

Optimización energética en la Unidad de Topping

Por Silvia N. Toccaceli (CTA) y Daniel C. Piacentini (Refinería Plaza Huincul) de YPF S.A.

La Refinería Plaza Huincul fue diseñada para procesar 3950 m³/d de un crudo mezcla de 34°API. El paso del tiempo trajo aparejada la disminución de la disponibilidad de esa mezcla de crudos y conjuntamente la necesidad de procesar mezclas mucho más livianas, por lo que se recurrió a modificaciones en la faz operativa y en las instalaciones existentes. En correspondencia con esta línea de actividad, se decide el análisis, reingeniería y ejecución del proyecto de optimización energética de la unidad de Topping. El presente trabajo, publicado en el Boletín de Informaciones Petroleras (BIP) de YPF (Junio 1997), muestra el estudio realizado que permite un 33% de ahorro de combustible.

Silvia Toccaceli es Ingeniera de Proceso especializada en transferencia de calor del Centro de Tecnología Aplicada de YPF. Participó durante trece años en dicha empresa en desarrollos de ingenierías básicas de plantas petroleras y petroquímicas, brindando además asistencia técnica a todas las Refinerías de YPF. También se desempeñó como auxiliar docente en la Universidad Nacional de La Plata. Es Ingeniera Química, egresada de la Universidad Nacional de La Plata, y posee un postgrado en Industrialización de Petróleo de la Universidad de Buenos Aires.

Daniel C. Piacentini es Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Nacional de Cuyo en 1980. Se especializó en Industrialización de Hidrocarburos en la Universidad de Buenos Aires en 1983. Desde 1984, se desempeña como Ingeniero de Procesos en Refinería Plaza Huincul de YPF S.A.



Silvia Toccaceli

El estudio de la operación actual y de su comparación con el diseño original de la unidad, permitieron identificar dos problemas básicos a solucionar:

- 1- Vaporización excesiva en el horno de carga
- 2- Baja temperatura de recuperación

El primer aspecto se corrigió con la modificación del preflash existente, V-101, transformándolo en una columna desnaftadora (con relleños estructurados) que separa nafta, gasolina y gases que no pasarán de esta manera por el horno, aliviando la operación de éste.

Para solucionar el segundo problema de la baja temperatura de recuperación, se realizó un estudio energético basado en la técnica internacionalmente difundida por Linthoff-March, conoci-



Daniel C. Piacentini

da como *Análisis Pinch*.

Tomada la decisión por parte de la Refinería de Plaza Huincul (RRPH) de realizar un estudio de estas características, se pensó en un modelo de trabajo, dividido en etapas, que debía apoyarse en:

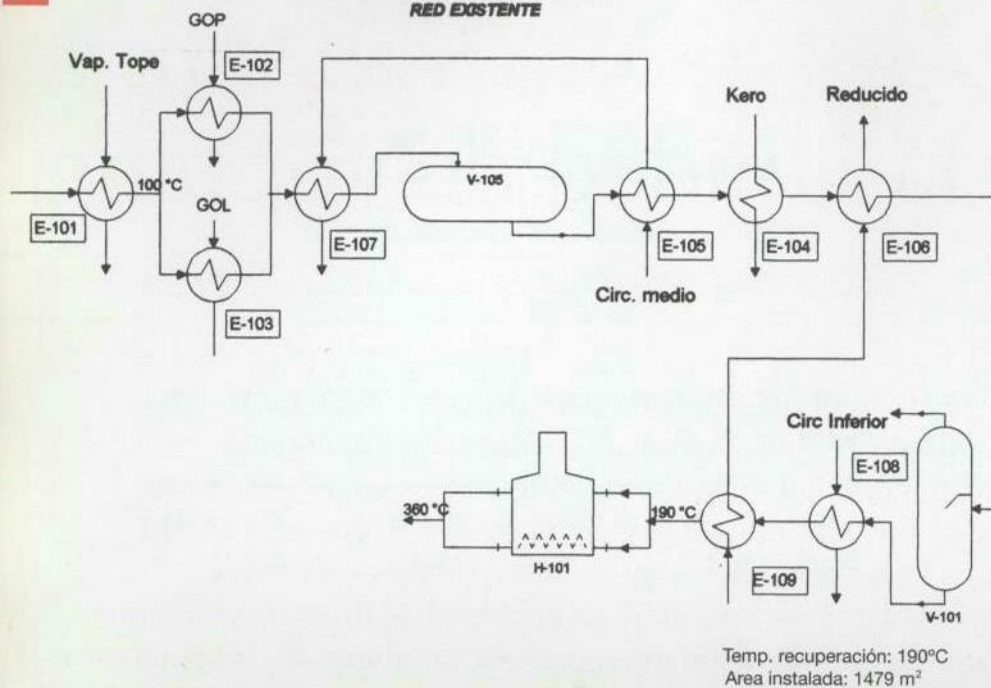
- La capacidad y experiencia del personal de RRPH en el manejo de la

Unidad.

