

Revamp de Topping D asociado al futuro cambio de crudos

Ing. Mariel Fernández

Ing. Bárbara Chantiri

Ing. Julian Filace

YPF S.A.; Complejo Industrial La Plata.

mariel.fernandez@ypf.com

barbara.chantiri@ypf.com

julian.filace@ypf.com

Sinopsis

Los hidrocarburos no convencionales producirán un gran cambio en la Argentina, ya que cuenta con enormes recursos técnicamente recuperables. Los recursos potenciales no convencionales de gas alcanzan los 802 billones de pies cúbicos** (TCF medida americana), ubicando a nuestro país como la segunda potencia, detrás de China y los recursos de petróleo no convencionales tienen un potencial de 27 Bbbls**, cifra que coloca a la Argentina como cuarta a nivel mundial.

La formación Vaca Muerta se encuentra en la Cuenca Neuquina, presentando una superficie de 30 mil km², de los cuales YPF posee la concesión de 12.450 km². Si se logran extraer estos recursos de crudo se deberán adaptar las refinerías para un óptimo procesamiento por las características que este producto no convencional presenta: alto contenido de fracciones livianas y parafinas y bajo rendimiento de cortes pesados.

En CILP, se ha comenzado a desarrollar la Ingeniería Básica extendida para revampear una de sus Unidades de Topping que habitualmente procesa crudo Medanita, para recibir una mezcla de shale oil con NRN (Neuquén Rio Negro) tradicional.

El proyecto propone eliminar los cuellos de botella de la Unidad de Topping D para procesar una carga compuesta de 68%Shale Oil + 32% NRN, manteniendo constante la carga de diseño del horno de esta Unidad. Esto implica incorporar una preflash y desnaftadora, modificar el tren de precalentamiento de carga a la Unidad, adaptar el desalado incorporando un sistema de doble etapa con dos equipos bieléctricos operando en serie para reducir el elevado contenido de sales y sólidos que presenta. También se instalará un nuevo compresor de mayor capacidad para adecuar el manejo de gases.

El objetivo es adaptar la Refinería para el procesamiento de crudos no convencionales realizando las reformas necesarias en sus Unidades de Destilación primaria con miras a incrementar sus rendimientos ampliando su capacidad.

** Fuente: U.S. Energy Information Administration (DOE) / Advanced Resources International (ARI), 2013

*El informe no incluye los países de Medio Oriente y el Caspio

Introducción

Ante la creciente disponibilidad de crudo liviano (Shale oil), se planteó la necesidad en CILP (Complejo Industrial La Plata) de adaptar una de sus unidades de Topping para su procesamiento sin afectar su capacidad actual e incluso con miras a ampliarla.

La Unidad de Topping D procesa normalmente crudo proveniente de la cuenca neuquina (34-36 API), con un rendimiento en destilados de 60-62% conformado por nafta liviana, nafta pesada, kerosene, GOL(gas oil liviano), y GOP (gas oil pesado). Como producto de fondo, el crudo reducido es enviado como carga a las Unidades de Vacío continuando con la obtención de productos de mayor valor agregado.

Para facilitar la definición del alcance de las reformas que se requieren en este proyecto se presenta un breve resumen de los principales equipos que constituyen actualmente la Unidad y su distribución:

1-Tren precalentamiento de carga: constituido por 7 equipos de intercambio (15 corazas):

Equipo	Servicio	Nº envolventes
EA-1801	Crudo/Crudo reducido	4
EA-1802	Crudo /GOL	1
EA-1803	Crudo/ GO circulante	1
EA-1804	Crudo/ GO circulante	1
EA-1805	Crudo/ GO circulante	1
EA-1806	Crudo/GOP	1
EA-1807	Crudo/Crudo Reducido	6

Tabla 1. Tren de intercambio

2- Desalador FA-1801: Ubicado entre los equipos EA-1804 y EA-1805, tipo cielectric de una sola etapa.

3- Horno BA-1801: tipo caja, dos hemi hogares, que opera con 46 quemadores duales (Fuel Oil/Fuel gas) adecuando la carga a una temperatura de línea de 375° C para su fraccionamiento.

