



Junio de 2014

Refinería de Cartagena un proyecto en sólida expansión

Cartagena, junio de 2014. La ampliación y modernización de la Refinería de Cartagena –Reficar– que incluye 16 nuevas plantas de refinación y procesos, presenta un avance de más del 93%. La ingeniería finalizó, las compras están próximas a terminar y la construcción alcanza el 81.5% de ejecución a mayo de 2014.

El proyecto, con un presupuesto estimado actualizado de U\$6.467 millones, es rentable y tiene su financiación garantizada con Agencias de Crédito de Exportación y bancos comerciales.

Reficar ha generado desarrollo social y económico en el país y en especial en la región Caribe. Durante la construcción se han contratado más de 28.000 personas, de las cuales el 95% es colombiano y el 66.1% de Cartagena y municipios aledaños.

Ante la carencia de mano de obra calificada para la construcción del proyecto, Reficar desarrolló las competencias técnicas del recurso humano cartagenero, formando 5.271 personas en oficios técnicos especializados bajo normas internacionales, haciéndolos elegibles para su contratación en el proyecto y generándoles oportunidades laborales en Colombia y en el exterior. Adicionalmente, un equipo de 845 personas de Ecopetrol se prepara para operar con los más altos estándares la refinería ampliada y modernizada.

Reficar ha demandado compras y contrataciones en Colombia por \$1.5 billones de pesos, de las cuales el 45% ha sido a empresas de Cartagena, el 7% de Barranquilla y el 48% del resto del país, impulsando con ello la demanda de empleo indirecto, de compras y servicios, y generando mayores ingresos tributarios al fisco local y nacional.

Colombia contará con una de las refinerías más modernas de América que procesará crudos pesados más económicos y producirá mayores volúmenes de combustibles limpios y más valiosos, tales como gasolina, diésel y jet, y con los más altos estándares de calidad.

Este proyecto, estratégico para Ecopetrol y para el país, duplicará la capacidad de la refinería a 165.000 barriles diarios y cuadruplicará su margen bruto de refinación. La ampliación y modernización de Reficar brinda mayor seguridad energética al país garantizando su abastecimiento con combustibles nacionales, y generará materias primas para la industria petroquímica y combustibles para exportación. Adicionalmente, se fortalece la cadena de

hidrocarburos del Grupo Empresarial Ecopetrol, logrando sinergias con Propilco y la refinería de Barrancabermeja.

ALCANCE DEL PROYECTO

- Se aumentará la capacidad de procesamiento de crudo de 80 mil a 165 mil barriles de crudo diario
- La conversión en productos valiosos pasará de 76% al 96%. Desaparece el Fuel Oil.
- Se procesarán crudos pesados con alto contenido de azufre que produce el país, actualmente la refinería solo puede procesar crudos livianos.
- 16 nuevas unidades de producción atenderán la demanda creciente de productos como gasolina, diésel y propileno, y se producirá coque de petróleo y nafta petroquímica, productos de gran demanda.
- La calidad de los combustibles cumplirá con las regulaciones ambientales nacionales e internacionales exigidas. El contenido de azufre en diésel pasará de 2,500 partes por millón a menos de 10; y en la gasolina pasará hoy de 1,200 partes por millón (ppm) a menos 30 ppm.
- Generará un mayor margen y beneficio económico para el país al pasar de un margen actual de U\$6 por barril a U\$20 dólares, asegurando la máxima rentabilidad.
- 75.000 toneladas mensuales de coque combustible o tipo ánodo producirá la unidad de coque, única en el país.
- 140 hectáreas de terreno ocupa la expansión y modernización de la refinería.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN

1. **Unidad de crudo:** La unidad de crudo está en capacidad de procesar mediante destilación atmosférica 165.000 barriles de crudo diario, y por medio de destilación al vacío 92.000.

