económicas regionales mediante determinadas tesis que pretenden explicar el proceso de industrialización iniciado en Japón y seguido por sucesivas generaciones de países de la región (Garcia & Palazuelos, 2014).

Dos evidencias empíricas sirven para acreditar la importancia de analizar las industrias de refino y petroquímica. En el caso del refino, en 1990 esos países consumían el 16,5% del petróleo mundial y disponían de menos del 15% de la capacidad mundial de procesamiento de crudos, mientras que dos décadas después, en 2010, ambos porcentajes

se acercaban al 25% mundial. En cifras absolutas, la capacidad de refino y el consumo de productos petrolíferos se han duplicado en el transcurso de esos veinte años, pasando su capacidad de 10,9 a 21,7 millones de barriles por día (British Petroleum, 2017).

En el caso de la industria petroquímica, la producción de etileno, que es su principal producto básico, en 1990 representaba el 15% mundial, mientras que en 2010 su cuota mundial era del 26,5%. En cifras absolutas, la producción casi se quintuplicó, desde 8,5 a 40,5 millones de toneladas. Los avances son similarmente significativos cuando se toman los datos de otros productos básicos, intermedios y finales, cuya creciente importancia a veces supera el 33%, convirtiendo a esos países, junto con India y varios de Oriente Medio, en el núcleo dinámico de la industria petroquímica mundial.

Los productos intermedios petroquímicos más importantes son las olefinas y los aromáticos. Las olefinas son moléculas intrínsecamente reactivas gracias a su doble enlace. Los más pequeños de ellos, a saber, son el etileno y el propileno. Son los productos intermedios de mayor volumen de la industria, con 130 millones de toneladas de etileno y 80 millones de toneladas de propileno producido por año.

Ambos son lo suficientemente reactivos para ser los precursores directos de las moléculas de cadena larga llamadas polímeros, que son

el componente base de los plásticos y las resinas.

También son precursores de otros productos químicos intermedios como, por ejemplo, el etilenglicol utilizado como anticongelante para automóviles. Ambos son gases altamente inflamables. Es por eso que son difíciles de transportar. En realidad, se transportan en su mayoría en tierra a través de gasoductos y en el extranjero en camiones cisterna

AROMÁTICOS

La segunda familia de productos intermedios son los aromáticos: Benceno, Tolueno y Xilenos, abreviados juntos como BTX. Se caracterizan por un único anillo aromático de 6 carbonos. Esta configuración les da alguna reactividad.

Los BTX son intermedios líquidos que no pueden convertirse fácilmente en polímeros plásticos. Para este propósito, necesitan ser modificados químicamente más adelante en moléculas más reactivas.

Como líquidos, pueden transportarse fácilmente por cualquier medio y están sujetos a operaciones en el extranjero. Todos juntos, representan actualmente un tonelaje de producción anual promedio de más de 110 millones de toneladas (Duc, 2017).

MATERIAS PRIMAS PETROQUÍMICAS

Los productos intermedios petroquímicos provienen principalmente



de gas procesado y petróleo refinado (Manyona, 2011). Para ser más precisos, las plataformas petroquímicas consumen predominantemente como materias primas:

- Etano y GLP a partir del gas natural

- Cortes de nafta (una mezcla de hidrocarburos C5 a C6), de la destilación atmosférica del petróleo crudo

Los cortes de refinado más pesados, como naftas pesadas, gasoil o residuos atmosféricos de la destilación de petróleo crudo, también se pueden usar como materias primas petroquímicas.

Todos estos productos de refinerías y plantas de gas natural están hechos de hidrocarburos bastante estables.

de materia prima bastante estables en los intermedios petroquímicos deseados que son olefinas y aromáticos?

La respuesta es: Por Steam Cracker (craqueo a vapor). En esta reacción, los hidrocarburos más pesados se descomponen en moléculas más cortas y más reactivas.

En la práctica, las materias primas de hidrocarburos se diluyen con vapor de agua y luego se calientan brevemente en un horno muy caliente a 800 °C o incluso más en ausencia de oxígeno. Estas condiciones específicas promueven la producción de alto rendimiento de olefinas ligeras deseadas, tales como etileno y propileno, pero también algunas olefinas más pesadas como butenos. También se produce butadieno, otra molécula de C4 con 2 dobles enlaces. El metano y el hidrógeno son productos secundarios.

