

Momento Técnico

SUGERENCIAS DE LOS EXPERTOS



FÁBRICA CARIOCA
DE CATALISADORES

La granulometría y su papel en la optimización de procesos en una unidad de FCC

Lucas Andrade

Ingeniero de Servicio Técnico
FCCS.A.

La granulometría de material particulado es una medida del tamaño de las partículas allí presentes. Conocer esa característica es esencial para prever el comportamiento de las partículas en un proceso industrial, además de obtener diagnósticos del modo operacional del proceso. Específicamente para unidades de craqueo catalítico fluido (UFCC), conocer la granulometría del catalizador permite monitorear la eficiencia de los ciclones en las etapas de separación, las propiedades de fluidización y posibles pérdidas de la unidad.

Los impactos decurrentes del aumento de la pérdida de finos en una UFCC pueden abarcar problemas de fluidización y circulación de catalizador, alteración del perfil de rendimientos, aumento del coste asociado a la reposición de la pérdida, el impacto ambiental cuando hay mayor emisión de particulado por la chimenea, de entre otros que serán abordados en este artículo.

SEPTIEMBRE
2024

Para que una unidad de FCC opere de forma optimizada, se hace crucial garantizar una fluidización y circulación adecuadas del catalizador en el conversor, ambas directamente dependientes de la granulometría. La correcta fluidización hace posible el contacto apropiado entre las partículas de catalizador y la fase gaseosa, necesario para las reacciones de craqueo y combustión, además de promover la buena circulación del catalizador. La circulación determina la relación catalizador/aceite en cada escenario operacional, y está asociada a los balances de presión y energía de la unidad. Adicionalmente, la eficiencia de separación de los ciclones está relacionada a las características de las partículas, como el perfil granulométrico.

Es natural que haya una pequeña pérdida de particulado durante la operación normal de los ciclones, que puede ser temporariamente intensificada cuando hay dosificación de catalizador fresco. Sin embargo, si los ciclones perdieran eficiencia y no consiguieran retener adecuadamente la cantidad esperada de catalizador, el exceso de particulado que pasa para sistemas cercanos puede causar problemas serios de emisión, dificultades operacionales, deposición y reducción de vida útil en equipos, pudiendo provocar una parada no programada en la unidad.

El seguimiento de la granulometría permite identificar eventuales ineficiencias de los ciclones y otros problemas operacionales. Con esos diagnósticos es posible realizar ajustes operacionales para minimizar pérdidas de catalizador o mejorar la fluidización, así como planear de manera asertiva eventuales mantenimientos en el conversor.

El método más común para aferición de la distribución del tamaño de partículas (PSD – *particle size distribution*) de muestras de catalizador de una UFCC es la difracción con rayo láser, que consiste en la formación de un patrón de dispersión a la medida que la luz interacciona con la muestra. Parámetros como intensidad y ángulo del haz de luz son computados y relacionados con el tamaño de la partícula.

Los objetivos principales en seguir el PSD consisten en monitorear la eficiencia de los ciclones, las propiedades de fluidización del catalizador de equilibrio (e-cat) y eventuales pérdidas en la UFCC.

Causas y diagnóstico

Algunos de los indicativos de pérdida anormal de catalizador son:

- Aumento del volumen de catalizador retenido en la 3^a/4^a etapa de ciclón;
- Mayor concentración de depósitos de cenizas en el slurry: dependiendo de la criticidad, puede haber incrustación/bloqueo en los intercambiadores;

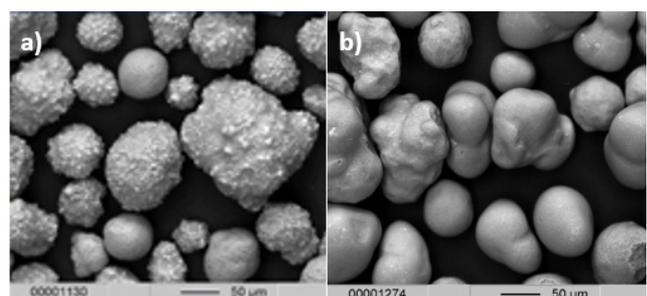
- Chimenea: pérdidas continuas y elevación de la opacidad;
- Caída del nivel en el regenerador: demandando mayor reposición de catalizador;
- Fluidización y circulación erráticas de catalizador con reflejos, por ejemplo, en el control de apertura de las válvulas de catalizador gastado y regenerado.

La pérdida elevada de catalizador puede suceder debido a diferentes circunstancias: problemas de proyecto, fallas en los ciclones, problemas mecánicos (erosión, grietas, etc), operación fuera del rango recomendada (como velocidad superficial en el interior de los vasos y descontrol de nivel), y también quiebra de catalizador por baja resistencia mecánica o velocidad excesiva en las salidas de vapor y aire. Hay una gran incidencia de problemas asociados a los ciclones como: agujero, caída de refractario, bloqueo de válvulas, inundación de las piernas (*dipleg*), formación de coque y arrastre por condiciones operacionales inadecuadas.

