



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Ingeniería Mecánica

ME56B-Taller de Diseño Mecánico

Visita Planta Las Tórtolas

Informe de Avance

Alumnos:

Juan Cuevas R.

Fernando Torres F.

Profesor:

Alejandro Font F.

26 de abril de 2010

Índice

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
3. Antecedentes	3
3.1. Descripción del Proceso	3
3.1.1. Perforación	3
3.1.2. Tronadura	4
3.1.3. Extracción	4
3.1.4. Chancado	4
3.1.5. Molienda	4
3.1.6. Flotación	5
3.2. Planta Las Tórtolas	5
3.2.1. Insumos	7
3.2.2. Equipos	7
4. Hidrociclón	9
5. Bibliografía	11

Capítulo 1

Introducción

En el siguiente informe se presentará una descripción cualitativa de parte de los procesos y equipos asociados a la producción del concentrado de cobre, dentro del marco de la visita desarrollada a la planta de flotación Las Tótolas, dependiente de la mina Los Bronces, propiedad de Anglo American.

Los Bronces se encuentra ubicada en la Región Metropolitana, a 65 kilómetros de Santiago y a 3.500 metros sobre el nivel del mar.

Los Bronces es una mina de cobre y molibdeno que se explota a rajo abierto. El mineral que se extrae es molido y transportado por un mineroducto de 56 kilómetros a la planta de flotación Las Tótolas, en la que se produce cobre y molibdeno contenido en concentrados. Además, en la mina se produce cobre en cátodos.

En 2008 produjo 235.792 toneladas de cobre fino, entre cátodos de alta pureza y cobre contenido en concentrado, además de 2.578 toneladas de molibdeno contenido en concentrado.

Capítulo 2

Objetivos

Los objetivos del presente informe son:

- La descripción de los distintos procesos llevados a cabo en la Planta Concentradora Las Tórtolas
- Una descripción cualitativa de la operación de los equipos asociados a los procesos
- La descripción del equipo elegido para el diseño

Capítulo 3

Antecedentes



la división Los Bronces de Anglo American Chile se ubica a 60 km de Santiago, a una altura de 3400 msnm. El mineral es enviado 56 km, en forma hidráulica, en un mineroducto que desciende de la mina hasta la Planta Las Tórtolas, ubicada a 50 km al norte de Santiago, en la comuna de Colina. En Las Tórtolas se producen los concentrados de cobre y molibdeno, que son enviados a la Fundición Chagres u otras fundiciones dentro o fuera del país.

3.1. Descripción del Proceso

3.1.1. Perforación

El proceso Mina comienza con el análisis de la información por parte de geología e ingeniería. Mediante el análisis del modelo de bloques, generado con la información disponible de los sondajes de exploración, geología define las zonas minerales a explotar en el mediano y largo plazo. Luego, en el corto plazo (área de producción), los resultados del muestreo de pozos de tronadura permiten definir la identificación de zonas minerales y estériles, de cada uno de los disparos.

Con ello, Ingeniería planifica la extracción de la zona, con lo que define el plan semanal de movimiento de la Mina.

Para las diferentes zonas minerales se establecen mallas que van desde 8 m x 9,2 m a 7,3 m x 8,4 m, mientras que en el estéril se perforan mallas de 9,7 m x 11,2 m. Durante la perforación, se llevan controles de la operación por parte de topografía, tomando la ubicación de los cuellos de los pozos de tronadura ya perforados, mediante la utilización de GPS. En el Dispatch, se lleva el control de los parámetros operacionales de las perforadoras como pull-down, metros perforados en cada pozo, el tiempo de perforación y rendimientos como la velocidad de perforación, disponibilidad y uso del equipo.

3.1.2. Tronadura

Esta área analiza el tipo de explosivo en los pozos dependiendo de la zona de explotación. A su vez, la secuencia de salida de los detonadores se maneja dependiendo de la orientación de los planos de fracturas principales detectadas en terreno, para lograr mejores resultados de fragmentación.