4- Columna fraccionadora DA-1801: opera con dos circulantes, uno de tope con nafta de reflujo, proveniente del acumulador FA-1802, previa condensación en los aeroenfriadores EC1808 y otro de GO Circulante ubicado entre las extracciones de kerosene y GOL. Este último fluido, además de intercambiar con la carga (EA-1803/4/5) para lograr el enfriamiento adecuado, circula por el equipo EA-1811, reboiler de la columna estabilizadora DA-1807. Por tope se obtiene nafta liviana, y por fondo crudo reducido. Posee 4 extracciones laterales enviando sus productos a los strippers.

5- Strippers de Nafta Pesada, Kerosene, GOL, GOP: permiten corregir la primera gota del corte adecuando su rango de destilación y despojándolos de compuestos volátiles.

6- Torre estabilizadora DA-1807: procesa nafta liviana proveniente de la cabeza de la torre fraccionadora. Por tope se obtienen gases a enviar a Gas Con de Cracking Catalítico y LPG (gas licuado), por fondo nafta estabilizada apta para almacenaje.

Ante la creciente disponibilidad de crudo liviano (Shale oil), se planteó la necesidad en CILP (Complejo Industrial La Plata) de adaptar la Unidad de Topping D para procesarlo sin afectar la

capacidad actual de la planta e incluso con miras a ampliarla. Este proyecto plantea como objetivo alcanzar una flexibilidad operativa para poder procesar diferentes tipos de crudos de forma estable y segura, minimizando la cantidad de cambios.

| Se enuncian a continuación las modificaciones que se necesitan para lograrlo:

- Tren de precalentamiento de carga: nueva configuración de la red integrándola para obtener un mayor aprovechamiento energético acorde a los nuevos tipos de carga.
- Desalación de crudo: sistema integrado por dos unidades tipo bieletric para operar en serie.
- Incorporación de un separador preflash y una Columna desnaftadora.
- Estabilización de nafta: adaptación de sistema de condensación y reboiler a los nuevos caudales procesados:
- Nuevo sistema de compresión de gases acorde al incremento de caudal obtenido.

Desarrollo

El proyecto contempla en las bases de diseño el procesamiento de crudos de diferentes características planteando dos casos extremos con un crudo liviano conformado por una mezcla de 68% Shale Oil + 32% NRN (42,9 API) y un crudo pesado MN (Mezcla Nacional)(26-28API). Como premisa se mantiene constante el caudal de carga al horno, requiriendo de una integración energética con los productos obtenidos y de un desnaftado previo a su alimentación. También se estudió un caso de verificación procesando una carga con un contenido inferior de livianos: 30% Shale Oil + 70% NRN.

En cuadro adjunto se observan los rendimientos volumétricos alcanzados de los casos diseño y verificación. Obteniéndose desde 72,7% de destilados totales (caso liviano) a 39,5%(caso pesado).

Producto	Rendimientos productos (% Volumen)		
	Caso diseño liviano: 68% Shale - 32%NRN	Caso verificación: 30% Shale - 70% NRN	Caso diseño pesado: Mezcla Nacional
LPG	0.8%	0.6%	0.2%
Nafta liviana estabilizada	20.9%	19.0%	4.6%
Nafta pesada	11.6%	9.1%	6.2%
Kerosene	10.3%	8.4%	5.4%
G.O.L	25.7%	23.5%	19.4%
G.O.P	0.9%	0.9%	0.6%
Crudo reducido	27.3%	35.9%	60.5%

Tabla 2. Rendimientos volumétricos estimados

Descripción de las reformas:

▪ Tren precalentamiento de carga primer circuito hasta el desalador :

El crudo es succionado desde límite de batería por bomba J-1801 M/AM, y enviado a través de dos ramas en paralelo, la existente (EA-1801 A-D, New EA-1802 y EA-1803) y una nueva rama de equipos EA-1840, EA-1841, EA-1842 A/B hasta alcanzar 130-140°C acorde al caso de diseño que se está procesando, alcanzando la temperatura óptima para ingresar al sistema de desalado.

