

UTILIZACIÓN DE CHANCADORES BARMAC EN UNA CONCENTRADORA DE COBRE DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Oswaldo F. Pavez¹, Marcos O. González¹, Gerhard Lenz² & Rodrigo A. Pizarro¹

¹ Departamento de Metalurgia, Universidad de Atacama, Copayapu 485 Copiapó, Región de Atacama, Chile.
E-mail: osvaldo.pavez@uda.cl

² Metso Minerals S.A. Los Conquistadores 2758, Piso 3, Providencia, Santiago, Chile.
E-mail: gerardo.lenz@metso.com

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos respecto del comportamiento de los chancadores Barmac B8100 en la planta concentradora de cobre Cerrillos, después de un período de seis meses de operación. Los estudios se realizaron entre los meses de enero y junio de 2008, y consideró dos líneas de chancado, una etapa de chancado terciario convencional con el uso de chancadores de cono, y otra etapa de chancado terciario usando chancadores de impacto Barmac B8100. Después de seis meses de trabajo, los chancadores Barmac presentaron un desempeño más que aceptable, mostrando que es factible la utilización de estos chancadores en plantas concentradoras de cobre de mediana minería. El producto de los chancadores Barmac presenta partículas de mayor fineza al circuito incrementando la producción de la etapa de molienda. El principal problema que se observó al emplear estos chancadores, fue el excesivo recambio de piezas en estos equipos, lo cual fue atribuido a que el circuito en el que estaban operando no presentó las garantías necesarias para un adecuado control de los parámetros que afectan el rendimiento de este tipo de chancadores.

PALABRAS CLAVES: chancado, Barmac, cobre.

ABSTRACT

The present work shows the results obtained over six month period of study the behavior of the Barmac B8100 crushers at the Cerrillos copper concentration plant. The study was conducted between January and June 2008, and two crushing lines; a conventional tertiary cone crusher and a tertiary crushing using an impact Barmac B8100 crusher. After six month working, the Barmac crushers show a more than acceptable performance suggesting the feasibility of using these type of crushers in medium size copper concentration plants. The product of the Barmac crusher presents a smaller grain size, which increases the grinding capacity of the milling step. The excessive part replacement was the main problem observed during the work of the Barmac crushers, and it was explained by the difficulties in implementing a reasonable control of the main operation parameters which affect the performance of these type of crushers.

KEY WORDS: crushing, Barmac, copper.

1. INTRODUCCIÓN

La planta concentradora de cobre Cerrillos perteneciente a la empresa COEMIN se encuentra ubicada al interior de la localidad de Tierra Amarilla en la Región de Atacama, Chile. La concentradora contaba inicialmente con una planta de chancado que estaba compuesta por un chancador de Cono Nordberg HP 300 SX ubicado en la etapa secundaria, y un chancador de cono Omnicone 1560 Nordberg y un chancador Allis Chalmers de 250HP 3-60 que componían el chancado terciario de la planta. Posteriormente, la empresa instaló una nueva planta de chancado, de capacidad 200 t/h que comprendía inicialmente un chancador de Cono Nordberg HP 300 y dos chancadores terciarios Allis Chalmers de 250HP 3-60. Sin embargo, por problemas de excesiva vibración de la estructura en la cual fueron emplazados, se tuvo que tomar como medida de emergencia el retiro de ambos chancadores Allis Chalmers de la nueva línea de chancado. Ante esta situación de emergencia, la empresa adquirió dos chancadores de impacto Barmac B8100 de segunda mano, los cuales fueron instalados en la nueva línea de chancado en la ubicación que tenían los chancadores Allis Chalmers, trabajando en circuito cerrado.