- La capacidad y experiencia del personal del Centro de Tecnología Aplicada (CTA) en el manejo de la técnica a utilizar. Durante casi 3 años, el CTA colaboró con la firma Linthoff-March en la realización de Estudios de Ahorro Energético en las Refinerías de La Plata y Luján de Cuyo, adquiriendo de esta manera la técnica y la experiencia necesarias para el desarrollo de trabajos de envergadura. Esta experiencia se completó con cursos realizados en el país y en la casa matriz de esta firma, en Inglaterra.

F.1

TOPPING REFINERIA PLAZA HUINCUL RED EXISTENTE



• La posibilidad de contar con *software* de simulación de procesos de primer nivel mundial y una gran experiencia en su uso.

El estudio realizado

1ª etapa: Análisis de la condición actual de trabajo

La primera etapa del trabajo demandó la realización de un *test run* de la Unidad y la simulación rigurosa del tren de intercambio en condiciones de operación reales. La figura 1 muestra la configuración actual del tren de intercambio.

El resultado del estudio indicó que la temperatura de recuperación del tren de intercambio que ingresó al horno de carga era de 190°C, y que el calor necesario para alcanzar la tem-

peratura de línea de transferencia deseada (ingreso a la columna T-101) era de 13.3 MMKcal/h.

Con los resultados de las simulaciones realizadas se calcularon las resistencias de ensuciamiento reales de los intercambiadores.

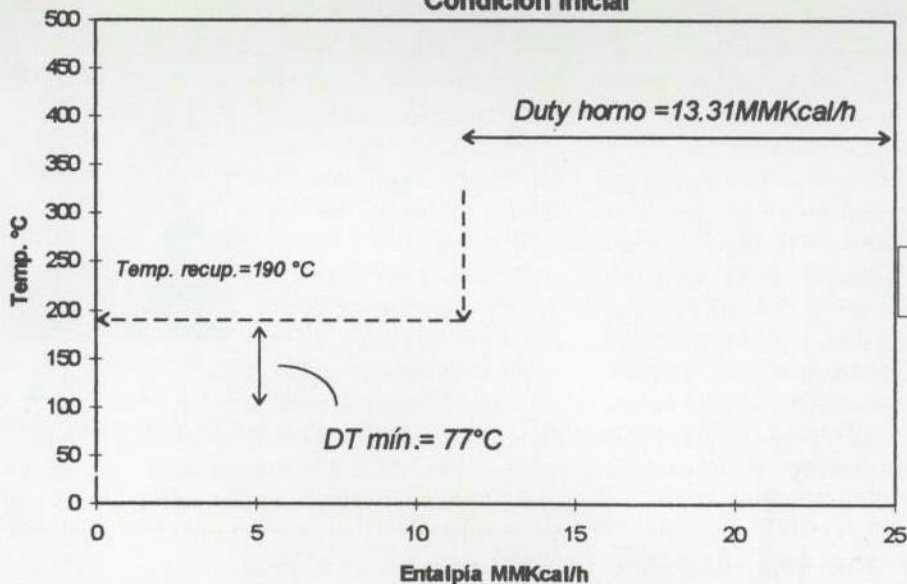
2ª etapa: Construcción del diagrama de CURVAS COMPUESTAS

A partir de los datos obtenidos de las corridas de simulación, se construyó el diagrama de "Curvas Compuestas" (figura 2) para las condiciones de *test run*.

Este gráfico es una de las principales herramientas del *Análisis Pinch* y muestra todas las cargas calóricas disponi-

F.2

CURVA COMPUESTA Condición inicial



Corrientes calientes: nafta
kerosene
GOL
GOP
crudo reducido
circulante superior
circulante inferior

Corrientes frías: crudo carga
crudo fondo Preflash

bles de las corrientes calientes (curva superior del gráfico, T_{hot}) y las cargas calóricas requeridas por las corrientes frías (curva inferior del gráfico, T_{cold}) de todo el proceso.

La diferencia de entalpía entre la parte superior de la curva compuesta caliente y la parte superior de la curva compuesta fría, representa el calor requerido en el horno y se corresponde con una temperatura de recuperación del crudo de 190°C .