En esta unidad de crudo se realiza la destilación primaria del petróleo a presión atmosférica permitiendo la producción de gas, nafta virgen, keroseno, diésel y gasóleo atmosférico. El crudo reducido a fondos de la torre atmosférica, se calienta y posteriormente se fracciona en la torre de vacío (VDU1) para obtener gasóleo liviano, gasóleo pesado, que se utilizan como carga para las plantas de FCC (Craqueo catalítico) y fondos de vacío, que sirve de carga a la planta de coque.

2. **Unidad de cráqueo catalítico (FCC):** Esta convertirá en productos livianos la carga VGO proveniente de la Unidad de Crudo (sección vacío) y la corriente no procesada en la Hydrocracker. Estos productos livianos junto con el diésel y el propileno serán los principales productos de la refinería. Para maximizar la producción de propileno, se usará como carga 5.000 barriles diarios de nafta de la unidad de coque.

3. Unidad de Coque – Esta unidad recibirá una mezcla de los fondos calientes de la torre de vacío producto de la U-100 sección de vacío (VDU) y los fondos fríos en tanques, para producir: Gas combustible, corriente C-3, Corriente C-4 (para la unidad de alquilación HF), nafta de coque, gasóleo liviano de coque, gasóleo pesado de coque y coque a 2.500 tn/d, grado combustible o grado ánodo.

4. Unidad de Hidrocracker: Cuenta con dos reactores que reciclan los fondos para maximizar la producción de destilados. La combinación de gasóleos de vacío de la unidad de crudo, aceite liviano ciclo (ALC) de la FCC y los gasóleos pesados de la unidad de coque, producen: gases livianos, mezcla de GLP (gas licuado de petróleo), naftas livianas, naftas pesadas, kerosene, jet fuel, diésel de exportación y fondos de hidrocracker (UCO).

5. Unidad Hidrotratadora de Nafta: El propósito de la unidad FCC-NHT es hidrotratar LCN y HCN producidas por la FCC con el fin de reducir el contenido de azufre de las gasolinas controlando la pérdida de octano (máx. 1). Esta unidad producirá nafta liviana y nafta pesada tratadas para mezclarlas en el pool de gasolinas.

6. Unidad Hidrotratadora de Diésel (plantas 2): Estas dos unidades serán cargadas con diésel de las unidades de crudo y el gasóleo liviano del coque para producir diésel de bajo contenido de azufre (ULSD-Ultra Low Sulfur Diesel). De esta forma se obtienen: Un diésel de bajo azufre para el consumo nacional de menos de 50 ppm (partes por millón) y diésel ultra bajo S2 (ULSD) para exportación de menos de 8 ppm.

7. Unidad de Isomerización de Butano: Esta unidad convierte el n-butano en iso-butano y alimenta la unidad de alquilación. La refinería no produce suficiente butano en las unidades de conversión para satisfacer la carga de alquilación, por ello, se requiere de un proceso de isomerización C4-. Debido a que el incremento de i-butano es menor; esta unidad se ha integrado con la SGU (Unidad de Gas Saturado).

8. Unidad de Alquilación: La unidad de alquilación HF producirá 9,700 BPD de alquilato (por expansión volumétrica) mediante la reacción de isobutano con mezcla de butilenos, después del pretratamiento de la corriente de butileno en el proceso de hidrogenación selectiva (SHP). El alquilato será mezclado en el pool de gasolinas de la refinería. La tecnología Alkad UOP permite reducir la formación de aerosoles en un evento de escape de HF (ácido fluorhídrico).

9. Unidades Combinadas de Bloque de Azufre (5 unidades tendrán la capacidad de recuperar hasta 270 toneladas de azufre por día). Las unidades de azufre están compuestas por: a) unidades de regeneración de aminas; b) Gas ácido de la despojadora de aguas agrias; c) unidades de recuperación de azufre; unidades de tratamiento de gas de cola y unidades de incineración.

