

Informes Técnicos

EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE HIDROCICLONES EN CIRCUITOS CERRADOS DE MOLIENDA

CANTERAS
Y EXPLOTACIONES

Separata de la revista correspondiente a
Mayo 1985 - N.º 219

Informes Técnicos

EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE HIDROCICLONES EN CIRCUITOS CERRADOS DE MOLIENDA

Por JUAN LUIS BOUSO
ERAL, EQUIPOS Y PROCESOS, S.A.
DIRECTOR GENERAL

1. INTRODUCCION

El fuerte incremento de los costes energéticos habido en los últimos años ha obligado a la búsqueda de nuevos sistemas de explotación más económicos y al reestudio de los sistemas existentes para optimizarlos.

Las industrias minera y metalúrgica que demandan gran cantidad de energía en sus procesos no han sido ajenas a este nuevo rumbo.

En concreto en las plantas de preparación de minerales, las fases de mayor consumo de energía son las de molienda, por lo cual se hace preciso un estudio a fondo para procurar obtener un mayor rendimiento, es decir, más toneladas de mineral molido por cada Kw. empleado.

Un medio relativamente económico y simple de mejorar este valor, es elevar la eficacia de la clasificación, logrando una disminución de las cargas circulantes y obteniendo un producto molido de entrada al proceso de concentración: flotación, gravimetría, separación magnética, etc., con una distribución granulométrica lo más cerrada posible, es decir, con menor contenido de gruesos (falta de liberación) y menor contenido de finos (disminución de recuperación).

Este es el principal trabajo encomendado a los hidrociclones.

Eral, Equipos y procesos, S.A., fabrica hidrociclones bajo licencia de su matriz Amberger Kaolinwerke GmbH, y posee una elevada tecnología en este tipo de aplicaciones y muy especialmente en circuitos cerrados de molienda de mineral de cobre, plomo, zinc, gracias a las experiencias adquiridas especialmente en plantas españolas como Río Tinto Minera, Andaluza de Piritas, Minas de Almagrera, Exminesa entre otras, así como en varias plantas en Chile, Empresa Minera Mantos Blancos, Compañía Minera Disputada de las Condes, Sociedad Contractual Minera Toqui, etc.

Los hidrociclones suministrados, contruidos totalmente en poliuretano, material altamente resistente al desgaste han demostrado alcanzar una elevadísima eficacia, al mismo tiempo que permiten reducir los costos de operación, debido a su gran resistencia a la abrasión.

Es de destacar la asistencia técnica prestada por Eral a los usuarios de sus equipos, no sólo durante las etapas del proyecto, sino principalmente al momento de la puesta en marcha y durante la operación continuada.

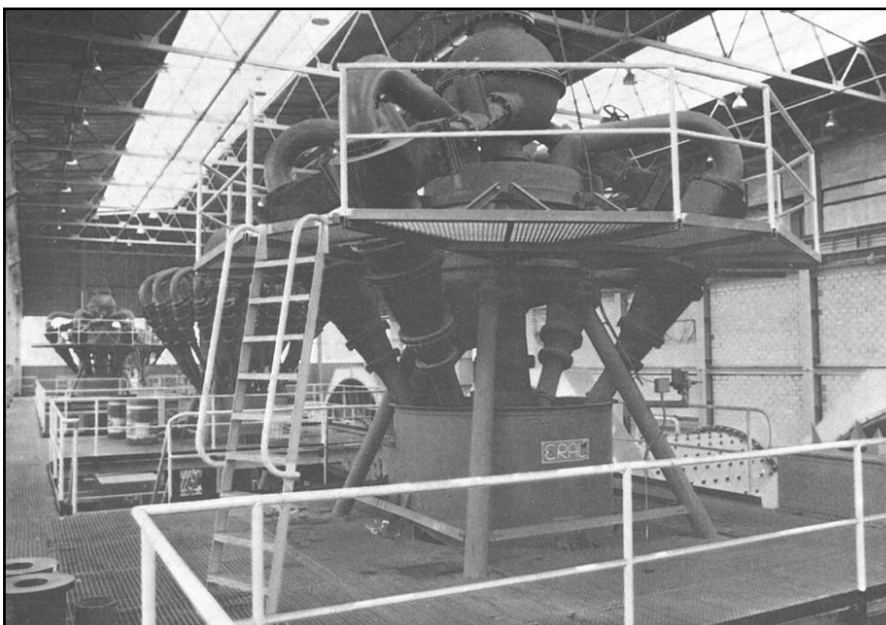
De cualquier modo el único medio de alcanzar una operación satisfactoria es mediante el control periódico y la necesaria evaluación de la operación del circuito de molienda en conjunto.