En condiciones más severas, por ejemplo, a temperaturas más altas, se producen reacciones de ciclación laterales, produciendo compuestos aromáticos ligeros. El benceno es el principal aromático producido

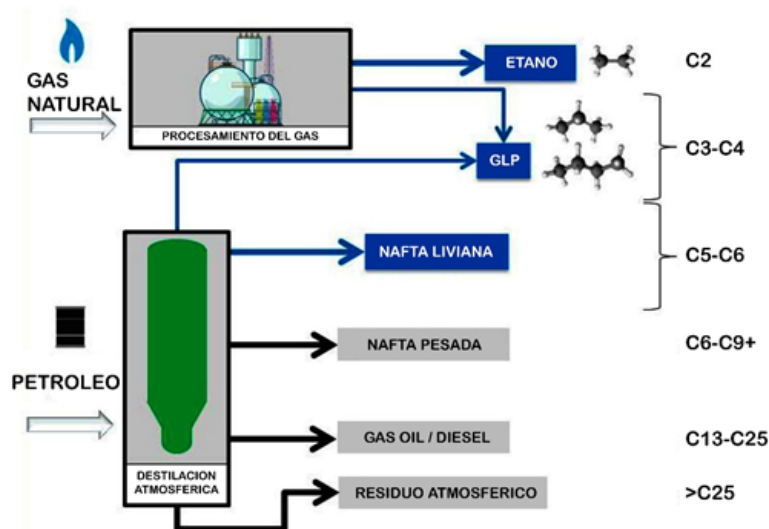


Ilustración 5 – Fuentes de alimentación a la industria petroquímica. Fuente: Elaboración propia.

UNIDADES DE CONVERSIÓN

Ahora, la pregunta es: ¿Cómo podemos convertir estas moléculas

de esta manera. Otras reacciones secundarias adicionales generalmente conducen a la formación de depósitos de carbón, llamados coque.

STEAM CRACKER Y PLANTA DE OLEFINAS

El Steam Cracker (craqueador a vapor), es la unidad petroquímica base en la que se producen las reacciones de craqueo a vapor. Se compone de una serie de hornos, generalmente 6 o 7. En cada horno, los gases de hidrocarburos (como etano) o líquidos (como la nafta) se precalientan, vaporizan y mezclan primero con vapor en una primera zona del horno llamada zona de convección.

Las mezclas de vapor e hidrocarburos salen de la zona de convección a aproximadamente 700 °C antes de entrar en la segunda zona, llamada zona de radiación. Allí, las reacciones de craqueo se producen en el interior de los tubos calentados en alrededor de 800 °C.

Es importante asegurarse de que el material de alimentación no se agriete para formar coque. Esto se evita pasando la materia prima vaporizada muy rápidamente, dentro de unos milisegundos, a través de los tubos. El vapor también actúa como diluyente y minimiza la formación de coque.

Básicamente, las condiciones de craqueo más severas, como temperaturas más altas, producen más etileno y compuestos aromáticos. Los gases craqueados se enfrían rápidamente en un intercambiador de calor para detener cualquier reacción posterior.

Parte del fuel oil se extrae primero a unos 200 °C del fondo de una

primera torre de separación llamada fraccionador primario. Todo el vapor usado en el proceso se condensa posteriormente en una segunda columna llamada “columna de enfriamiento de agua” entre 35 y 80 °C. Un corte de gasolina rico en aromáticos C5 a C10 llamado gasolina de pirolisis también se condensa en este paso y se extrae del proceso.

Los gases no condensados restantes que salen de la parte superior de la columna de enfriamiento, se vuelven a comprimir, refrigerar y fraccionar en una batería de columnas de destilación. Todos estos pasos se denominan “separación en frío” y cubren temperaturas de -100 a + 100 °C y presiones de 30 a 5 bares.

A partir de este tren de separación en frío se separan el etileno, propileno, butenos y butadieno en bruto, así como también un poco más de gasolina de pirolisis. Todos estos productos intermedios requieren de tratamientos de purificación adicionales para cumplir con las especificaciones comerciales del mercado.

MATERIA PRIMA VS COMPOSICIÓN

La materia prima utilizada determina en gran medida la composición de los productos. Se forman proporciones mucho mayores de etileno en comparación con otros productos a partir de etano y GLP de craqueo a vapor.

El etileno es el único producto que se puede valorizar a partir del etano de craqueo. Por el contrario, la



gasolina de pirólisis solo se puede producir mediante el craqueo de materias primas más pesadas, como la nafta o el gasóleo.