El proveedor de servicios de explosivos es Enaex. La operación se inicia con la introducción del detonador electrónico al fondo del pozo. Posterior a la carga del explosivo en los pozos, se procede a programar cada detonador mediante la utilización de las unidades de programación, las cuales se unen a cables de conexión para transferir la información al chip.

Luego de la perforación y tronadura, el material tronado es transportado a los diferentes destinos, dependiendo de la zona de donde provienen. El estéril es depositado en los botaderos San Francisco y botaderos de lixiviación, mientras que la roca mineralizada entra a Planta.

3.1.3. Extracción

El carguío es el proceso responsable de transferir el producto entregado por perforación y tronadura a los respectivos destinos, dependiendo del tipo de material (estéril, mineral o lixiviado).

En el caso del mineral, el destino por defecto es el chancador primario, aunque dependiendo de la planificación y niveles de stock pile, puede dirigirse hacia stocks ubicados fuera del chancador en donde se almacena mineral para los meses de invierno.

3.1.4. Chancado

El chancador primario descarga su producto en una tolva de finos, la cual alimenta a un par de correas, de las cuales la última se encarga de llevar el mineral del lugar de emplazamiento del chancador primario hasta la entrada del stock pile, donde descarga el producto sobre una tercera correa, la cual alimenta el tripper que distribuye a la carga sobre el stock pile.

3.1.5. Molienda

El circuito de la Planta de procesamiento comienza en los alimentadores situados en la parte inferior o subsuelo del stock pile, los cuales alimentan a una molienda húmeda, el cual reduce el tamaño de las partículas desde aproximadamente un 80 % bajo 2" a 3", hasta 80 % bajo 190 a 200 micrones.

La Planta de Molienda posee una capacidad de entre 55 y 60 ktpd. Consta de dos líneas que integran 2 molinos SAG y tres molinos de bolas, más un circuito de chancado de pebbles generados por los molinos SAG y retorno de ellos hacia la molienda.

3.1.6. Flotación

El mineral molido es enviado a través de un mineroducto hasta la Planta de Flotación las Tórtolas en Colina. El proceso se inicia con una etapa de flotación primaria (rougher) cuyo concentrado es remolido y alimentado a columnas de flotación de limpieza. El concentrado de columnas es enviado a una planta de molibdeno para separar los concentrados finales de cobre (29 % a 32 % de Cu) y de molibdeno (50 % a 51 % de Cu).

Los relaves de flotación primaria y de repaso constituyen el relave final, que es depositado en el tranque de relaves de Las Tórtolas, con capacidad para cerca de 1.000 Mt de relaves.

El concentrado es sometido a espesaje y posterior filtrado para reducir su humedad a alrededor de 9 % y ser despachado a fundición o puerto mediante camiones, previo almacenamiento en Planta las Tórtolas.

El tranque de relaves cuenta con un sistema de captación y recirculación (bombeo) de infiltraciones de agua consistente en una "cortina" de 14 pozos profundos ubicados "aguas abajo" del muro del tranque.

3.2. Planta Las Tórtolas

A la Planta Las Tórtolas entran desde el mineroducto alrededor de 2400 ton/hr de pulpa, que pasan al circuito Rougher. Aquí, de las 2400 ton/hr se recuperan alrededor de 1 % de material que es útil, el resto es material estéril que va al tranque de relave.

Luego del circuito Rougher, la pulpa pasa a través de colectores a los hidrociclones, donde se selecciona el material según su granulometría, despachando el material fino a las Columnas de Limpieza, mientras que el material grueso se recircula a los hidrociclones pasando por los Molinos de Bolas.

Las Columnas de Limpieza son columnas de flotación en las cuales entra el concentrado fino que sale del hidrociclón y, dentro de este material ya fino, se diferencian las partículas finas de las gruesas por medio de la utilización de una solución acuosa con aire, así las partículas finas "flotan" por sobre la solución y son derivadas al espesador y las partículas gruesas se hunden y son retiradas y transportadas al circuito Scavenger.