Durante aproximadamente un año los chancadores Barmac estuvieron funcionando bajo condiciones operacionales no adecuadas, es decir, no estaban operando bajo los parámetros en los cuales debían funcionar, ya sea respecto al tamaño del material que ingresaba al equipo, a las mantenciones que debían efectuarse, e incluso, no se efectuaba una lubricación adecuada al equipo. Estas condiciones operacionales no adecuadas para el funcionamiento de los chancadores tenían su explicación en que la compra e instalación de los chancadores se produjo a causa de una emergencia que se presentó en la empresa, en donde lo principal era hacer funcionar lo antes posible la nueva planta de chancado y obtener una producción. Este escenario cambió en el mes de diciembre del año 2007, cuando se contrató un ingeniero con experiencia en chancadores Barmac, adoptándose medidas que permitieron a estos equipos funcionar bajo parámetros operacionales adecuados.

En el presente trabajo se presentan los resultados alcanzados con los chancadores Barmac después de seis meses de operación en la planta (enero a junio de 2008). Para ello, se comparan los resultados obtenidos en las dos plantas de chancado de la concentradora, una de las cuales presenta un sistema de chancado terciario convencional con el uso de chancadores de cono, y la otra posee en la etapa de chancado terciario chancadores de impacto Barmac B8100. Con este estudio se pretende dar a conocer resultados del comportamiento en terreno de los chancadores Barmac y mostrar que es factible utilizarlos en faenas de mediana minería que tratan minerales de cobre.

2. METODOLOGÍA

2.1. Obtención de Datos sobre Tonelaje, Horas Trabajadas y Gastos en Repuestos de cada Línea de Chancado

La planta de chancado de la empresa consta de una etapa de chancado primario que se desarrolla en la mina Carola y la componen los siguientes equipos: un chancador giratorio 30-55, una correa transportadora de 36 pulgadas de ancho, y un puente grúa de 20 toneladas. La planta de chancado de la planta concentradora Cerrillos consta de dos líneas de chancado, ambas incluyen una etapa secundaria en circuito abierto, y una etapa terciaria en circuito cerrado. La línea de chancado 1 está compuesta por un chancador de Cono Nordberg HP 300 SX ubicado en la etapa secundaria, y chancador de cono Omnicone Nordberg y un Allis Chambers de 250 HP en la etapa de chancado terciario. La línea de chancado 2 consta de un chancador de Cono Nordberg HP 300 en la etapa secundaria y dos chancadores Barmac VSI 8100 en la etapa de chancado terciario.

En la correa N° 1 de las líneas de chancado 1 y 2, que es la que recibe la carga de la tolva de almacenamiento de mineral y que lleva el material hacia el chancador secundario de cono HP 300 de cada línea, se instaló un pesómetro marca KISTLER MORSE modelo 1700 y un horómetro, con el fin de llevar un control del material que pasa en cada línea y el tiempo que cada una de ellas trabaja. La información obtenida a través del pesómetro y horómetro se registró en los paneles de control.

En relación al procedimiento aplicado, considerando que la empresa se rige por jornadas de trabajo de 12 horas, las que se separan en turno A y B, se tomaron los valores del pesómetro y horómetro de cada línea una vez finalizado cada turno. Estos valores obtenidos fueron ingresados a un programa de recolección de datos de la empresa. También se obtuvo información de los tonelajes y horas en los cuales trabajó cada línea de chancado durante los primeros 6 meses del año 2008.

En cuanto a la información sobre los gastos originados en cada línea debido al recambio de piezas y equipos desgastados en los chancadores terciarios, ya sea en el chancador Omnicone y en el chancador Allis Chambers de la línea de chancado 1, y en ambos chancadores Barmac VSI 8100 de la línea 2, ésta se obtuvo desde el Departamento de Mantención Mecánica de la planta concentradora, en el cual se tenía el registro de todas las reparaciones realizadas a los equipos, y también un registro fotográfico de las piezas que fueron dañadas. Con esta información se pudo conocer el precio de los productos desde la Bodega de la planta, lugar donde se obtenían las piezas utilizadas para realizar las reparaciones. También se obtuvo un informe detallado de cada pieza utilizada y del equipo donde fue usada.