Se observa además que la diferencia de temperatura mínima ($Dt_{\min.}$) entre las curvas compuestas frías y calientes es de 77°C .

Del análisis del diagrama y con el uso de software específico, se determinó que para cumplir con un Dt mínimo de 77°C y un duty en el horno de 13.3MMKcal/h , son necesarios 600 m^2 de área de transferencia total en la red.

Comparando esta área necesaria calculada con la realmente instalada (1479 m^2), se observa la baja eficiencia del tren de precalentamiento. De aquí surge la necesidad de optimizarlo.

3ª etapa: Cálculo del Dt mínimo para el área de intercambio existente

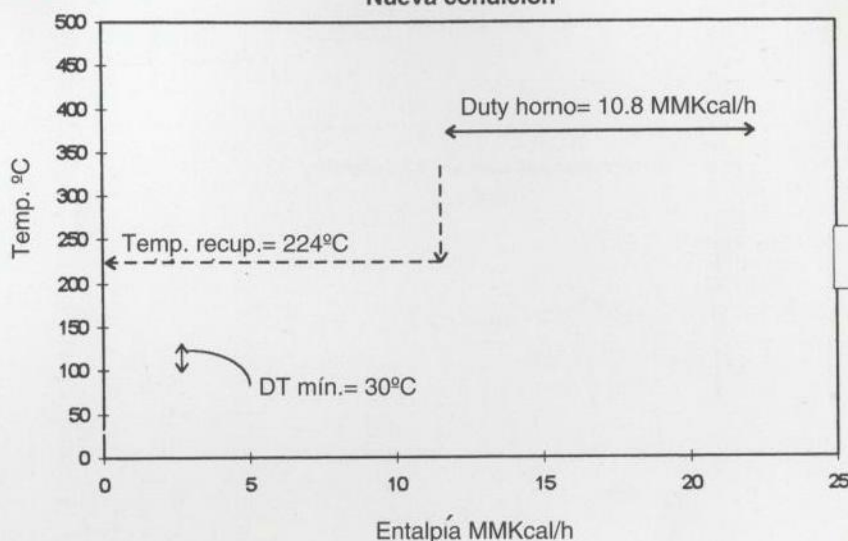
En esta etapa, aplicando la técnica de *Análisis Pinch* se trata de reducir la demanda de calor, con lo cual se debe aumentar la recuperación de calor entre las corrientes calientes y las frías.

Esto se representa en las curvas compuestas, moviendo la curva compuesta caliente horizontalmente hacia la derecha, reduciendo la diferencia de entalpía, pero reduciendo también la fuerza impulsora de temperatura entre las corrientes frías y calientes, con el consiguiente aumento de área requerida.

Para realizar esta tarea, es necesario el uso de la subrutina "Targeting" del programa de simulación "Hex-

F.3

CURVA COMPUESTA Nueva condición



tran", en que se fija el Dt mínimo y el coeficiente de transferencia promedio ($U=150\text{ Kcal/h }^{\circ}\text{C m}^2$) para toda la red, dando como resultado el área de transferencia necesaria total.

El mecanismo utilizado requiere que la disminución del Dt mínimo vaya acompañada de un incremento en el área requerida. Por lo tanto, se fue disminuyendo el $Dt_{\min.}$ desde los 77°C iniciales (600 m^2 de área necesaria total) hasta el valor de $Dt_{\min.}$ que requiera un área total similar a la instalada (1479 m^2).

El resultado indica que para un Dt mínimo de 30°C , el área requerida es de 1479 m^2 , obteniéndose un aumento en la temperatura de recuperación de crudo de 34°C y una disminución del consumo en el horno, hasta un valor de 10.8 MMKcal/h .

Esto representa un 22% de ahorro de combustible. La figura 3 muestra los resultados de esta etapa.

4ª etapa: Optimización de la red de intercambio

Ya fijado un $Dt_{\min.}$ de 30°C , se utilizaron las técnicas de diseño de *Análisis Pinch* para identificar la ubi-

cación óptima de los intercambiadores en la red, de manera de hacer un mejor uso del área existente.

Mediante la utilización de la subrutina "Síntesis" del simulador "Hex-tran", se optimizó el tren de intercambio, obteniéndose el esquema que se muestra en la figura 4, donde la temperatura de recuperación del crudo fue de 224°C y el calor absorbido por el horno, de 10.8 MMKcal/h .

Debe aclararse que, en esta instancia del estudio, el simulador trabajó con un mismo coeficiente de transferencia global de $150\text{ Kcal/h m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para todos los intercambiadores de la red.

5ª etapa: Modelo riguroso de simulación

Con la geometría de cada uno de los equipos, se simuló rigurosamente la nueva configuración obtenida en la etapa anterior.