La operación del circuito Scavenger es idéntica a la del circuito Rougher, solo que se trabaja con el concentrado grueso de las Columnas de Limpieza, de granulometría mucho más fina que la pulpa de las celdas Rougher, y su producto se recircula a los Hidrociclones.

La cola del Circuito Diferencial es un concentrado de cobre que va a al Espesador de Cobre, de donde se despacha a los Filtros Hiperbáricos, de donde se obtiene el producto final con un 11 % de humedad y una concentración de entre 27-30 %.

3.2.1. Insumos

Parte de los insumos de Las Tórtolas son:

- Aceros $86 \frac{g}{t}$.
- Cal $0.3 \frac{Kgs}{t}$.
- Colector $21,1 \frac{g}{t}$.
- Espumante $26,8 \frac{g}{t}$.
- Sulfhidrato de Sodio (NaSH) $4.0 \frac{kg}{ton}$ concentrado de Cu.
- Ácido Sulfúrico $2,9 \frac{kg}{ton}$ concentrado de Cu.
- Nitrógeno $0,1 \frac{m^3}{ton}$ concentrado de Cu.

3.2.2. Equipos

Los equipos principales de La Tórtolas:

- 3 filas de celdas auto-aspirantes de flotación Rougher, 3 Celdas de 4.500 pies^3 y 27 celdas 3.000 pies^3 distribuidas en tres bancos de tres celdas cada uno.
- 2 molinos para remolienda de concentrados ($12.5' \times 27'$. 2000 HP c/u).
- 4 columnas de flotación de 16 m^2 de sección c/u.
- 3 filas de celdas auto-aspirantes para flolación de repaso de 1500 pies^3 . 21 celdas en total con configuración 2-2-3.
- 2 estaciones de hidroclones (20") y bombas de alimentación ($14'' \times 12''$).
- 1 espesador de concentrado mixcto (Cu-Mo). 90' de diámetro.
- 1 espesador de concentrado de Cu. 100' de diámetro.
- 2 filtros hIperbáricos de 5 discos. 60 m^2 c/u.
- 7 sondas de medición en línea de elementos (AMDEL)

- 4 baterías de ciclones para clasificación de relaves. (Primario y Secundario).
- 12 celdas de 300 *pies*³ para flotación diferencial Cu - Mo dispuestas en una sola línea.
- 2 celdas de 300 *pies*³ como primera limpieza concentrados flotación diferencial.
- 1 columna de 1,77 *m*² como segunda limpieza concentrado Mo.
- 1 espesador de 18' para concentrados de Mo.
- 1 filtro de disco al vacío con 3 discos de 6" de diámetro c/u para concentrados de Mo.
- 1 secador eléctrico para concentrados de Mo.
- 7 estaciones de captación/bombeo de aguas en Cordillera.
- Transformadores de 220/66/15 kV y 5 líneas de 66 kV para distribución de energía eléctrica en Cordillera.
- Línea de 23 kV para distribución de energía en Las Tórtolas.

Capítulo 4

Hidrociclón

La separación por sedimentación de partículas se da en la naturaleza en cualquier lago o estanque donde se introduce agua turbia. Las partículas se posan en el fondo, formando un sedimento que posee un grado de espesado en relación con la concentración de la alimentación (feed), mientras que el agua sobrante es clarificada y eliminada como flujo superior (overflow).

Los mismos fenómenos ocurren en una suspensión en rotación, donde fuerzas centrífugas mucho mayores a las producidas por la gravedad producen los efectos de separación por el aumento del grado de sedimentación. Los equipos que se emplean normalmente para este propósito son las centrífugas con camisa maciza, y los hidrociclones pueden ser considerados como una centrífuga de camisa maciza, en la cual ésta permanece fija, mientras que la rotación de la suspensión es producida por la propia alimentación al ciclón, tangencialmente y a presión.

