

ENSUCIAMIENTO DEL CIRCUITO DE FONDO DE LA TORRE FRACCIONADORA DEL FCCU

Por: Fabian G. Lombardi, fabian.g.lombardi@exxonmobil.com y Joaquín Maestro, joaquin.maestro@exxonmobil.com, ESSO Petrolera Argentina SRL

Sinopsis

La torre fraccionadora del FCC separa la corriente gaseosa proveniente del reactor en diferentes cortes tales como nafta liviana, diesel oil, EGO de reciclo y slurry. La misma posee tres recirculaciones que le permiten intercambiar energía con otras partes del proceso. El calor removido del slurry, en la recirculación inferior, es utilizado como precalentamiento de la alimentación a la unidad y para la generación de vapor.

Desde de mayo del 2007 se ha observado un ensuciamiento severo en los intercambiadores de la recirculación inferior de la torre. El fenómeno se caracteriza por la gradual pérdida de la capacidad de intercambio de calor de los equipos lo que se traduce en una reducción de enfriamiento del fondo de la torre y la periódica necesidad de limpieza de estos intercambiadores.

Se han considerado tres posibles causas responsables del ensuciamiento: coque, grandes cantidades de sedimentos y precipitación de asfaltenos. Si bien se han analizado detalladamente las condiciones operativas del sistema y se han realizado análisis de la composición físico química de las corrientes involucradas, hasta el momento no es posible determinar con certeza cual de las tres hipótesis anteriores es la responsable de los fenómenos observados. Sin embargo recientes análisis, sumados a otras evidencias, indicarían que la precipitación de asfaltenos sería la causa más probable de ensuciamiento del circuito de fondo y constituye la línea de estudio actual.

Introducción

El control de la temperatura de fondo de la torre fraccionadora es una variable continuamente monitorizada debido a los problemas de encocamiento asociado a altas temperaturas de operación y tiempo de residencia del slurry.

Como puede observarse en las Figuras 1 y 2, a partir del mes de mayo de 2007 se han observado rápidas disminuciones en el coeficiente de transferencia de calor de los intercambiadores de la recirculación inferior de la torre. Es importante destacar que anteriormente a esta fecha el fenómeno de ensuciamiento era menor y no comprometía a la operación. Sin embargo no se han encontrado posibles causas que justifiquen este punto de inflexión en la performance de estos equipos.