2.2. Obtención de las Muestras

Para la obtención de las muestras se eligieron tres puntos en cada línea de chancado. Los puntos de muestreo en la línea de chancado 1 fueron los siguientes: alimentación a los harneros terciarios (correa N° 2); descarga de los chancadores terciarios Omnocone y Allis Chalmers (correa N° 4); y descarga de la línea de chancado 1 (correa N° 5). Por otra parte, en la línea de chancado 2 se eligieron los siguientes puntos de muestreo: alimentación a los harneros terciarios (correa N° 3); descarga de los chancadores terciarios Barmac VSI 8100 (correa N° 6); y descarga de la línea de chancado 2 (correa N°4). Los materiales utilizados en la recolección de las muestras fueron palas normales, palas de muestreo, un delimitador de muestra de 1 metro de longitud, y baldes para almacenar las muestras. La cantidad mínima de muestra requerida en cada uno de los puntos de muestreo para la caracterización granulométrica, fue determinada mediante la teoría de Pierre Gy (1).

El procedimiento utilizado en la recolección de las muestras en cada uno de los puntos seleccionados se detalla a continuación. Inicialmente la línea completa de chancado se detuvo, comenzando con la correa N° 1, hasta detener la correa que recibe la descarga de los harneros terciarios, la detención se completa con la parada del chancador secundario y los chancadores terciarios, junto a sus respectivos harneros. A continuación, se realiza la limpieza de los módulos de los harneros terciarios, tanto los superiores como los inferiores. A los chancadores secundarios de ambas líneas se les hace una revisión del close side setting mediante el uso de plomos, verificándose si están trabajando en un tamaño de 12 pulgadas, en caso contrario se ajustan a dicha medida. Posteriormente, se procede a poner en marcha los equipos, siempre en orden inverso, es decir, primero las correas que reciben el material de los harneros terciarios hasta llegar a la correa N° 1, que es la que recibe el material de las tolvas de almacenamiento. Luego, se ponen en marcha los chancadores secundarios y terciarios. Todo este proceso de puesta en marcha se realiza en vacío, es decir, sin material. A continuación se activan los alimentadores vibratorios ubicados debajo de las tolvas de almacenamiento de mineral, de esta forma ingresa el material en el circuito de chancado. Se esperan 30 minutos hasta que se normalice el sistema. Una vez que se verifica que el tonelaje que pasa por la línea de chancado es de 180 t/h (tonelaje promedio con que trabaja normalmente la planta), se para todo el sistema. Con la línea de chancado detenida, se procede a recolectar las muestras en los puntos de muestreo antes indicados. Para ello, se coloca el delimitador de muestra en la correa, luego se procede a extraer todo el material que se encuentra entre ambos planos paralelos de este aparato, empleando una pala de muestreo y una brocha que permite retirar todo el material fino desde la correa. El material obtenido es depositado en baldes de almacenamiento de muestras y después es traspasado a bolsas plásticas. Posteriormente, al material muestreado (6 muestras en total) se le realiza una caracterización granulométrica a través de un análisis granulométrico, utilizando tamices.

3. RESULTADOS

En la tabla I se muestran los resultados obtenidos en las líneas de chancado 1 y 2 en relación a las toneladas por hora de equipos funcionando, entre los meses de enero y junio de 2008. Se observa que la línea de chancado 2, es decir, la que trabaja con los chancadores Barmac en la etapa de chancado terciario, presenta un flujo másico de 7,66 t/h de diferencia con respecto a la línea de chancado 1, lo que representa un promedio de 4,8 % más de toneladas por hora de equipos funcionando.

Tabla I. Toneladas por hora de equipos funcionando para las líneas de chancado 1 y 2, entre los meses de enero y junio de 2008.