Se adjunta tabla resumen donde se indican en color los nuevos equipos

TREN DE INTERCAMBIO - Primer etapa de calentamiento					
Equipo	Caso Liviano			Caso Pesado	
		Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
EA-1825	Crudo/Vapor	x		x	
J-1801 A/B	Bomba Carga	x		x	
<i>Rama existente</i>					
EA-1801A/D	Crudo/Cr.Reduc	x		x	
EA-1802N	Crudo/GOL	x		x	
EA-1803	Crudo/Ref. Circ	x		x	
<i>Rama nueva</i>					
EA-1840	Crudo/GOL	x		x	
EA-1841	Crudo/Kero	x		x	
EA-1842A/B	Crudo/Ref. Circ	x		x	

Nota: Las filas sombreadas indican equipos nuevos o reemplazo de existentes.

Tabla 3. Tren de intercambio, primera etapa

▪ Sistema de desalado en dos etapas operando en serie

Una vez alcanzada la temperatura adecuada el crudo ingresa al sistema de desalado donde se remueven parte de las sales y agua que contiene. En esta sección se modifica el equipo existente FA-1801 cambiando sus internos y se agrega un nuevo desalador FA-1801A ambos tecnología tipo Bielelectric (distribución del crudo +agua de lavado en forma tangencial entre dos campos eléctricos conformados por tres parrillas, incrementando el tiempo de residencia de la fase acuosa en el equipo), con una configuración en serie y contracorriente para el crudo y el agua inyectada. El crudo caliente se mezcla con el efluente del desalador existente FA-1801 (2da etapa) e ingresa en la primera etapa (FA-1801A), previo paso por la válvula mezcladora ubicada aguas arriba del mismo. El crudo desalado sale por la parte superior del equipo FA-1801A, y se mezcla con el agua fresca de lavado, ingresando al desalador existente FA-1801.

El crudo desalado es succionado por la bomba J-1802 y enviado al segundo circuito de calentamiento. El efluente de la primer etapa, luego de intercambiar con el agua de lavado fresca en los equipos EA-1813 A/B/C, se enfría en el equipo EA-1856 para incorporar a las unidades de tratamiento de efluentes.

Para el manejo del efluente se instalan nuevas bombas (J-1860A/B y J-1861A/B), las cuales a la vez se utilizarán para los nuevos circuitos de lavado de barros y recirculación.

En operación normal, el agua fresca se inyecta aguas arriba de la válvula mezcladora del desalador existente FA-1801 (PDV-1801), su efluente se envía bajo control de caudal con las nuevas bombas J-1861 A/B a la entrada de crudo del nuevo desalador FA-1801A, aguas arriba de la válvula mezcladora (PDV-18130).

Finalmente, ambos desaladores cuentan con un sistema de lavado de barros independiente que utilizan las nuevas bombas de agua efluente (J-1860A/B y J-1861A/B para los desaladores FA-1801A y FA-1801, respectivamente).

A continuación se muestra un resumen de los equipos involucrados en esta etapa tanto para el caso liviano como pesado

Equipo		DESALACIÓN			
		Caso Liviano		Caso Pesado	
		Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
FA-1801A	Desalador 1ª Etapa	x		x	
FA-1801	Desalador 2ª Etapa	x		x	
J-1861A/B	Agua Efluente 1ª Etapa	x		x	
J-1860A/B	Agua Efluente 2ª Etapa	x		x	
EA-1813N A/B/C	Agua/Agua Efluente	x		x	
EA-1856	Agua/Agua Enfr.	x		x	

Nota: Las filas sombreadas indican equipos nuevos o reemplazo de existentes.