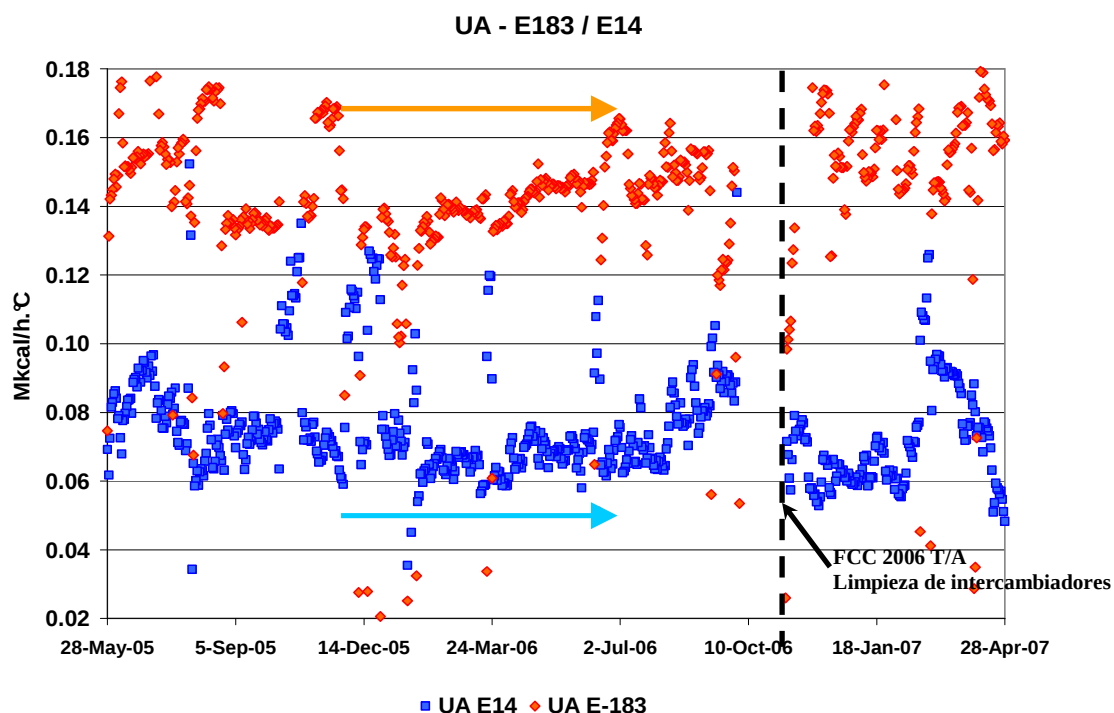


Figura 1. Intercambiadores del circuito de fondo de torre fraccionadora antes de Mayo de 2007

Como se muestra en la Figura 2, el fenómeno de ensuciamiento se repite con similares características hasta la actualidad.

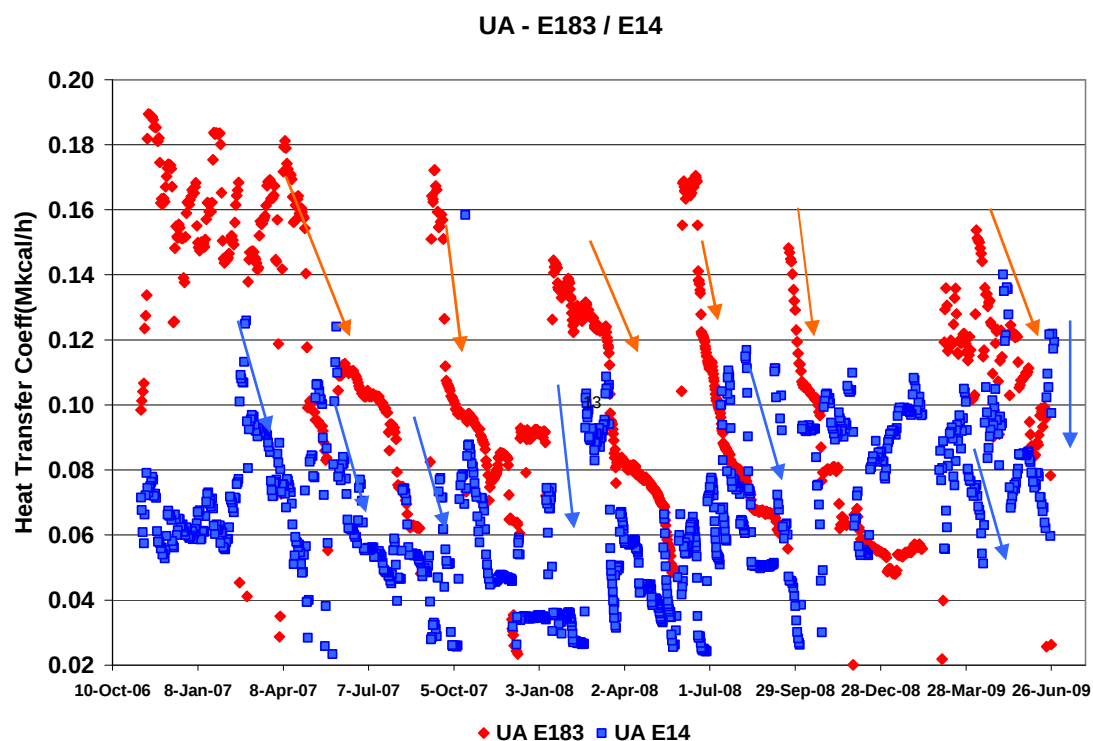


Figura 2. Frecuencia de ensuciamiento intercambiadores de fondo hasta la actualidad

En la Figura 3 se muestra un esquema del circuito de fondo de la torre fraccionadora.