2. EVALUACION DE LA OPERACION

Para poder analizar el trabajo de un hidrociclón se precisa una mínima información que permita mediante el empleo de las ecuaciones adecuadas, calcular los diferentes parámetros a determinar.

Los datos mínimos que deberían recogerse por turno de operación serían los valores de concentración de sólidos en las tres corrientes del hidrociclón: alimentación, descarga y reboso.

Con estos tres valores puede determinarse el reparto de peso, así como la carga circulante, lo cual nos permitirá comprobar la regularidad de funcionamiento y detectar cambios de importancia o tendencias.



Informes Técnicos

2.1. Reparto de Peso

Llamamos reparto de peso (θ) al peso de sólido seco que es evacuado por la descarga en relación al peso de sólidos en la alimentación y puede calcularse con la ayuda de la ecuación siguiente:

$$\theta = \frac{J_Z - J_F}{J_G - J_F} \cdot \frac{J_G}{J_Z}$$

J_i = Concentración de sólidos en gr. sólido seco por l., de pulpa.

Z = Alimentación.

G = Gruesos (u'flow).

F = Finos (o'flow).

2.2. Carga Circulante

Una vez conocido el reparto de peso, podremos conocer el porcentaje de carga circulante en el molino. (Figs. 1 y 2).

Con el empleo de estas sencillísimas ecuaciones puede calcularse rápidamente la carga circulante en el molino, lo que supone tener conocimiento de la marcha del circuito de molienda y esto puede lograrse tan sólo con toma de muestras periódicas durante el turno, mediante una balanza tipo Marcy que puede darnos lectura directa del contenido de sólidos, y todo ello sin necesidad de realizar ningún tipo de análisis en laboratorio.

No cabe duda que la fiabilidad dependerá de la representatividad de la muestra, pero tomas periódicas durante el turno minimizarán este inconveniente al realizar los cálculos posteriores con la media del turno.

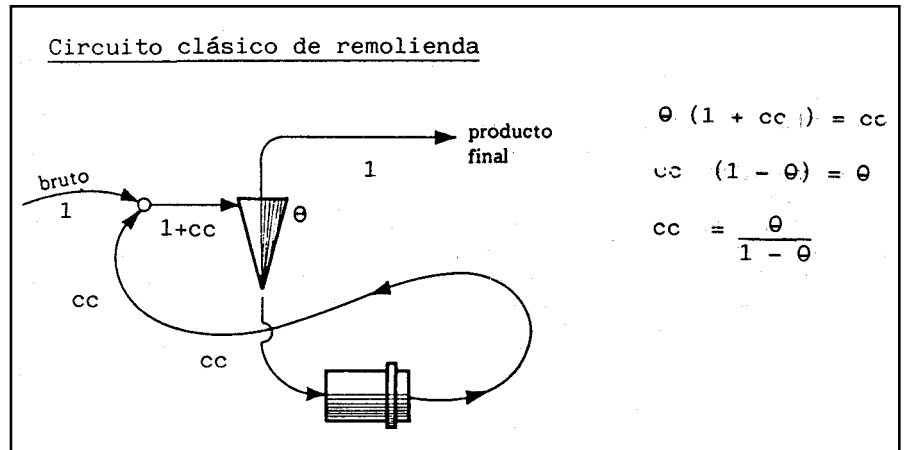


Figura 2

Deberá anotarse, en caso de no disponer de un registro, la presión de los hidrociclones y el número de unidades en operación, pues este dato ayudará a comprender o justificar el porqué de una variación en otros parámetros, cuando se analice la información obtenida.

Semanalmente, o al menos una vez al mes, debiera hacerse un estudio completo del circuito, para lo cual bastaría con ir acumulando las tomas realizadas para la determinación del contenido de Sólidos durante el día fijado y con el compósito final realizar una nueva determinación de la concentración y un análisis granulométrico completo de los sólidos en cada flujo del ciclón.

Como el objeto del estudio sería determinar las eficiencias de la clasificación y molienda, sería necesario además de disponer de la curva granulométrica de la

alimentación fresca a fin de realizar todos los cálculos mediante los valores de los porcentajes en peso acumulados sobre cada tamiz (residuos), en cada uno de los flujos del circuito.

Las ecuaciones a emplear serían los parámetros indicados en la Fig. 3.

Utilizando esta ecuación se calcula el coeficiente de carga circulante diferencial para cada fracción considerada. Con la suma de los diferentes valores puede calcularse el valor medio.

