

# IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROCESOS FLEXICOKING Y CICLO COMBINADO EN LA REFINERÍA LA TEJA, ANCAP

---

*PROYECTO INDUSTRIAL – INGENIERÍA QUÍMICA*  
*FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA*

*Jimena Amestoy*  
*Verónica de los Angeles*  
*Federico Langguth*  
*Maira Morales*  
*Romina Napoli*  
*Mayra Rodríguez*

*Tutores:*  
*Ing. Químico Sergio Lattanzio*  
*Ing. Químico Franz Mardero*

# RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente proyecto se lleva a cabo un estudio de pre-factibilidad de la instalación de una planta de Flexicoking y una de Ciclo Combinado en la Refinería La Teja, ANCAP. En el mismo se estudian los productos a obtener del proceso, los servicios requeridos, su posible localización, la compatibilidad con el resto de la refinería, la evaluación de impacto ambiental, así como el diseño de equipos. Además, se realiza una evaluación económica y financiera del proyecto, teniendo en cuenta costos de obras e instalación de equipos, patentes, costos operativos, valor de materias primas y productos y alternativas de financiación.

El interés en este proyecto radica en la utilización de fuel oil para la obtención de combustibles livianos, coque y generación de energía eléctrica para auto-abastecimiento de la planta y excedente para ser volcado a la red de UTE, obteniéndose un beneficio económico.

La implementación de la modificación planteada resulta particularmente conveniente en el escenario proyectado por OPP para las siguientes décadas, donde se evidencia una significativa baja de la demanda de fuel oil en comparación a los combustibles livianos. La demanda energética en Uruguay y en la región ha crecido sostenidamente en los últimos 50 años y de acuerdo a las proyecciones realizadas lo seguirá haciendo en las próximas décadas.

Asimismo, este proyecto se encuentra alineado a la política energética 2005-2030 del MIEM-DNE donde se establece como una de sus líneas de acción, el ampliar y modernizar la capacidad de refinación de La Teja introduciendo la tecnología de 'conversión profunda' y la instalación de una planta de cogeneración. Como también, en parte, favorece a la diversificación de la matriz energética (uno de los principales objetivos de esta política).

Para la realización del estudio de pre-factibilidad se toman las siguientes hipótesis, que surgen del análisis de comercialización realizado:

- La refinería procesa 100.000 bbl/día (el doble de la capacidad máxima actual).
- Todas sus unidades crecen armónicamente para cumplir con la cantidad a procesar, incluyendo tratamiento de productos, servicios y consumos.
- Todo el fondo de vacío se utiliza en el proceso de Flexicoking, por lo que la demanda de fuel oil se abastece en base a importaciones.
- Los rendimientos obtenidos fueron calculados a partir de un crudo de referencia para el diseño. El crudo utilizado es el de Gulf de Suez.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de Flexicoking es un proceso patentado por ExxonMobil (licenciatante). Existen actualmente dos ejemplos de plantas con esta tecnología en Sudamérica: PDVSA en Venezuela (en funcionamiento desde 1986), y la planta PELTRO en Perú (en etapa de diseño); y cinco en el resto del mundo: ToAOil en Japón, ExxonMobil en Rotterdam y en Texas, Shell en California, Hellenic en Grecia, Rosneft (en etapa de diseño) en Rusia.

El Flexicoking sustituye a la unidad de Visbreaking existente, por lo que se alimenta con los residuos de la unidad de destilación a vacío y el slurry oil de la unidad de Cracking Catalítico. El Proceso consiste en una desintegración térmica severa en un reactor donde se destruyen los residuos pesados, formándose coque y gases que son enviados a un fraccionador. En este último se obtienen gases, nafta y gasoil. Por otra parte, una fracción del coque obtenido en el reactor, es gasificado (en un equipo de gasificación) para la obtención del flexigas y otra parte se purga y se acondiciona como producto final.

El flexigas obtenido es enfriado en una Caldera de Recuperación de Calor, donde se genera vapor, que se utiliza para cubrir la demanda del propio Flexicoking. Luego ingresa a un tratamiento de desulfurización, realizado por absorción con aminas en el Flexsorb.

A continuación el flexigas ingresa al proceso de Ciclo Combinado, donde se obtiene energía eléctrica a partir de dos turbinas, una de gas y otra de vapor. En la turbina de gas se da una combustión y luego los gases exhaustos son introducidos en una Caldera de Recuperación de Calor, donde se obtiene vapor. El mismo es utilizado en parte para abastecer la demanda de vapor del proceso de Flexicoking y el resto se destina a la generación de energía eléctrica expandiéndolo en una turbina de vapor. Luego el vapor es condensado y circulado nuevamente como agua de entrada a la caldera.

## PRODUCTOS

Los productos obtenidos, caudales y destino se describen en la Tabla 1.

Para los productos que requieren un tratamiento posterior se utilizan los procesos ya existentes en ANCAP. Luego de ser tratados, los combustibles obtenidos del Flexicoking se envían al blending junto con el resto de los productos de las unidades de la refinería.

La capacidad de las unidades de tratamiento de los productos fue evaluada y se verificó la disponibilidad requerida.

**TABLA 1.** Productos, cantidades y destinos del proceso Flexicoking y Ciclo Combinado.

Producto	Cantidad	Destino final
Fuel gas	145 ton/día	Combustible en calderas de ANCAP
LPG	151 ton/día	Venta
Nafta	539 ton/día	Blending de gasolinas
Gasoil	1.704 ton/día	Blending de gas oil o fuel oil
Coque	800 ton/día	Cementera ANCAP
Energía Eléctrica	97 MW (Turbina de Gas)	Refinería 32 MW
	22 MW (Turbina de Vapor)	Flexicoking 11 MW
		UTE 76 MW

Los servicios que se requieren en las unidades son: vapor de agua, electricidad, agua de enfriamiento, agua para calderas, entre otros.