Mes	Chancado 1 (t/h)	Chancado 2 (t/h)
Enero	156,19	160,34
Febrero	159,49	164,71
Marzo	149,40	169,90
Abril	151,82	166,48
Mayo	167,01	174,59
Junio	171,18	165,03
Totales	955,10	1001,05
Promedio	159,18	166,84
Diferencia (t/h)	7,66	
Diferencia (%)	4,8	

La disponibilidad operacional de los equipos del chancado terciario que alimentan los molinos de bolas se muestra en la tabla II. Se aprecia que los equipos de la línea de chancado 2 donde se encuentra el chancador Barmac presentan un 14,6 % menos de horas de funcionamiento. Esto se debe a que la línea de chancado en la cual están ubicados los equipos Barmac alimenta a un domo el cual tiene como objetivo almacenar el material el cual va a alimentar a los molinos de bolas 7 y 8 de la planta, y dicho domo llega al tope de su capacidad constantemente, lo que obliga a parar los chancadores Barmac. Por otra parte, los chancadores de la línea de chancado 1 a diferencia de la otra línea de chancado, tiene como objetivo la alimentación de los molinos de bolas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 y al domo respectivo, por lo cual los chancadores terciarios de esta línea están en constante funcionamiento.

Tabla II. Horas de funcionamiento por mes de los chancadores terciarios de las líneas de chancado 1 y 2.

Mes	Chancado 1 (h/mes)	Chancado 2 (h/mes)
Enero	407,95	344,21
Febrero	464,78	353,76
Marzo	500,80	417,67
Abril	461,48	450,69
Mayo	409,57	394,67
Junio	484,18	419,43
Total	2728,76	2380,43
Promedio	454,79	396,74
Diferencia (t/h)	58,06	
Diferencia (%)	14,6	

En relación a la mantención de los equipos, específicamente a los cambio de piezas en ambas líneas de chancado, durante los seis primeros meses del año 2008, el costo de los repuestos de los chancadores Barmac fue de US\$ 0,33 por tonelada de producto, en cambio los gastos en repuestos en los chancadores de cono de la otra línea, fue de US\$ 0,29 por tonelada producida, tal como se muestra en la tabla III.

Tabla III. Datos de gastos en repuestos de los chancadores terciarios de chancado 1 y 2, correspondiente a los seis primeros meses del año 2008.

Ítem	Chancado 1	Chancado 2
Gasto total semestral (US \$)	125.988	131.056
Toneladas totales producidas (t)	434.014	397.575
Gasto en repuestos por tonelada producida (US \$)	0,29	0,33

Al respecto, debe señalarse que si bien las condiciones operacionales en las cuales los Barmac se desenvuelven en la planta han ido mejorado bastante en los últimos meses, con respecto a las condiciones en que operaban al principio, aun no existe, por ejemplo, un riguroso control del material que ingresa a estos chancadores, ya que en la alimentación se presentan partículas sobre tamaños y materiales no chancables (pedazos de metal), estos últimos en algunas ocasiones no son detectados por los imanes ubicados en las correas transportadora, a causa de que la mena de cobre con la cual trabaja la planta posee un alto grado de Fe (magnetita), por lo cual la calibración de los electroimanes se complica, por el hecho de que una mayor sensibilidad en ellos provocaría problemas que llevarían a que las correa transportadoras se pararán constantemente. Por otra parte, no hay una alimentación constante y uniforme en los Barmac, es por ello que no existe seguridad de que se trabaje con un adecuado revestimiento de rocas generado por la fuerza centrífuga en la cámara de trituración de los equipos.

En la figura 1 se presenta la granulometría del material que alimenta a los harneros del chancado terciario. Se aprecia que para tamaños inferiores al F20 (tamaño 20% pasante), el material es levemente más fino en la alimentación de los harneros terciarios de la línea 2 de chancado, pero para tamaños superiores a F20 la granulometría es más fina en la alimentación a los harneros terciarios de la línea 1 de chancado.