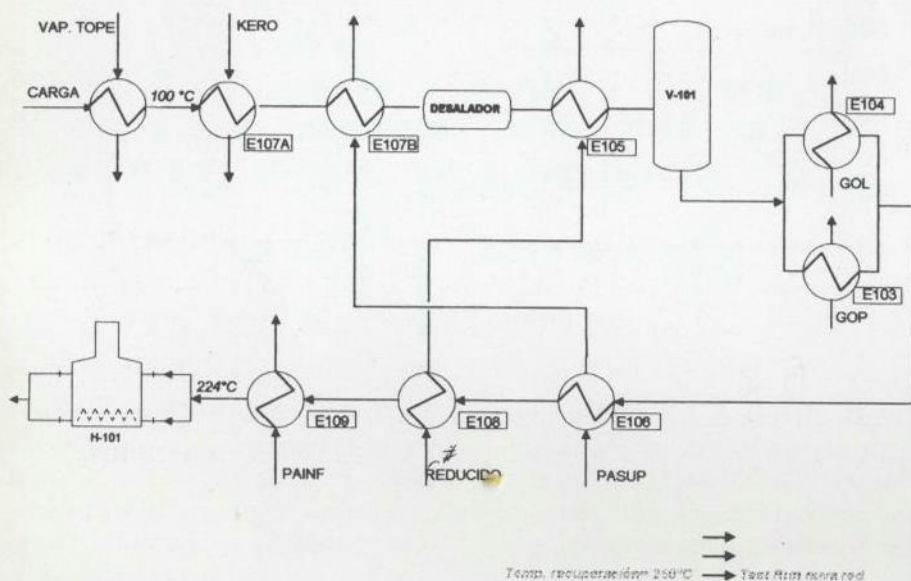
Aplicando las resistencias de ensuciamiento obtenidas de la condición *test run*, se corrigió el coeficiente global de transferencia de cada equipo y se modificó el mapa de temperaturas de la red.

La temperatura de recuperación al-

F.4

TOPPING REFINERIA PLAZA HUINCUL

NUEVA RED



Conclusiones

Del estudio realizado se concluyó que la nueva red optimizada podía configurarse reutilizando los equipos existentes y sin área adicional, siendo la única inversión por realizar el reconexión de la red.

La temperatura de recuperación de crudo (entrada al horno) se incrementó en 60°C (de 190°C a 250°C), correspondiendo a un 33% de ahorro de combustible (aproximadamente 360.000 U\$S/año).

Acompaña a estos resultados una operación más aliviada y más segura del horno de carga, con posibilidades de incrementar la capacidad de procesamiento de la unidad.

canzada es de 239°C, como se observa en las referencias de la figura 4.

6ª etapa: Presentación de resultados y discusión del modelo

Se discutió con personal del Área Técnica de Refinería Plaza Huincul la nueva configuración de la red, para evaluar la posibilidad de su reconexión. Aceptado el modelo, se decidió implementarlo, realizando RRPH las etapas siguientes del proyecto, que demandó el trazado de líneas, la supervisión de tareas de montaje y puesta en marcha.

7ª etapa: Evaluación de los resultados

Finalizada la obra por parte de RRPH, se realizó un nuevo *test run* para evaluar los resultados obtenidos. En las referencias de la figura 4 se muestra que la temperatura de recuperación del crudo se incrementó hasta 250°C, aproximadamente 10°C por arriba del valor arrojado por la simulación rigurosa de la red. Esto se debe a que en el modelo utilizado (conservativo) se consideró a los equipos en la condición de operación del *test run* inicial (sucios) y a que durante el paro, se limpiaron, mejorando así su performance.

Bibliografía

Linnhoff, B and other: "A user guide on process integration for the efficient use of energy", Institution of Chemical Engineers, 1982, 1994.

Linnhoff, B: "Use Pinch Analysis to Knock Down Capital Cost and Emissions", Chemical Engineering Progress, AIChE, August 1994.

Toccaceli, S. y otros: "Ahorro de Energía en Refinería La Plata, utilizando Tecnología Pinch", BIP, noviembre de 1995.

Resumen final

Condición	Temperatura recuperación °C	Duty absorbido MMKcal/h	Área instalada m²
Test run inicial	190	13.31	1479
Simulación nueva red U=150 Kcal/h m² °C	224	10.8	1479
Simulación nueva red U corregido	239	9.8	1479
Test run nueva red	250	8.9	1479

Agradecimientos

Se agradece la colaboración del personal de Refinería Plaza Huincul en la concreción de este trabajo.