Algunas informaciones son esenciales para el diagnóstico de este tipo de problema. El balance de pérdidas de la unidad debe ser analizado a partir de la cuantificación de las corrientes de salida de catalizador por los lados del regenerador y del reactor. Es fundamental conocer las características de la partícula como granulometría, índice de fricción y densidad aparente, además del proyecto de la unidad y variables operacionales como flujo, presión, vapor, flujo de aire, entre otras.

Además del perfil de tamaño, la morfología externa del catalizador también es un factor importante que traerá impactos para la circulación y fluidización de la unidad. La presencia de contaminantes en la carga, como el hierro y calcio, puede provocar nódulos en las partículas, aumentando su resistencia al desagüe, además del riesgo de vitrificación, que reduce su accesibilidad, como puede ser observado en la Figura 1.

Figura 1. Efecto del hierro sobre la morfología externa del catalizador: (a) nódulos en la superficie de las partículas, y (b) efecto vitrificado. (a) nodules on the particle surface, and (b) vitrified effect.

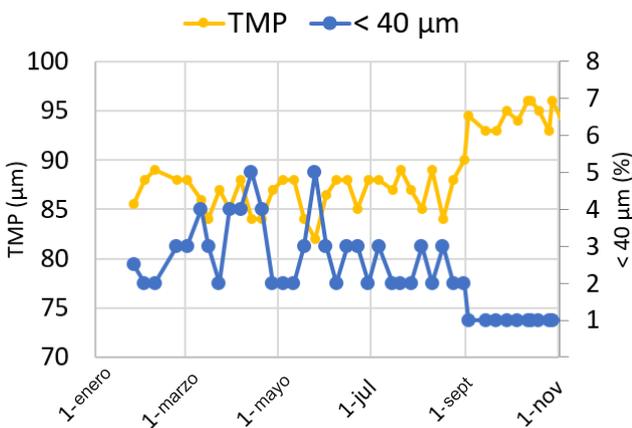


Fuente: Banco de Datos de FCC S.A.

Resultados de granulometría

El perfil granulométrico del e-cat es influenciado por las características del catalizador fresco, por los *hardwares* y por la condición operacional de la unidad. Es normal la ocurrencia de pérdidas al dosificarse catalizador fresco, debido a la entrada de finos que no son retenidos por los ciclones, y por el pulimento de las irregularidades en la superficie de las partículas expuestas a la condición abrasiva (intrínseca del proceso). Cuando hay un aumento de la fracción de partículas en el rango 0 μm – 40 μm , eso indica posible quiebra de catalizador, y cuando hay disminución en el mismo rango, puede indicar pérdida de eficiencia en los ciclones. Esas alteraciones son observadas también en el tamaño medio de la partícula (TMP), que aumenta cuando hay reducción de finos y disminuye cuando los finos aumentan, como muestra la Figura 2.

Figura 2. Evolución del TMP y de la fracción < 40 μm para el e-cat de una unidad de FCC.



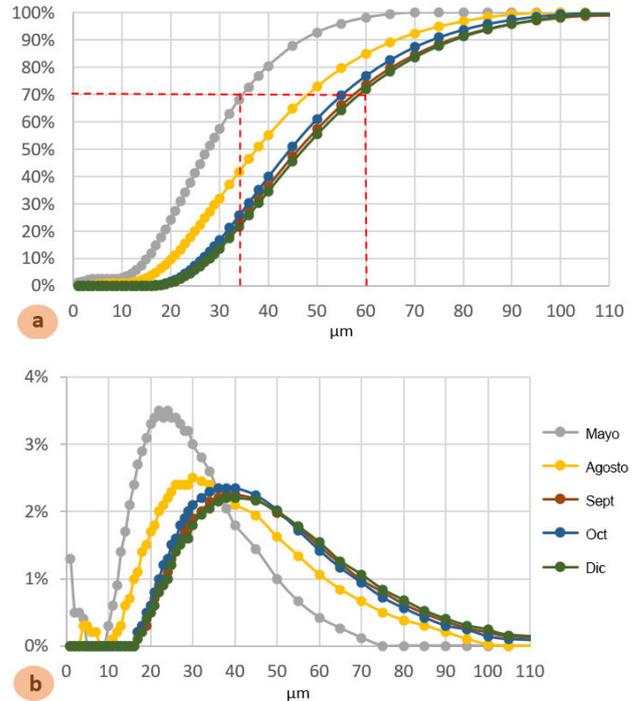
Fuente: Banco de Datos de FCC S.A.