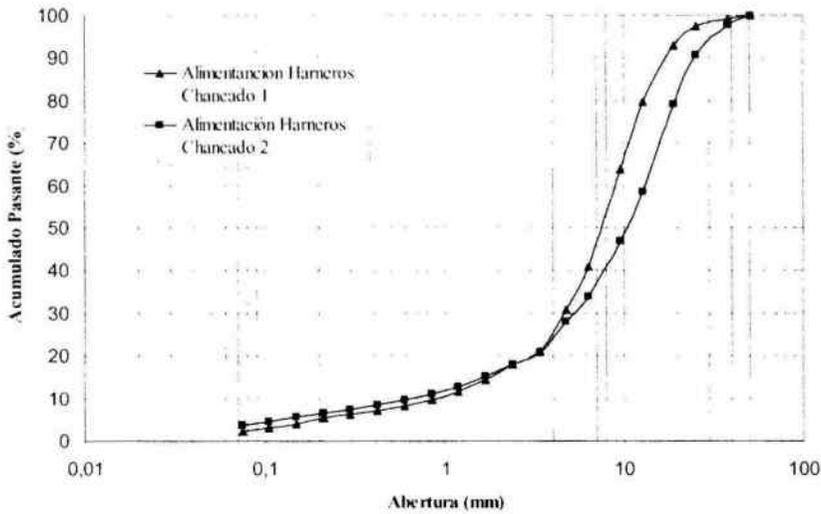


Figura 1. Análisis granulométrico de la alimentación a los harneros del chancado terciario.

La granulometría de la descarga de los harneros terciarios de ambas líneas de chancado se muestra en la figura 2. Se aprecia que en tamaños mayores al P36 (tamaño 36% pasante) de la descarga de los harneros terciarios, ambas líneas de chancado presentan granulometría muy similares, sin embargo para tamaños inferiores al P36 la línea 2 de chancado presenta un material notoriamente más fino.

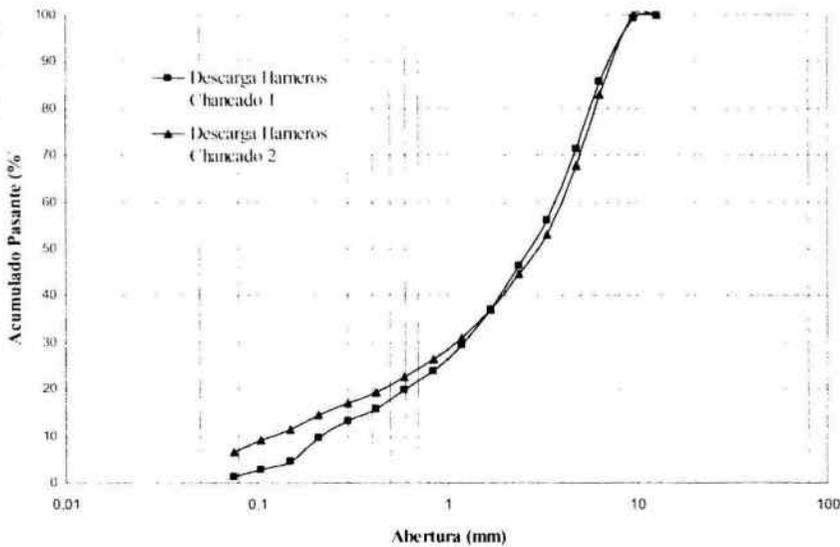


Figura 2. Granulometría de la descarga de los harneros terciarios.

En la figura 3 se muestra la granulometría de descarga de los chancadores terciarios. Se observa que a partir de tamaños inferiores al P32 (tamaño 32% pasante) el material obtenido en la línea de chancado 2 presenta una granulometría notoriamente más fina, mientras que para tamaños mayores al P32 la línea 1 entrega materiales mucho más pequeños.