La suspensión de alimentación forma un torbellino primario a lo largo de la superficie interior de la pared de las partes cilíndrica y cónica, dirigiéndose al exterior a través del vórtice cónico. Al ser éste estrecho, solamente una parte de la corriente es evacuada como flujo inferior (underflow), transportando las partículas gruesas o inclusive todos los sólidos con ella. La mayoría del líquido (que ha sido limpiado por la sedimentación de los sólidos en el torbellino primario, o bien que transporta las partículas finas sobrantes con él), es forzado a abandonar el ciclón a través de la tobera del flujo superior (overflow) formando un torbellino secundario ascendente alrededor del núcleo de la carcasa. En el interior del núcleo se crea una depresión, que recoge todo el aire que ha sido transportado como burbujas o disuelto en el agua de alimentación. También el vapor creará esta visible columna central de aire. Debido al incremento de la velocidad tangencial en el torbellino secundario, las altas fuerzas centrífugas generadas traen consigo una eficiente separación secundaria. Las partículas finas rechazadas sedimentan radialmente y se unen al torbellino primario; la mayoría de estas partículas son evacuadas finalmente a través de la boquilla formada por el vórtice del cono. Por consiguiente, la separación dentro de un hidrociclón tiene lugar

como resultado de estos dos procesos, y el punto de corte final será determinado principalmente por la aceleración centrífuga del torbellino secundario interior.

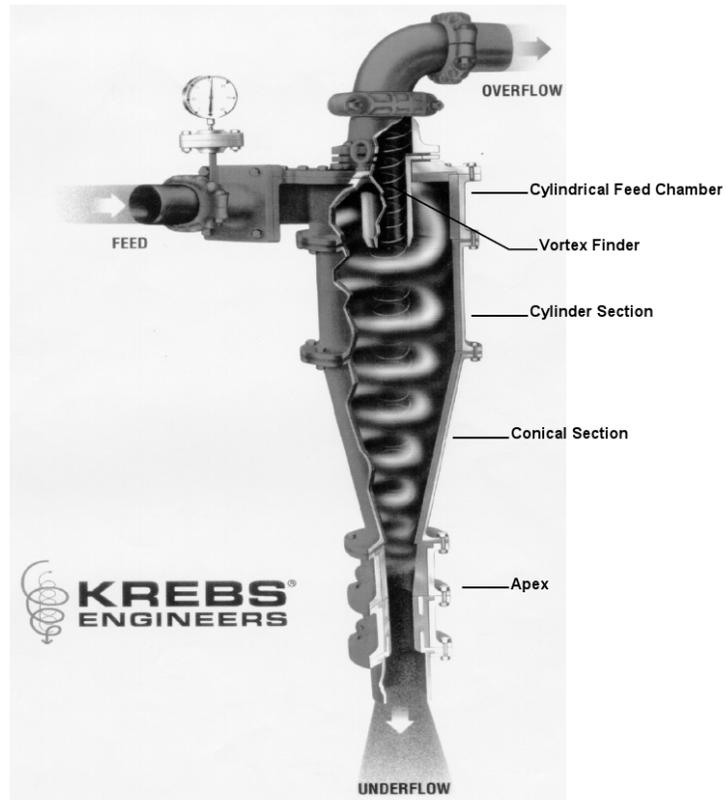


Figura 4.1: Esquema de funcionamiento de un hidrociclón.

Capítulo 5

Bibliografía

- [1] Hurtado E., Nacif J., *Diseño de un sistema Hidrociclones, Informe de Avance*, ME56B-Taller de Diseño Mecánico, 2009.
- [2] *Guía de Ingeniería en Operaciones Mineras, Tecnología y Procesos Productivos*, Portal Minero, 2005-2006.
- [3] http://www.anglochile.cl/es/operaciones/pres_bronces.htm