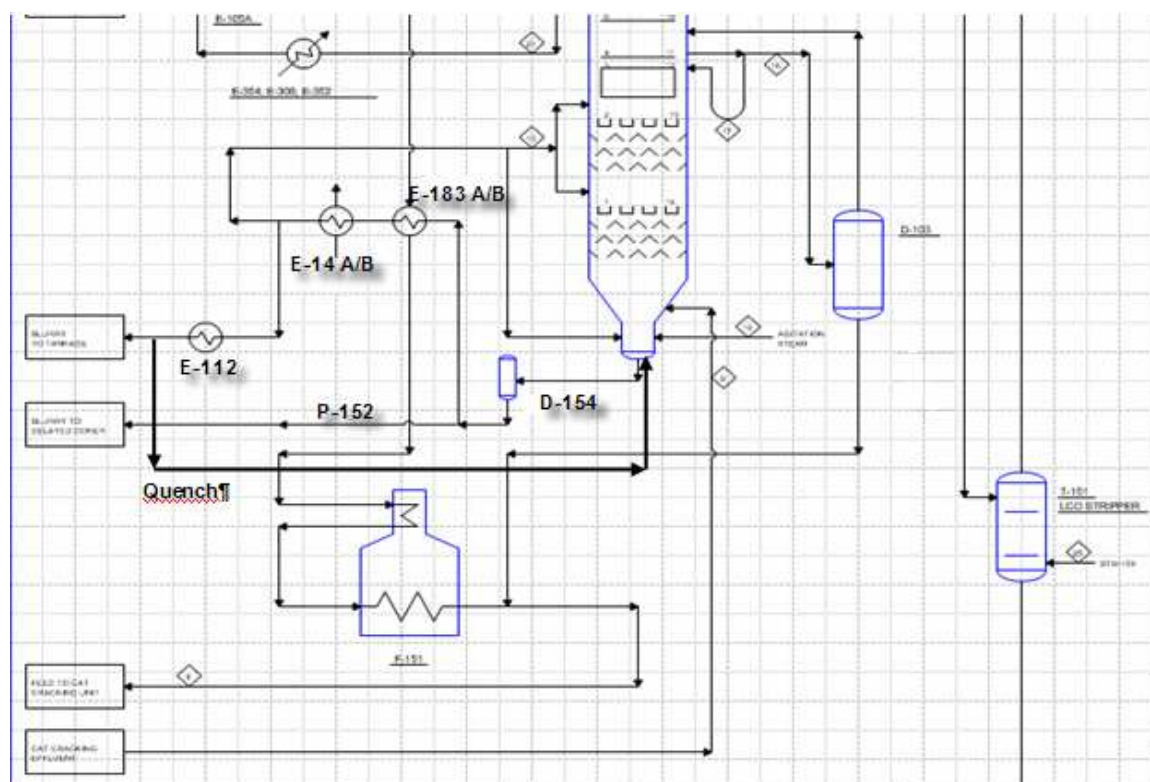


Figura 3. Circuito de fondo de torre fraccionadora

El slurry es bombeado desde el acumulador D-154 pasando a través de los intercambiadores E-183 A/B y E-14 A/B. En el primero de estos equipos el slurry intercambia calor con la alimentación a la unidad, mientras que el segundo equipo es un generador de vapor.

Una operación particular denominada “Slurry Deashing” es llevada a cabo mensualmente en Campana. Durante la misma la línea de slurry al Delayed Coker es bloqueada de forma que la totalidad del slurry bombeado desde el D-104 pasa a través del circuito de fondo. Sin embargo una vez que el slurry atraviesa el E-14 A/B parte de la corriente es enviada a tanque previo paso por el enfriador de caja E-112. La duración habitual del “Deashing” es de cinco días, luego de los cuales el slurry retorna a su circuito de operación normal.

Desarrollo

Considerando las características de la recirculación inferior de la torre, la composición del slurry y los fenómenos de ensuciamientos observados se analizaron tres causas posibles: presencia de coque, exceso de sedimentos en el circuito y precipitación de asfaltenos.