2.3. Alimentación Compuesta

Una vez conocido el valor de la carga circulante puede calcularse la distribución granulométrica de la alimentación compuesta mediante la ecuación siguiente:

$$R_{AC} = \frac{R_{AF} + R_{GXCC}}{1 + cc}$$

2.4. Eficiencia de Molienda

Finalmente podrá calcularse la eficiencia de molienda en cada malla:

$$E_M = \frac{R_{AC} + R_Z}{R_{AC}}$$

Puede trazarse la curva de eficiencia de molienda llevando en abcisas el valor de la eficiencia y en ordenadas el tamaño de partículas.

2.5. Eficiencia de Clasificación

Conocido el valor del reparto de peso en el ciclón, estaremos en condiciones de calcular la eficiencia de la clasificación, el

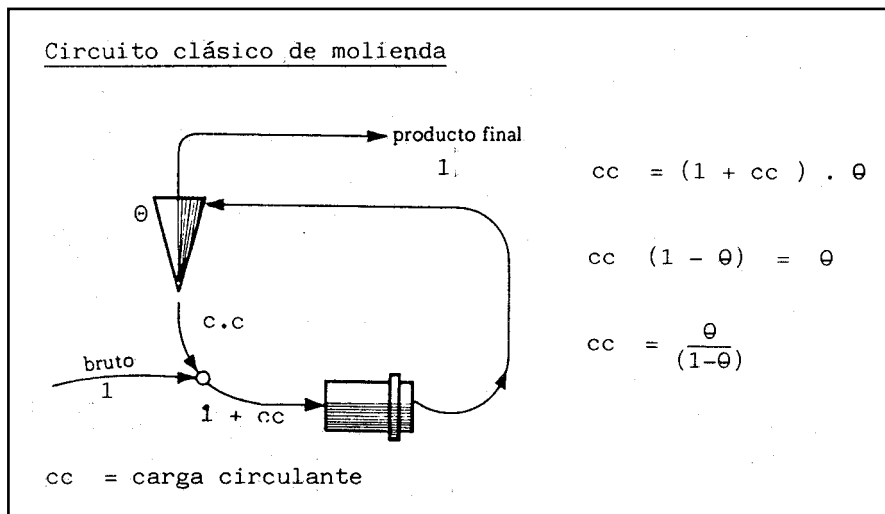


Figura 1

Informes Técnicos

punto de corte (d_{50}) y la imperfección del hidrociclón (I).

La curva de eficiencia o curva de Tromp expresa las posibilidades que tienen las diferentes partículas de ser descargadas por la corriente de gruesos o descarga del ciclón.

Al tamaño de partículas que tienen las mismas probabilidades de ser evacuadas por la corriente de gruesos o finos se le conoce como tamaño de corte, d_c o d_{50} . La relación de partículas que se descargan como gruesos frente a las de alimentación en un determinado entorno de partículas (fracción) será:

$$T = \frac{\theta \cdot \Delta R_G}{\Delta R_Z} \quad \text{ó} \quad T = \frac{\theta \cdot \Delta R_G}{\theta \Delta R_G + (1 - \theta) \cdot \Delta R_F}$$

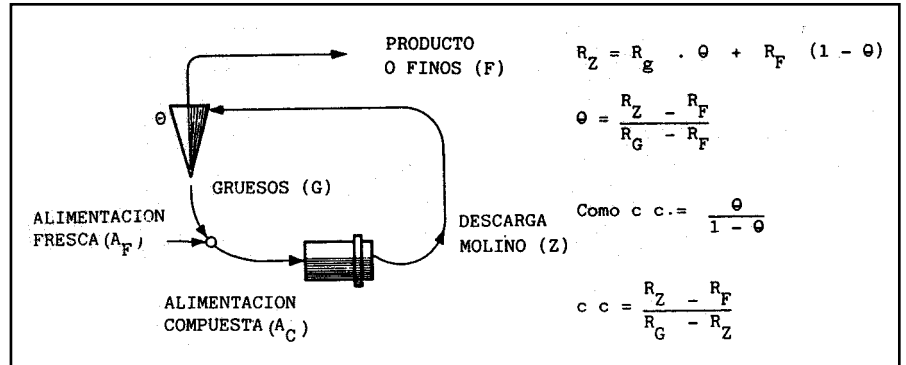


Figura 3

Figura 4

El desarrollo de esta función, considerando porcentajes retenidos entre tamices (entorno de partículas) nos permite trazar una curva (curva de Tromp) llevando