En resumen, los Steam Cracker, son unidades centrales de la industria petroquímica, lo que nos permite producir principalmente etileno, posiblemente propileno, y gasolina de pirólisis rico en aromáticos, dependiendo de la materia prima utilizada.

Los Steam Crackers, son algunas de las plantas más complejas técnicamente en la industria petroquímica y que consumen mucha energía. Los Steam Crackers modernos son mega unidades que producen a menudo de 1 a 2 millones de toneladas de olefinas. Su construcción requiere inversiones de capital de más de unos mil millones de dólares.

MATERIA PRIMA VS COMPOSICIÓN

En cuanto al etileno, se produce casi exclusivamente a partir de Steam Crackers alimentados con etano o nafta. Los crackers de etano se encuentran principalmente en los EE. UU.

En el Medio Oriente donde están disponibles las materias primas de gas. Los Crackers de nafta se encuentran principalmente en Europa y Asia.

PROPILENO DE REFINERÍA

El propileno es solo un coproducto de la producción de etileno a partir

de los crackers de nafta. Sin embargo, su demanda ha superado en gran medida la demanda de etileno, especialmente debido al gran éxito de los plásticos de polipropileno.

Como se ha visto anteriormente, una solución parcial a la brecha de suministro de propileno en el mundo es “propileno de refinería”, es decir propileno del craqueo catalítico de fluidos.

AROMÁTICOS DEL REFORMADOR

Los crackers de nafta producen un poco de gasolina de pirólisis que contiene una gran cantidad de benceno, algo de tolueno y una pequeña fracción de xilenos. Este corte rico en aromáticos puede alimentar un complejo aromático, también llamado unidad BTX, que separa los compuestos intermedios aromáticos requeridos, a saber, benceno, tolueno y xilenos.

En cuanto al propileno, la gasolina de pirólisis sigue siendo un producto secundario de la producción de olefina en los crackers de nafta.

La producción de xileno a partir de Steam Crackers, no es suficiente para satisfacer la demanda: uno de los xilenos, llamado para-xileno, es muy demandado para fabricar plásticos y fibras de poliéster. Por esa razón, la principal fuente adicional de aromáticos BTX se encuentra en las refinerías equipadas

con una unidad de conversión llamada reformador catalítico.

De hecho, los reformados pueden desviarse del conjunto de gasolina para alimentar un complejo aromático y producir benceno, tolueno y xilenos de calidad comercial. Estos dos suministros alternativos de refinerías, a saber, propileno de refinería y BTX de reformados, ilustran algunas de las sinergias que se pueden obtener al asociar una plataforma petroquímica a una refinería.

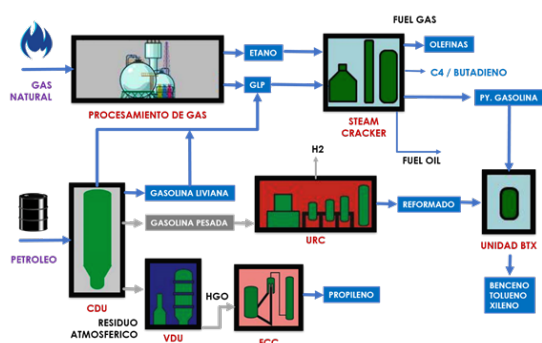


Ilustración 6 -Integración refinería, planta petroquímica.
Fuente: Elaboración propia.

RUTAS

Para concluir, todos estos procesos conducen a pequeñas moléculas reactivas que pueden usarse para fabricar productos de cadena larga mediante lo que llamamos “reacciones de polimerización”. Estos productos, que se llaman “polímeros”, son los materiales base de una increíble variedad de plásticos.

A manera de resumen, a partir del etileno y de feedstocks se obtenían otros elementos básicos (propileno, butadieno y aromáticos) para

desarrollar una diversificada gama de productos intermedios y finales: plásticos, fibras sintéticas, tubos, anticongelantes, pesticidas, fármacos, adhesivos, disolventes, fertilizantes, caucho sintético, etc.

De este modo, el refinio y la petroquímica cumplen tres funciones económicas:

a) Favorecer la industrialización sustitutiva de importaciones, aportando productos que antes se compraban en el exterior, aunque en cantidades limitadas debido a la estrechez de la demanda interna;

b) proporcionar nuevos bienes de alto contenido tecnológico que sustituyen a otros tradicionales (madera y metales), de menor calidad y menores usos.

c) la petroquímica básica que permite la producción de bienes más elaborados que podrían ser destinados a la exportación.