1. Coke

El reactor del FCC en Campana opera a baja temperatura (520°C). Esto favorece la formación de precursores de coque (moléculas aromáticas de alto peso molecular) que condensan en la línea de transferencia. Este fenómeno se produce en forma progresiva incrementando la caída de presión entre la torre y el reactor. Sin

embargo cuando ocurren “upsets” en la operación parte del coque formado es removido espontáneamente y depositado en el fondo de la torre.

En la Figura 4 se muestra el contenido de sedimentos y de cenizas en el slurry. Al hacer referencia al término sedimentos debe entenderse que este es la suma de coque y catalizador no retenido por los ciclones del Reactor. Por este motivo si el contenido de catalizador se incrementa, los sedimentos seguirán similar tendencia. En la figura puede observarse en forma puntual altos valores sedimentos correspondientes a “upsets” que afectaron la línea de transferencia y produjeron desprendimientos parciales de coque.

En las sucesivas limpiezas de los intercambiadores se observó material de granulometría propia del catalizador usado en el FCC. Sin embargo en ninguna oportunidad se encontraron cantidades significativas de coque por lo que esta teoría no se considera como principal contribuyente a la causa de ensuciamiento.

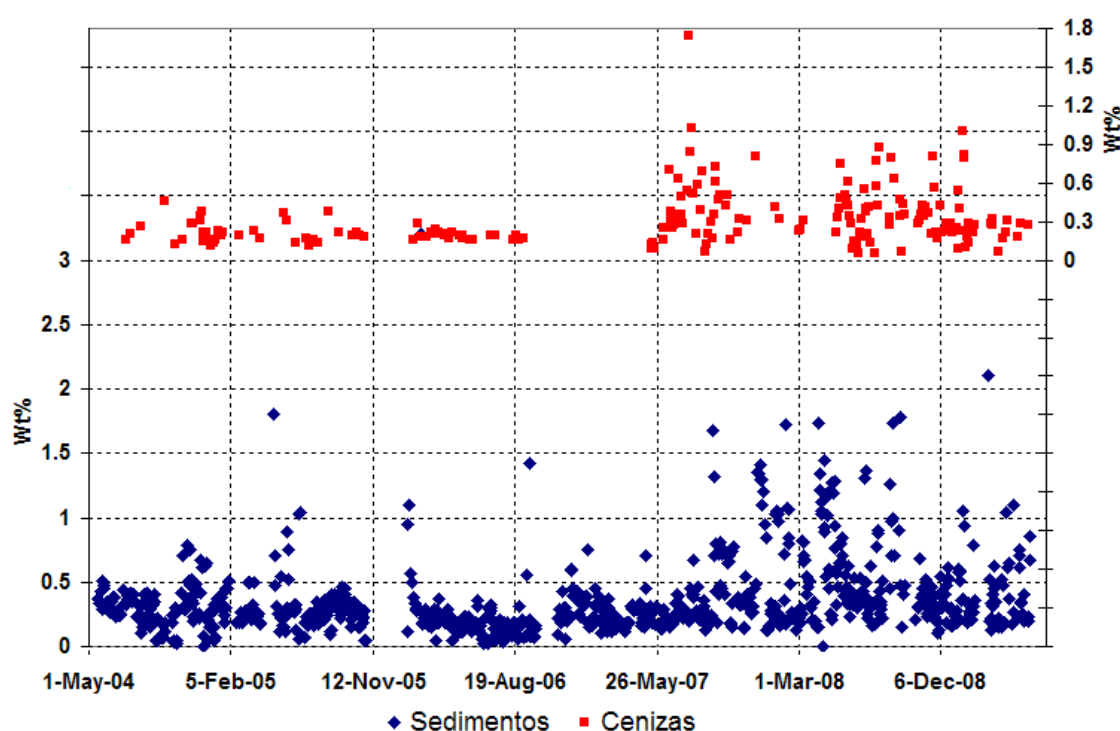


Figura 4. Contenido de Sedimentos y Cenizas en slurry

2. Alto contenido de sedimentos

Alto contenido de sedimentos, esencialmente catalizador, fue detectado en el circuito de fondo de la fraccionadora. Al realizarse la operación de “deashing” estos sedimentos se movieron y se reubicaron en las partes bajas del circuito como así también en los intercambiadores.