Tabla 4. Desalación

▪ Tren precalentamiento de carga 2do circuito

Una vez que las sales fueron removidas, el crudo es bombeado a través de las bombas J-1802M/ J-1801S hacia la segunda etapa de calentamiento del tren de intercambio conformada también por dos circuitos en paralelo. La rama existente se compone de los equipos EA-1804, EA-1805 y EA-1847, mientras que la rama nueva consta de los equipos EA-1845A/B. Luego, la totalidad del crudo circula por el intercambiador EA-1846 alcanzando una temperatura aproximada de 200 ingresando en el separador y la columna preflash DA-1830/1831. Es así como el adecuado desnaftado del crudo (66% aproximadamente) evita la vaporización en los equipos ubicados antes del horno aliviando su carga térmica

A continuación se muestra un resumen de los equipos involucrados en esta etapa:

Equipo		TREN DE INTERCAMBIO - Segunda etapa de calentamiento			
		Caso Liviano		Caso Pesado	
		Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
J-1802 A/B	Bomba Booster Crudo	X		x	
Rama existente					
EA-1804	Crudo/Ref. Circ	X		x	
EA-1805	Crudo/Ref. Circ	X		x	
EA-1847	Crudo/Ref. Circ	X		x	
Rama nueva					
EA-1845	Crudo/GOL	X		x	
EA-1846	Crudo/GOL	X		x	

Nota: Las filas sombreadas indican equipos nuevos o reemplazo de existentes.

Tabla 5. Tren de intercambio, segunda etapa

▪ Sistema Preflash

Se utiliza en su totalidad durante la operación con crudo liviano, y se by pasea, en parte, cuando se procesa crudo pesado.

Al salir del EA-1846, se reduce la presión hasta alcanzar la condición de operación de la columna preflash DA-1830 (2kg/cm²g). La corriente parcialmente vaporizada ingresa en el separador preflash FA-1831. El mismo cuenta con un diseño que permite una adecuada separación de fases y con internos previstos para romper la probable formación de espuma.

El crudo desnaftado que se separa en el FA-1831 es bombeado a través de las J-1831A/B y enviado al horno BA-1801 previo paso por los intercambiadores nuevos: EA-1848A/B/C, y por los existentes: EA-1806 y EA1807A/B/C/D/E/F.

La fase vapor separada en el FA-1831 se compone en su mayor parte de nafta liviana y otros hidrocarburos más pesados, por lo que ingresa a la torre DA-1830 para su fraccionamiento. El sistema de cabeza de esta columna está conformado por los aerocondensadores EC-1830, los enfriadores EA-1831A/B y el acumulador/separador de reflujo trifásico FA-1830. En este último se separa una corriente de gases incondensables, un corte de nafta liviana y una fase acuosa.

La fase gaseosa es enviada al compresor JC-1802N de la unidad. La nafta liviana es refluja en parte bajo control de caudal con bomba J-1832A/B y el resto fluye a la columna estabilizadora DA-1807 con las bombas J-1833A/B.

La fase acuosa separada en la bota del acumulador FA-1830 se envía al tanque de agua y se inyecta como agua de lavado al desalador junto con las botas de los acumuladores de tope de la columna fraccionadora.

El líquido de fondo de la columna DA-1830 es impulsado por las bombas J-1830A/B y circula a través de la válvula de control LV-18106 que regula el nivel de fondo de esa columna, y se mezcla con la corriente de crudo desnaftado a la descarga de las bombas J-1831A/B.

Durante la operación con crudo pesado que presenta bajo rendimiento de nafta, la columna preflash y su sistema de tope quedarán fuera de servicio, manteniéndose operativo el separador preflash. El mismo operará a una presión levemente mayor que en el caso liviano para minimizar la vaporización. La fase vapor es enviada a la zona flash de la torre DA-1801.

Resumen de los equipos involucrados en esta etapa tanto para el caso liviano y pesado.

SISTEMA PREFLASH				
Equipo	Caso Liviano		Caso Pesado	
	Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
FA-1831	x		x	
J-1831A/B	x		x	
DA-1830	x			x
EC-1830	x			x
EA-1831 A/B	x			x
FA-1830	x			x
J-1832A/B	x			x
J-1833A/B	x			x
J-1830A/B	x			x
EA-1848A/B/C		x	x	
EA-1806	x		x	
EA-1807	x		x	

Tabla 6. Sistema preflash

▪ **Modificaciones en columna fraccionadora y sus periféricos**

El crudo desnaftado vaporiza parcialmente luego de su paso por el horno BA-1801, e ingresa en la columna fraccionadora DA-1801. La torre presenta un pump around de GO Circulante entre las extracciones de kerosene y GOL integrado con el precalentamiento de crudo, al que se incorporan los intercambiadores EA-1847, y luego se divide en dos ramas: una con los nuevos equipos EA-1842 A/B y la otra con los EA-1805, EA-1804 y EA-1803 existentes.