En este sentido, estos conceptos se convertirían en los nuevos desafíos que se tendrá que encarar en el próximo plan de industrialización de nuestros hidrocarburos



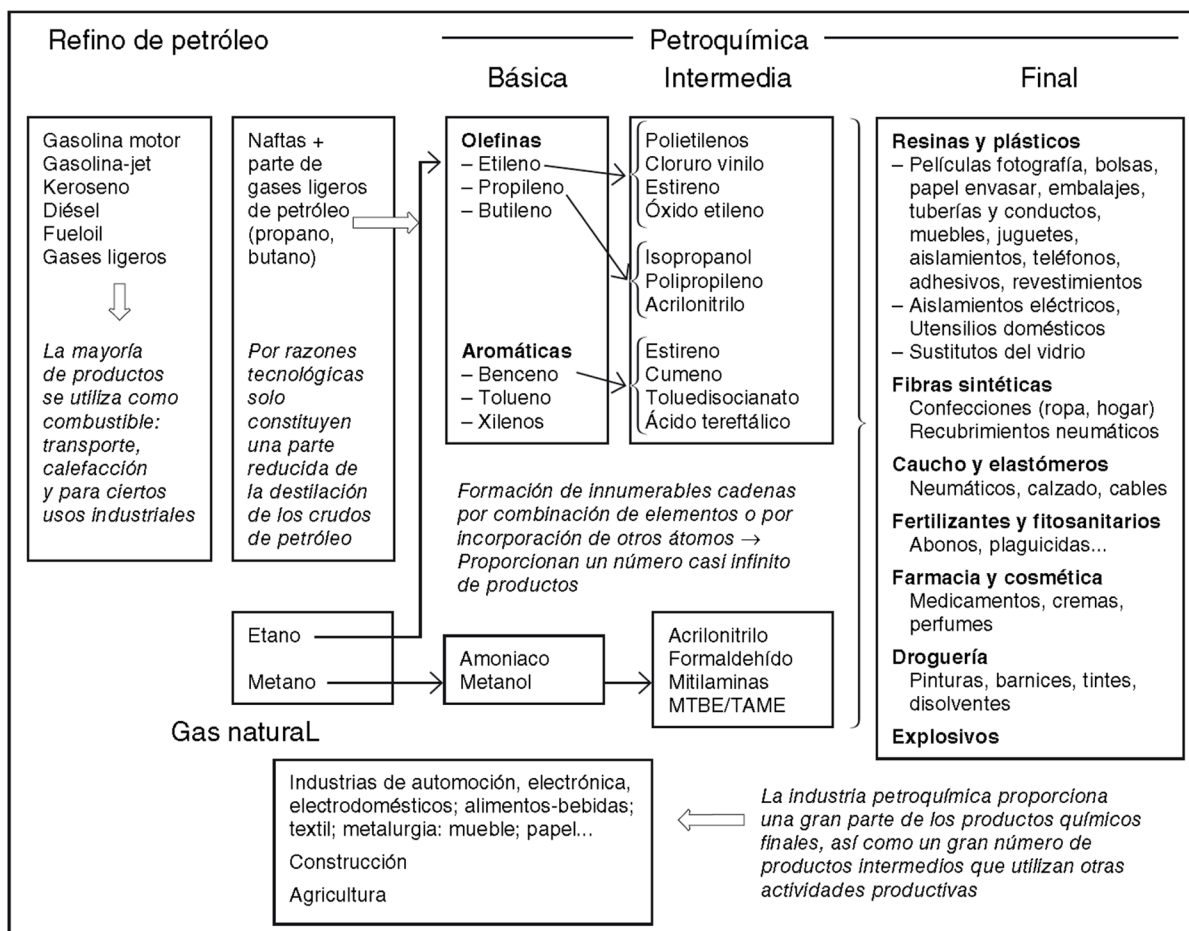


Ilustración 7 - Fases del ciclo del refino y la petroquímica. Fuente: (García & Palazuelos, 2014)

BIBLIOGRAFÍA

British Petroleum. (2017). Statistical Review of World Energy. BP.

Duc, M. (2017). From Feedstocks to Intermediates. Oil & Gas. IFP.

García, C., & Palazuelos, E. (2014). Una interpretación del desarrollo de las industrias de refino y petroquímica en Asia oriental: capacidades productivas, cambio estructural y relaciones exteriores. Revista de Historia Industrial, 139-160.

Manyona, E. (2011). La evaluación de los aprendizajes en los programas de la alianza petroquímica y plástica. Revista científica Teknos.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRÉS
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Petrolera