La Figura 5 muestra como se pierde el control de temperatura de fondo inmediatamente después de finalizado el “deashing”. Este mismo fenómeno se repitió en tres oportunidades posteriores a la operación ejemplificada pero no así en años

anteriores

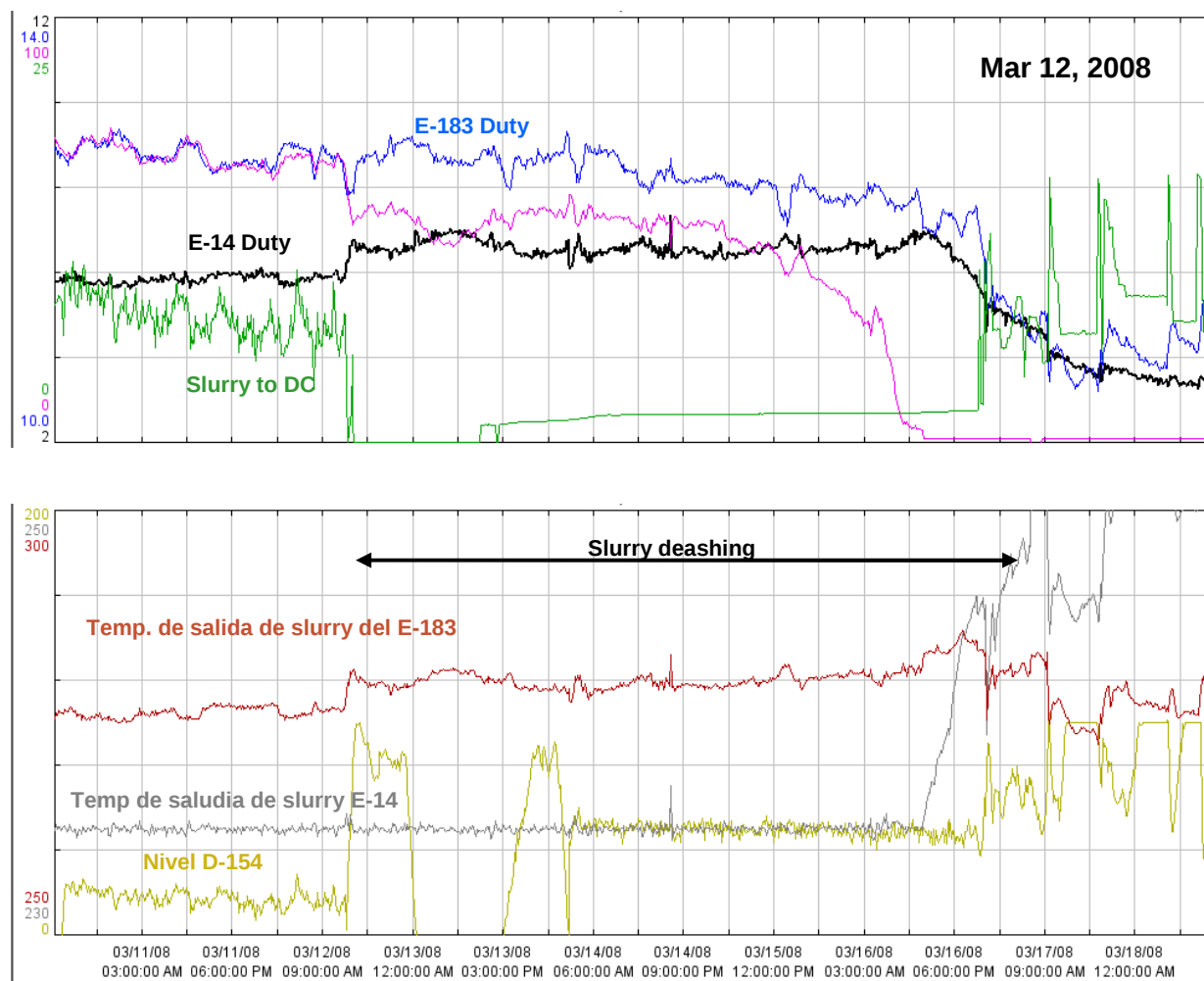


Figura 5. Efecto producido por slurry deashing en el circuito de fondo.