10. Unidad de Generación de Energía y Vapor. La refinería será autosuficiente. Esta unidad está diseñada para una base de operación de 190,000 BPSD, disponibilidad mínima de 98.5%. esta unidad incluye: a) tres generadores de turbina de gas de 37,5 megavatios cada uno; b) tres generadores de vapor de recuperación de calor para producir vapor de 600 psig; c) cuatro

generadores de turbina a vapor sobrecalentado de 600 psig de contrapresión/condensación, con una capacidad de 20 megavatios cada uno; d) un sistema de generación de emergencia que incluye 5 grupos de generadores de 2,5 megavatios de 4, 16 Kv (60 hertz), impulsado por motores diésel; e) un generador turbo expander de 3 megavatios ubicado en la unidad de FCC; f) una línea de alta tensión aérea de 13,8 KV para conectar la planta de energía a los servicios públicos externos. 20 megavatios entre la estación de Nuevo Cospique Electricaribe y la planta de energía de Reficar.

11. Unidades de Hidrógeno: Estas dos plantas producen H₂ de alta pureza (99.9%), para las unidades de proceso, principalmente para la planta de hidrocracking, la hidrotratadora de diésel y la hidrotratadora de naftas de la FCC.

12. Unidad de Gas Saturado: Esta unidad recoge los gases saturados ricos en hidrocarburo de varios procesos de otras unidades, recupera y procesa los productos de alto valor (GLP y Butano) y produce gas combustible con bajo contenido de azufre. También, produce i-butano para la unidad HF de alquilación.

13. Unidad de enfriamiento de agua: En la producción de combustibles se utilizarán 88.000 galones de agua de enfriamiento, equivalente a casi 5 veces el consumo de agua de Cartagena. Esta agua será suministrada por las dos torres de enfriamiento cuyo diseño permite reducir el consumo real a solo 1.800 galones por minuto. Esto se logra enfriando el agua caliente proveniente de las unidades de proceso y funciona como un circuito cerrado que reutiliza el agua disminuyendo su consumo.

IMPACTOS

- Financiación de U\$3,500 millones de dólares a un costo promedio de 5.19% anual con un plazo de 16 años.
- U\$2,750 millones de dólares otorgó el Exim-Bank de los Estados Unidos de América, el segundo préstamo de mayor valor que esta entidad ha otorgado en su historia crediticia.
- El proyecto ha generado 28.000 mil empleos directos.
- 17.957 trabajadores laboran hoy en el proyecto, el 95% de estos es colombiano, y el 66.1% proviene de Cartagena y de municipios aledaños a Bolívar. El 5.3% extranjero, proviene principalmente de USA, Venezuela y Perú.
- El ingreso promedio mensual de los trabajadores en los oficios de construcción es de \$3 millones de pesos.
- \$10 mil millones de pesos se invirtieron en la construcción y equipamiento de dos centros de formación para la capacitación gratuita del recurso humano cartagenero, con el fin de elevar sus competencias técnicas en 16 oficios de construcción, de electricidad e instrumentación bajo la norma NCCER de Estados Unidos, y volverlos elegibles para su contratación en el proyecto de expansión.

- 5.271 personas de Cartagena y municipios aledaños fueron capacitados gratuitamente y el 77% ha sido contratado.
- El ingreso promedio de los entrenados antes de entrar al proyecto percibían un salario mínimo y hoy representa cuatro veces más.
- El proyecto ha demandado a la fecha en compras y contratación \$1,2 billones de pesos a nivel nacional.
- En impuestos de industria y comercio, le han ingresado a los municipios \$ 8,800 millones de pesos.
- Reficar ha invertido \$7,000 millones de pesos en proyectos sociales dirigidos a elevar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades aledañas.
- 89.000 personas se han beneficiado de nuestros programas de calidad educativa, acceso a salud, mejoramiento de vivienda, aprovechamiento del tiempo libre con actividades deportivas y culturales, y fortalecimiento de unidades productivas encaminadas a incrementar sus ingresos.
- Reficar ha apalancado recursos para inversión social de otras empresas y fundaciones de la ciudad, en 1.67 veces.