A continuación se muestra un resumen de los equipos involucrados en esta etapa

CIRCUITO DE RECIRCULACIÓN				
Equipo	Caso Liviano		Caso Pesado	
	Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
J-1809M/T	x		x	
EA-1847	x		x (1)	
EA-1805	x		x (2)	
EA-1804	x		x (2)	
EA-1803	x		x	
EA-1842A/B	x		x	

(1) Equipos bypassados en un 60%

(1) Equipos bypassados en un 55%

Tabla 7. Circuito de recirculación

No se presentan cambios en el circuito de cabeza y ni en la extracción de nafta pesada.

El circuito de kerosene, se integra energéticamente incorporando el equipo EA-1841 (precalienta crudo) en la descarga de las bombas J-1805M/AM, previo al aerofriador EC-1816.

En el circuito de GOL se incorpora la bomba J-1840A/B para el envío de GOL húmedo desde el stripper DA-1803 al sistema de secado pasando por los intercambiadores EA-1845A/B y EA-1846 que precalientan el crudo y también por los EA-1802 y EA-1820. Estos últimos se reemplazan para adecuarlos a la nueva presión máxima desarrollada por la bomba J-1840A/B.

Una vez secado el GOL en el stripper DA-1804, es bombeado mediante las J-1806M/AM, pasando por un circuito de enfriamiento antes de ser enviado a tanques. En el mismo se incorpora el intercambiador EA-1840 aguas arriba del aerofriador EC-1815, que precalienta el crudo y un nuevo enfriador con agua EA-1858A/B en paralelo a los existentes EC-1815 y EA-1824 adecuando la corriente a condiciones de límite de batería.

Cabe destacar que en el caso de operar con una carga de crudo pesado, el EA-1858A/B quedará fuera de servicio debido a que se reduce el rendimiento de GOL durante este caso.

A continuación se muestra un resumen de los equipos involucrados en esta etapa tanto para el caso liviano como para el pesado.

CIRCUITO GOL				
Equipo	Caso Liviano		Caso Pesado	
	Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
J-1840A/B	x		x	
EA-1846	x (2)		x (1)	
EA-1845	x (2)		x (1)	
EA-1802N	x		x	
EA-1820N	x		x	
GOL luego de atravesar sistema de secado (DA-1804)				
J-1806M/AM	x		x	
EA-1840	x		x	
EC-1815	x		x	
EA-1824	x		x	
EA-1858A/B	x			x

(1) Equipos bypassados en un 50%

(2) Equipos bypassados en un 5%

Tabla 8. Circuito GOL

En el circuito de fondo también se agregan los equipos EA-1848A/B para enfriar el crudo reducido aguas abajo de los EA-1807A-F, de esta manera se logran temperaturas de ingreso a los enfriadores con agua ligeramente inferiores a los 200 °C, evitando así el incrustamiento y ensuciamiento prematuro de los mismos. Dicho intercambiador opera sólo en el caso de diseño pesado debido al mayor rendimiento de crudo reducido durante esta operación.

Luego el fondo continúa por el circuito existente, intercambiando con la carga en los EA-1801A/B/C/D y enfriándose en los EA-1818A/B, adecuando su temperatura para el envío a unidades de vacío. Para cumplir con las condiciones de límite de batería cuando se destina a

almacenaje se incorpora el equipo EA-1857A/B. Este último quedará fuera de servicio durante la operación con crudo liviano.

A continuación se muestra un resumen de los equipos involucrados en esta etapa para el caso liviano y pesado.