Tanto el vapor necesario como la electricidad para el funcionamiento de las unidades de Flexicoking y de Ciclo Combinado son generados en los propios procesos.

La demanda de agua se satisface con los servicios existentes en ANCAP, a excepción del agua de enfriamiento del condensador del CICLO COMBINADO, para el que es necesario instalar una torre de enfriamiento.

#### DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Se generan 119 MW a una tensión de 11,5 kV. 43 MW se vuelcan a la refinería (incluyendo unidad de Flexicoking) a 6,3 kV mediante la instalación de un transformador 11,5/6,3 kV.

La conexión a la red de UTE se hará a 150 kV entregando los 76 MW restantes a la subestación Montevideo C. Para esta última conexión, se instalará una línea de tensión de 150 kV hasta la subestación Montevideo C y una central de transformación 11,5/150 kV.

Actualmente, la refinería se encuentra conectada a las subestaciones Montevideo C y E, estas conexiones se mantendrán, en caso de que por algún motivo se corte la generación en la planta de Ciclo Combinado.

#### OBRA

Las nuevas unidades se instalarán en la ubicación indicada en el mapa (Figura 1), de manera de no interferir con los procesos previamente existentes en la refinería.

Para esto es necesario ganar 10.000 m<sup>2</sup> al mar, lo que se traduce a un volumen total de 47.000 m<sup>3</sup> de relleno, sobre los que se ubicarán 6.500 toneladas de equipos e instalaciones.

La duración de la obra se estima en 5 años.



**FIGURA 1.** Localización de las unidades del proceso en la refinería ANCAP, La Teja.

## OPERACIÓN

Las unidades de Flexicoking y Ciclo Combinado operarán 24 horas, 365 días al año. Planificando una parada cada 4 años para mantenimiento.

Para la operación de estas unidades, es necesaria la contratación de 66 funcionarios (27 para Ciclo Combinado y 39 para Flexicoking) distribuidos en 3 turnos.

Tanto para las etapas de obras, como para la de operación de la planta se llevó a cabo un análisis de impacto ambiental y un relevamiento de normas y requisitos de seguridad y salud ocupacional.

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

La inversión inicial es de 1.986 millones de US\$ con costo anual de operación de las unidades de 336 millones de US\$.

Los ingresos anuales se estiman en 622 millones de US\$, lo que da como resultado un ROI de 14,4%, un TIR de 12,5%, y un VAN de 192 millones de US\$ a 20 años. El proyecto es viable económicamente bajo las hipótesis consideradas.

Sin embargo, se evidencia que la viabilidad económica del proyecto es muy sensible al precio de las materias primas (slurry y fondo de vacío). Ante un eventual precio que supere en un 5,5% a los proyectados, el proyecto no sería viable económicamente.

## FINANCIACIÓN

El proyecto es viable si la financiación se realiza con capitales propios.

En caso de realizarse con capital mixto, se plantea el tipo de financiación acorde al proyecto evaluando la posibilidad de financiar el 80% del mismo, con fondos del BID, con un préstamo de 1.500 millones de US\$, a 20 años y con una tasa de interés del 5,5% anual (tasa del 2014). Bajo estas condiciones el proyecto no es viable.

Eventualmente, para alcanzar el punto de equilibrio, es necesario acceder a un préstamo por un monto similar a 20 años con una tasa de interés menor al 2,9% anual, o un préstamo menor a 700 millones (35% de la inversión total) a 20 años con una tasa del 5,5% anual.

En resumen, el proyecto es viable solo en los siguientes casos evaluados:

- Con financiación propia.
- Con capital mixto, con un préstamo menor a 1.500 millones US\$, a una tasa de interés menor al 2,9% anual.
- Con capital mixto, con un préstamo menor a 750 millones US\$ con una tasa menor al 5,5% anual.

## CONCLUSIONES

Los resultados del estudio de pre-factibilidad de la implementación de los procesos de Flexicoking y Ciclo Combinado en la Refinería La Teja, son evaluadas en tres aspectos fundamentales: impacto en la matriz energética, compatibilidad con el resto de la refinería y estudio económico.

El proyecto permite a ANCAP la producción de coque, un energético que hoy es 100% importado. Se obtienen productos de mayor valor agregado como LPG, nafta y gas oil. La disminución de la oferta de fuel oil impulsa la penetración de combustibles alternativos al mismo para uso industrial, por ejemplo gas natural, y como consecuencia permite reducir las emisiones a nivel nacional. La generación eléctrica torna a la refinería un aportador neto a la red y hace más confiable el suministro de dicho servicio a la refinería.

En el escenario de evaluación considerado el proyecto resulta una inversión atractiva teniendo en cuenta el precio de equilibrio de la energía eléctrica y su comparación con los costos de generación proyectados a largo plazo. En un escenario de más largo plazo donde la demanda de productos limpios alcanza a superar la producción de la refinería el beneficio del proyecto se verá impactado de forma positiva.

Dado el gran monto de inversión, la implementación de este proyecto tiene una influencia significativa en la economía del país.

Teniendo en cuenta estos aspectos, este proyecto puede ser viable bajo ciertas condiciones y debería procederse a un estudio más profundo de la relación riesgo/beneficio para decidir su implementación y conveniencia frente a otras alternativas que brinden similares beneficios.