DATOS RELEVANTES

- 140 hectáreas de terreno
- 700 kilómetros de tubería, equivalentes a un viaje en línea recta entre Cartagena y Bogotá.
- 45.000 toneladas de acero estructural, de estas 5.000 toneladas son de fabricación nacional. Con esto se podrían construir siete torres Eiffel.
- 3.700 equipos instalados hasta 1.000 toneladas de peso
- 181 mil metros cúbicos de concreto, equivalentes a la construcción de 70 edificios de 18 pisos.
- 16,000 mil pilotes de concreto
- 20.000 toneladas de acero de refuerzo para el concreto
- 4.500 kilómetros de cables, distancia equivalente entre Bogotá y Buenos Aires.
- 2.500.000 pernos para acero
- 65.000 + isométricos de tubería
- 25.000 instrumentos de medición y control de temperatura, de presión y otros
- 132.000 + válvulas

- Planta de generación de energía de 185 megavatios, capaz de generar energía a una ciudad como Cartagena.
- Utilización de una grúa de 2.500 toneladas, por primera vez en Colombia.
- Más de 50 grúas en sitio, superior a la sumatoria de todas las que se encuentran en la región Caribe.
- Se consumen 1.300 bolsas de hielo diariamente de 13 kgs cada una, es decir 17.5 toneladas de hielo diaria.
- 41.400 bolsas de agua se consumen diariamente en el campamento.
- Se proveen más de 12.000 almuerzos diarios para los trabajadores del proyecto
- 280 buses se utilizan diariamente para transportar a los trabajadores.
- 75 millones horas hombre con CERO accidentes con pérdida de tiempo.

PLANTA DE CRUDO

La Refinería de Cartagena adelanta la construcción de una nueva unidad de crudo que tendrá la capacidad de producir materias primas altamente eficientes, que servirán como insumo para las otras plantas de procesos, producir combustibles limpios y de mejor calidad para el país y generar excedentes de exportación de amplia demanda en los mercados internacionales.

El principal objetivo de esta unidad es obtener del petróleo crudo que se carga unos subproductos altamente eficientes, que al mezclarse con otros se derivarán en: GLP (Gas licuado de petróleo), nafta, combustible para aviones tipo jet, kerosene (líquido que se puede utilizar como combustible en los motores a reacción y de turbina de gas), diésel para exportación y gas de venteo.

La planta de crudo será de alto ahorro energético ya que sólo utilizará dos hornos (uno (1) atmosférico-160,000 BPD y otro de vacío), mientras que las plantas convencionales utilizan entre tres y cuatro. Además, contará con una metalurgia especial que permitirá procesar crudos con altos contenidos de ácido y azufre, convirtiéndolos en productos más económicos y eficientes, es decir, combustibles más limpios, disminución de la emisión de gases contaminantes de los vehículos y protección del motor de agentes corrosivos.

En un área total de 106,400 mts² de construcción, la planta de crudo será la más grande del país y contará con una mayor flexibilidad para procesar materias primas de menor costo, lo cual contribuirá de manera significativa en los márgenes de rentabilidad de refinación.

REFICAR SERÁ AUTOSUFICIENTE EN GENERACIÓN DE ENERGÍA

Una vez entre en operación la expansión y modernización de la Refinería de Cartagena, su funcionamiento estará respaldado por un sistema eléctrico autónomo y confiable.

La planta eléctrica de Reficar tendrá una capacidad instalada de 193 megavatios. El sistema de generación tendrá siete transformadores de potencia, siendo tres de ellos, de 50 MVA cada uno y los cuatro restantes de 30 MVA cada uno. La planta consta de tres turbinas de gas Siemens, cada una de las cuales producirá 37,5 megavatios y un consumo de gas de 8.5 millones de pies cúbicos/día cada una.

1-Características generales de la planta (capacidad de generación, número de transformadores, inversión, avance de la obra).

La capacidad instalada de generación es de 193 MW en ciclo combinado, conformada por tres turbinas de gas Siemens de 37.5 MW fabricadas en Suecia y cuatro turbinas de vapor de 20 MW cada una, fabricadas en Brasil, siendo dos de ellas de contrapresión y las otras dos de condensación. Cada turbina de gas tiene asociada una caldera de recuperación de calor (HRSG), fabricadas en Italia que generan 315.000 Lb/hora cada una.