Los cambios hidráulicos generados por la derivación de slurry a tanques podría ser la causa de esta reubicación de sedimentos dentro del circuito. Los mayores contenidos de catalizador comparativamente con años anteriores (2005-2006) explicarían porque estos fenómenos no ocurrieron en aquellas oportunidades.

Las últimas operaciones de “deashing” realizadas desde finales de 2008 hasta la actualidad fueron llevadas a cabo por una línea alternativa que sale del mando de P-152 y llega directamente hasta el enfriador E-112 sin pasar por todo el circuito. Hasta el momento no se han observado fenómenos similares.

3. Precipitación de asfaltenos

Si bien los fenómenos de ensuciamiento asociados a la presencia de asfaltenos son más típicos de unidades que procesan corrientes de residuo algunas evidencias observadas durante las limpiezas de intercambiadores hicieron que esta teoría fuera incluida como posible mecanismo de ensuciamiento:

- Baja performance de los intercambiadores sin evidencia de ensuciamiento severo de tubos.
- Existencia de una fina capa con sedimentos, adheridos a las paredes de los tubos
- Residuo pegajoso en los baffles y tubos de los intercambiadores.



Figura 6. Depósitos hallados en el mazo de tubos E-183 A/B

Al comparar el contenido de asfaltenos en el slurry con valores previos a que se sucedieran los fenómenos de ensuciamiento no se observan diferencias apreciables.

Por otra parte los resultados de los análisis realizados a las muestras de slurry, mediante la utilización de Resonancia Magnética Nuclear, indican el carácter altamente parafínico que el mismo posee. La presencia de anillos aromáticos unidos a largas cadenas parafínicas favorece los procesos de craqueo térmico, generación de coque y unión de anillos aromáticos. Estos complejos aromáticos de alto peso molecular en un ambiente parafínico tienden a precipitar favoreciendo los fenómenos de ensuciamiento.

La existencia de largas cadenas parafínicas unidas a anillos aromáticos son indicios de problemas de conversión. Se trabajó conjuntamente con el proveedor de catalizador para conseguir que ciertas propiedades tales como volumen de poro o el índice de accesibilidad retornaran a valores históricos. No se han observado mejoras en las tendencias de ensuciamiento de los intercambios pese a que estas propiedades fueron modificadas alcanzando valores similares a los de 2005-2006. En la actualidad se continúa trabajando para mejorar las propiedades del catalizador de manera de mejorar la conversión a la unidad y reducir el contenido parafínico en el slurry.

Conclusiones

Hasta el momento no se detectó la causa que origina el ensuciamiento del circuito de fondo. Sin embargo el resultado de los estudios realizados permite concluir preliminarmente que:

- Si bien la generación de coque en el fondo de la torre es un factor contribuyente en los fenómenos de ensuciamiento el mismo no es el determinante.
- El alto contenido de sedimentos en el slurry es un factor de importancia y que debe continuar analizándose. Los fenómenos ocurridos durante las anteriores operaciones de “deashing” son una prueba del efecto que los sedimentos provocan en el sistema. Deben realizarse un análisis de distribución de tamaño de partícula con técnicas adecuadas para determinar posibles soluciones.
- El alto contenido parafínico del slurry produce incompatibilidades con compuestos aromáticos de alto peso molecular que ensucian el circuito de fondo. Se debe continuar el trabajo iniciado para reformular propiedades catalíticas. Si bien ninguna de las hipótesis es totalmente concluyente, esta última es la que consideramos mas probable.