CIRCUITO DE CRUDO REDUCIDO				
Equipo	Caso Liviano		Caso Pesado	
	Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
J-1810M/T	x		x	
EA-1807A/F	x		x	
EA-1848 A/B		x	x	
EA-1801A/D	x		x	
EA-1818 A/B	x		x	
EA-1857 A/B		x	x	

Tabla 9. Circuito de crudo reducido

▪ Zona de Estabilización

La nafta liviana del tope de la columna preflash y la que proviene del tope de la torre fraccionadora, se envían a la zona de estabilización para ser debutanizadas. Debido a que la producción total supera la capacidad de diseño de la columna estabilizadora DA-1807 se amplían sus periféricos y además parte de la nafta se by pasea enviándola aguas abajo del enfriador EA-1819 bajo control de caudal.

La nafta que alimenta a la columna DA-1807 se precalienta con la corriente de fondo de la columna en el intercambiador New EA-1812N A/B (de mayor área de transferencia y menor pérdida de carga) a una temperatura de 105°C aproximadamente.

La columna estabilizadora cuenta con un nuevo reboiler tipo termosifón horizontal EA-1811N que utiliza, a diferencia del equipo existente, vapor de media presión como fluido calefactor.

El vapor de tope de la columna estabilizadora se condensa utilizando los enfriadores existentes EA-1810A/B y ampliando su capacidad con el nuevo enfriador EA-1827. La corriente parcialmente condensada ingresa en el acumulador de cabeza FA-1804.

El gas no condensado que sale de dicho separador es enviado junto con la descarga del compresor de gases JC-1802N a la Unidad de Cracking Catalítico mientras que el líquido LPG, es enviado a almacenaje.

La nafta estabilizada que se obtiene del fondo de la columna DA-1807 se enfría precalentando la alimentación a la misma en el intercambiador EA-1812NA/B, y en el enfriador con agua EA-1819. Luego esta corriente se mezcla con la nafta by paseada proveniente de la columna fraccionadora, y se envía a los tratadores con soda. Aguas abajo del tratamiento, la nafta se enfría en el nuevo EA-1828 y es bombeada a tanques utilizando las J-1820A/B.

A continuación se muestra un resumen de los equipos involucrados en esta etapa para el caso liviano y pesado.

ESTABILIZACIÓN				
Equipo	Caso Liviano		Caso Pesado	
	Operativo	Fuera de Servicio	Operativo	Fuera de Servicio
EA-1812NA/B	x		x	
DA-1807	x		x	
EA-1810	x		x	
EA-1827	x		x	
FA-1804	x		x	
J-1817	x		x	
J-1812	x		x	
J-1821		x		x
EA-1821	x		x	
EA-1811N	x		x	
EA-1819	x		x	
EA-1828	x			x
J-1820	x		x	

Tabla 10. Estabilización

▪ **Nuevo compresor**

El compresor actual se cambia por el nuevo compresor JC-1802N dado que en caso liviano se triplica la cantidad de gases a procesar. El mismo toma los gases de tope de la columna fraccionadora DA-1801, de la columna pre-flash DA-1830 y los provenientes del tope de la columna de destilación de la unidad de Topping IV. El nuevo compresor es de tipo anillo líquido, con recirculación de líquido de sello para minimizar efluentes, y paquetizado por el proveedor.

A continuación se presenta un esquema simplificado de la unidad con sus modificaciones principales circunscriptas en rectángulo rojo:

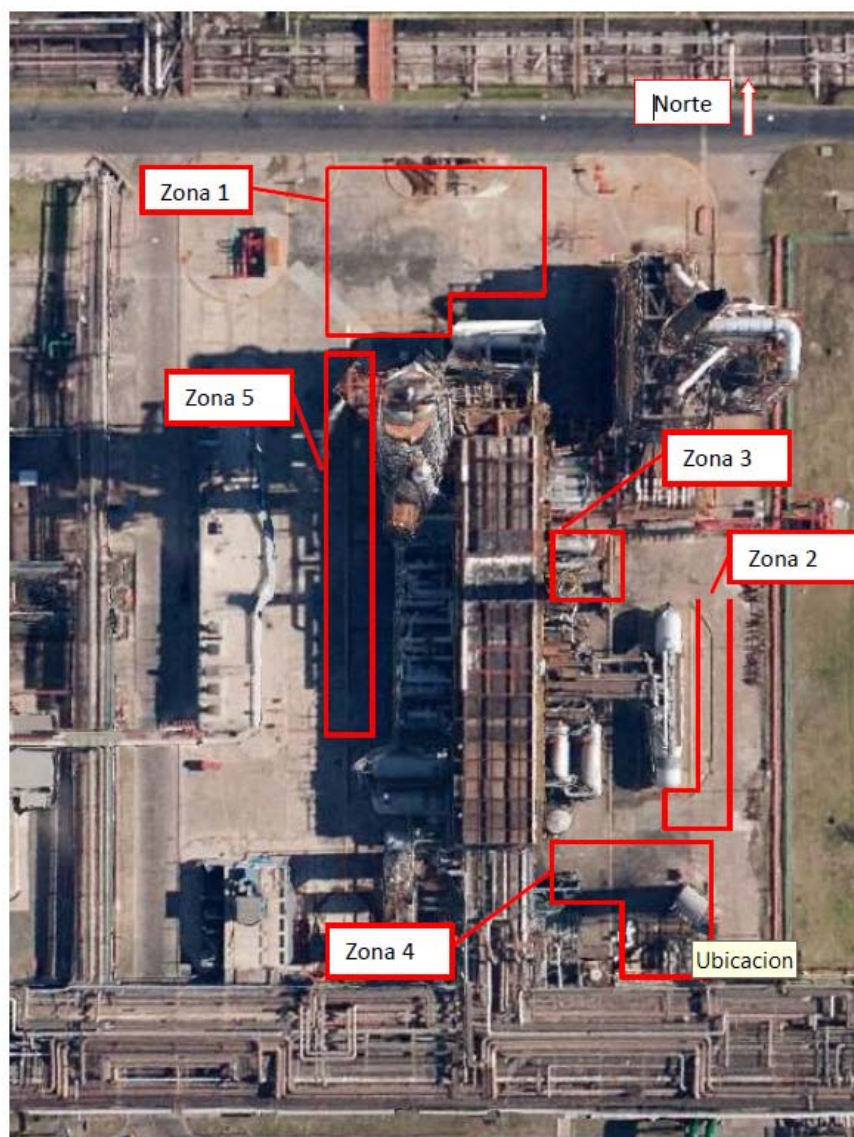


Figura 2. Vista aérea de las áreas de trabajo

Conclusiones

- Con este proyecto se logra flexibilizar el procesamiento de la Unidad de Topping D de CILP, pudiendo procesar crudo no convencional con una proporción de 68% de Shale Oil +32% de crudo NRN, ampliando su capacidad en un 20%.
- Se mantiene el procesamiento actual de crudo MN, utilizando casi toda la nueva instalación de manera de evitar maniobras que impliquen barrido de equipos de intercambio con GOL para pasar del caso liviano a pesado y viceversa.
- Se plantea un sistema de desalado de dos etapas previendo mayor cantidad de sales y sólidos por las características del Shale Oil.
- Se incorpora un sistema preflash desnaftando el crudo, para mantener la carga térmica del horno que no presenta modificaciones.
- Se adecua el precalentamiento de carga realizando una integración energética con los productos livianos: Kerosene, GOL, GO Circulante.
- Se incorpora un compresor de mayor capacidad para tratamiento de gases de la preflash y de la columna principal.

CV

Mariel Fernández. Ing. Química Facultad Tecnológica Nacional Rosario
YPF S.A. desde 1981 a la fecha
Cargo Ing. de Procesos Topping/Vacio

Barbara Chantiri. Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería de la U.N.L.P.
Dibutec S.A. año 2006 a 2011
YPF S.A. 2011 a la fecha.
Cargo Ing. de procesos de FCCA Y AMINAS

Julián Filace Ingeniero Químico
Invensys Argentina, 2007 – 2008
YPF SA, 2009 al presente.
Cargo Ing. de Procesos Topping/Vacio