El sistema de generación está concebido para modo isla no dependerá de la red externa y podrá generar todo lo requerido por la refinería aún con una turbina de gas fuera de servicio.

La planta de generación cuenta con un sistema de generación Diesel para casos de emergencia cuya capacidad es de 15 MW.

El sistema de generación tendrá 7 transformadores de potencia, siendo tres de ellos de 50 MVA cada uno y los 4 restantes de 30 MVA cada uno.

Las turbinas de gas podrán trabajar con un combustible alternativo que es Diesel, la operación normal se hará siempre con gas natural. La eficiencia de las turbinas de gas es de 37.5% y la eficiencia combinada con el sistema de recuperación de calor (HRSG) y turbinas de vapor será de cercana al 60 %.

Tener un ciclo combinado de generación tiene como beneficio generar energía eléctrica a partir del uso de los gases de combustión producidos por las turbinas de gas (cogeneración) cuyo temperatura promedio será de 544 C y un flujo de gases de combustión de 131.5 Kg/seg.

La inversión es de US\$400 millones, el avance de la planta de generación es del 90 %.

2-Qué tipo de generación tendrá la planta (gas, carbón, vapores)?

El sistema es de ciclo combinado principalmente por gas natural, con los gases de combustión de las turbinas se podrá generar vapor de tres clases de sistemas de presión: 600 PSIG sobrecalentado, por extracción 150 psig y 50 psig.

3. La planta hará autosuficiente, en materia eléctrica, a la Refinería?

Será autosuficiente, se trabajará en modo isla, significa que por definición inicial del proyecto no trabajará con red externa sincronizada.

4- Si tuviésemos que utilizar la energía que producirá esa planta, para atender la demanda de la ciudad, qué tanta cobertura tendría?

Cartagena tiene una demanda aproximada de 410 MW (Información suministrada por Energía Empresarial de la Costa) quiere decir que la planta de generación de Reficar puede abastecer el 47% de la demanda de Cartagena.

5. ¿Qué tan amigable con el medio ambiente es esa planta?

La planta cuenta con un sistema de control de emisiones NOX en los quemadores de la turbina (DLE- Dry Low Emissions @ 15% Oxígeno seco) que serán inferiores a 15 ppmV con gas natural y 42 ppmV con combustible líquido, el cual cumple con las regulaciones colombianas e internacionales (IFC- International Financial Corporation).

6- ¿Qué Reficar genere su propia energía, en materia de costos, cuánto ahorro le representa eso a la empresa?

Representa un ahorro en energía aproximado de US\$22.4 millones/anuales al no depender de una red externa de interconexión eléctrica.

7- ¿Cuánta será la demanda estimada de energía de Reficar?

130 MW/h

8- Es posible que esa planta pueda en el futuro atender parte de la demanda eléctrica de otras empresas del Grupo Ecopetrol en la ciudad?

El diseño no considera atender otros negocios del Grupo Empresarial Ecopetrol. Solo atenderá las necesidades de la Refinería en expansión y la existente.

9- En materia de seguridad, que atributos tiene una planta como esta de Reficar?

Tiene un diseño con la más reciente tecnología, con redundancia en sus sistemas de control. El monitoreo de variables se hará mediante un sistema de control llamado EMCS (Electrical Monitoring Control System). Permite operar la Refinería completa aún con una turbina fuera de servicio.

10- ¿Qué firma es la responsable del montaje de la planta?

Chicago Bridge & Iron (CB&I) con la asistencia de los vendedores de las máquinas en este caso Siemens (turbinas de gas y vapor) y MACCHI (recuperadoras de calor- HRSG)

11- Una vez en operación, cuánto personal requerirá la planta para su funcionamiento?

La operación está concebida para operación central es decir desde el Centro de Control Central de la Refinería (COR), al menos serán requeridas 14 personas para realizar el control de la operación (3 técnicos de consola en cada turno + 2 por reemplazos)