Los resultados de análisis de granulometrías de finos son comúnmente visualizados en la forma de gráficos de distribución normal, como los ilustrados en la Figura 3. En el gráfico de distribución acumulada, se considera que los ciclones presentan buena eficiencia cuando el porcentual de recuperación de partículas con tamaño < 35 μm es \geq 70%. Ya en el gráfico de distribución estándar, las siguientes asociaciones costumbran ser hechas a partir de los rangos de picos:

- 0 μm – 10 μm ("pico de fricción"): ocurrencia normal y esperada, decurrente de la entrada de catalizador fresco en la unidad. Sin embargo, un aumento no acumulado de esa fracción puede indicar quiebra anormal;
- 15 μm - 25 μm ("pico de los ciclones"): ocurrencia normal y esperada porque la eficiencia de los ciclones cae a medida que las partículas quedan menores;

- 30 μm ("pico del e-cat"): indica que por lo menos uno de los ciclones del sistema está averiado o con su operación perjudicada.

Figura 3. Curvas de distribución normal (a) acumulada y (b) estándar, de finos de la tercera etapa de ciclones (TEC) con aumento de pérdidas a partir del 2° semestre.

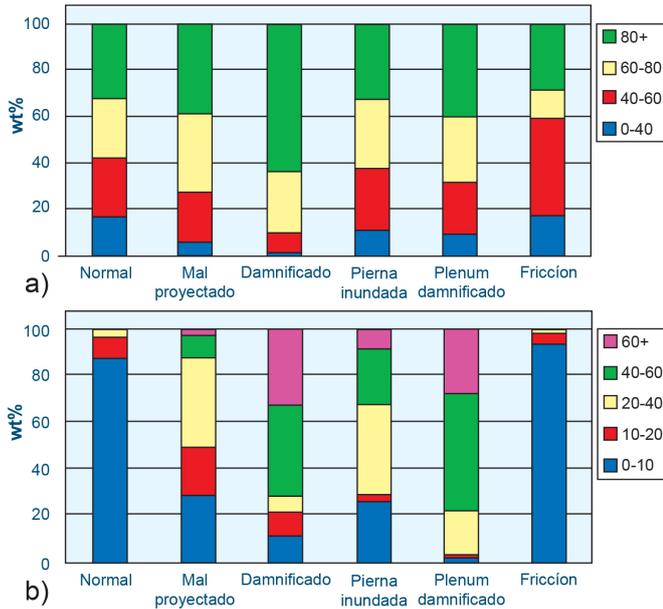


Fuente: Banco de Datos de FCC S.A.

Además, el resultado de análisis de granulometría puede ser evaluado en el formato de gráfico de barras segmentadas por intervalo de tamaño de las partículas. Ese formato facilita la identificación de alteraciones por diferentes rangos y permite la comparación con perfiles de referencia de la literatura, que sugieren diagnósticos de pérdidas asociados a los cambios de perfil. La Figura 4 trae los perfiles de e-cat y finos para unidades con operación normal (que varía bastante de acuerdo con el proyecto y *revamps*), ciclones damnificados o con pierna inundada, cámara plena damnificada y fricción elevada.



Figura 4. Distribución granulométrica esperada en una unidad de FCC para a) e-cat y b) finos.



Fuente: Diagnosing catalyst losses, Jack Wilcox (Albemarle).

Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo de e-cat y finos debe ser suficiente para que se tenga el seguimiento eficaz de la unidad. Lo ideal es que se haga una vez por semana para e-cat, una vez por mes para finos de la TEC (tercera etapa de ciclones), precipitador electrostático y WGS (*wet gas scrubber*), trimestralmente para finos del *slurry* (también llamado de cenizas del *slurry*), y cuando posible para la chimenea. En caso de problemas de pérdidas de catalizador, se puede aumentar la frecuencia de muestreo.

Conclusiones:

El seguimiento de la granulometría es esencial para la detección y resolución de problemas, así como para la formación de un histórico para referencia. Identificar sospechas de pérdidas lo antes posible permite la implementación rápida de medidas de contención, reforzando la importancia del muestreo. Eso incluye no apenas el e-cat, sino también los finos, tanto por el lado del reactor/separador, como por el regenerador.

FCC S.A. pone a disposición el análisis de esas muestras en su laboratorio y cuenta con un equipo técnico multidisciplinar que está a disposición para auxiliar a sus clientes en la evaluación y optimización de sus unidades.



SU OPINIÓN ES MUY IMPORTANTE

HAGA CLICK

Evalúe y comente esta publicación accediendo nuestra página web

Sobre la Empresa

Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. es una empresa de tecnología de punta, con su oficina central en Río de Janeiro, formada por la unión de las empresas Petrobras S.A. y Ketjen. Única fabricante de catalisadores de craqueo catalítico y aditivos para el refinado de petróleo en el mercado sudamericano tiene como clientes consumidores las refinerías del Sistema Petrobras, así como refinerías de petróleo de países de la América del Sur.



FÁBRICA CARIOCA DE CATALISADORES

Para más informaciones, entre en contacto con el equipo de Servicios Técnicos de FCC S.A.

Rua Nelson da Silva, 663 - Distrito Industrial de Santa Cruz
CEP: 23565-160 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
www.fccsa.com.br