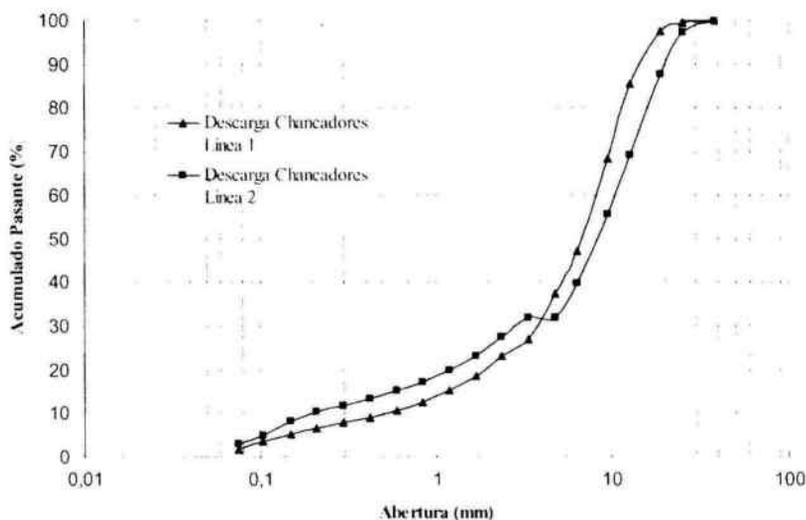


Figura 3. Granulometría de descarga de los chancadores terciarios.

En las curvas de distribución granulométrica que presentan los equipos Barmac, se aprecia que el material obtenido, el cual alimenta a los molinos de bolas, muestra un notable incremento en la cantidad de finos en comparación al material producido en la otra línea de chancado. Sin embargo, el producto obtenido en la línea 1, donde están ubicados los chancadores de cono, presenta una mayor reducción del material en los tamaños granulométricos más gruesos. Es decir, los chancadores Barmac se caracterizan por ser generadores de productos finos pero no son grandes reductores de los tamaños más gruesos producidos en su descarga. No obstante, debe tenerse presente que la mayor generación de finos trae un directo beneficio en la etapa de molienda, ya que teóricamente se supondría que la retención del material en el molino disminuiría, con lo cual se aumentaría la capacidad de éstos y habría un ahorro en el consumo de energía. De acuerdo a lo indicado por Sepúlveda (2), la molienda de los minerales es notoriamente mejorada si se incrementa la fineza de la alimentación fresca al circuito de molienda. En este contexto, los chancadores Barmac entregarían un producto más adecuado para la molienda con molinos de bolas.

4. CONCLUSIONES

Los equipos Barmac B8100 que fueron introducidos como una medida de emergencia en un circuito de chancado sin un previo estudio sobre la ubicación ni características del sistema, presentaron en terreno un desempeño, en términos generales, más que aceptable, mostrando que es factible utilizarlos en faenas mineras de mediana minería en el tratamiento de minerales de cobre, ya que entregan un producto de mayor fineza al circuito y con ello mejoran la producción de la etapa de molienda. El único problema más destacable fue el excesivo recambio de piezas del equipo, lo cual se atribuye a que el circuito en el que están operando no garantiza un acucioso control de parámetros tan importantes como lo son una carga continua y uniforme de material que asegure un revestimiento de roca en la cámara de los Barmac, así como también afecta su operación la presencia de materiales sobre tamaños, los cuales son perjudiciales para el equipo.

Finalmente, debe destacarse que como consecuencia de los buenos resultados alcanzados con la instalación de los equipos Barmac B8100 en la planta concentradora, la empresa realizó la compra de un chancador XD Barmac 120 para un proyecto de la futura ampliación de la línea 1 de chancado, introduciendo este equipo en una etapa cuaternaria de conminución.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de la planta concentradora de cobre Cerrillos, por el apoyo prestado en la realización del presente trabajo.

5. REFERENCIAS

1. Wills, B.A. Tecnología de Procesamiento de Minerales. Editorial Limusa, 1ª ed., 568 p., 1987.
2. Sepúlveda, J.E. ¡Óptimo! Diez "mandamientos" para mejorar la productividad de sus molinos. Minerales, 53:224, p.23-36, 1998.