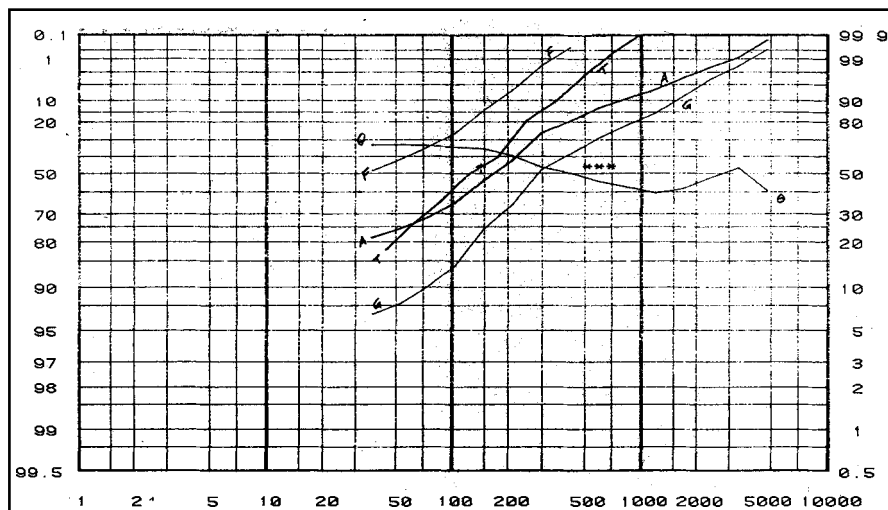
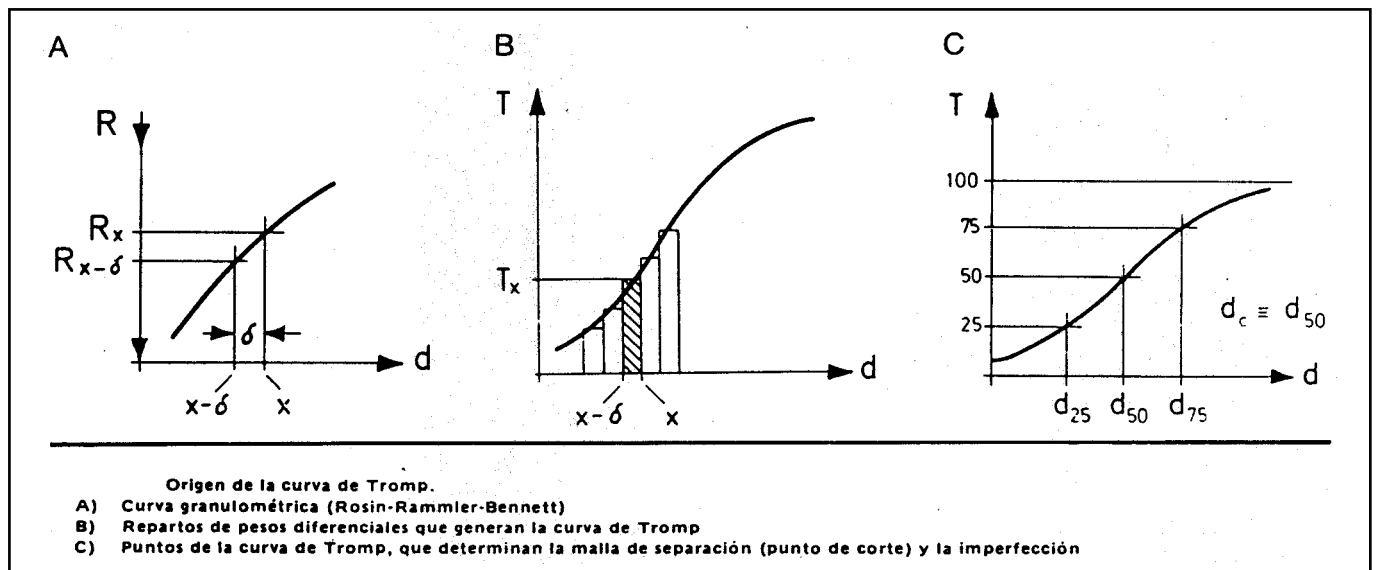


Figura 5

en abscisas el tamaño medio de partícula y en ordenadas el valor obtenido en la ecuación (número de distribución o de Tromp). (Fig. 4).

Al valor en ordenadas del 50 por 100 corresponderá un tamaño de partículas conocido como d_{50} y del mismo modo tamaños d_{75} y d_{25} a los valores del 75 por 100 y 25 por 100.

Por definición, se llama imperfección al valor de la ecuación:

$$I = \frac{d_{75} + d_{25}}{2 \cdot d_{50}}$$

La figura siguiente muestra las distribuciones granulométricas de las fracciones finas (F); gruesa (G) y alimentación (A) en un hidrociclón, así como las curvas de reparto de peso (θ) y eficiencia o curva de Tromp (T).