



Profesor:
Gustavo Lagos
Ph.D. University of Leeds.

Riesgos en la operaciones mineras

Fallas de grandes equipos e inadecuada caracterización de yacimientos causan las más importantes bajas productivas.

NATURALES, TECNOLÓGICOS Y DE GESTIÓN

Los fenómenos naturales que han afectado en algún momento la producción minera chilena son numerosos: terremotos, erupciones volcánicas, nieve, crecidas, avalanchas, derrumbes, deslizamientos en masa, explosiones de roca, y el invierno altiplánico.

De ellos, el evento natural más importante en los últimos 50 años fue el terremoto de 1965, que generó el deslizamiento en masa del tranque de relaves de la mina El Soldado, al norte de Santiago, matando a más de 200 personas. Ello dio origen a una exigente normativa sobre tranques de relave en Chile.

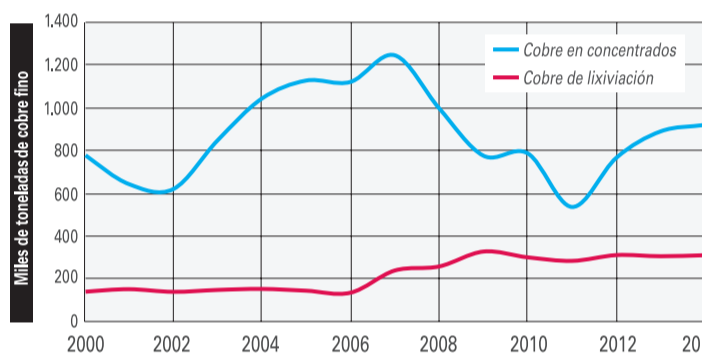
NO MÁS RELAVES CORDILLERANOS

Otro evento muy importante por sus consecuencias regulatorias y productivas fue la crecida experimentada en 1987 en el tranque de relaves de Disputada de Las Condes, la que estuvo muy cerca de desbordar el tranque. Ello puso fin no solo a la construcción de tranques en la cordillera, sino que significó el traslado de una importante fracción de los relaves de dicha compañía al valle al norte de Santiago.

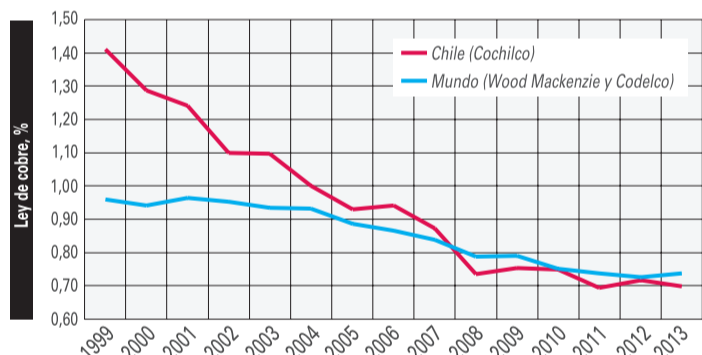
Otro fenómeno significativo, que causó numerosas muertes, fue el de las explosiones de roca experimentadas en la mina El Teniente hasta los años 90, después de lo cual se lograron desarrollar tecnologías para prevenirlas.

El gran terremoto de 2010 no generó, en forma medible, atrasos significativos en la producción de cobre de la zona central del país, pero sí causó

PRODUCCIÓN DE COBRE EN CONCENTRADOS Y MEDIANTE LIXIVIACIÓN DE MINERA ESCONDIDA ENTRE 2000 Y 2014



CONCENTRACIÓN (O LEY) DE COBRE DE LOS MINERALES QUE LLEGARON A LA PLANTA



el derrumbe de un pequeño tranque de relaves, el que arrasó con una casa y con sus cuatro habitantes.

Años antes, el terremoto de 2005 en la Región de Tarapacá produjo destrozos en la mina Cerro Colorado, causando importantes pérdidas productivas, pero afortunadamente sin desgracias personales.

Posiblemente, el fenómeno natural que más estragos productivos ha causado en Chile en los últimos años es el invierno

altiplánico, generando pérdidas de hasta 10% de la producción de la mina Doña Inés de Collahuasi, y menos significativas, en las minas El Abra y otras de la zona.

La conclusión de este breve análisis es que, a pesar de los frecuentes y poderosos fenómenos naturales que experimenta el país, la minería no ha sufrido pérdidas productivas significativas en las últimas dos décadas, salvo las vinculadas con el invierno altiplánico.

1 RIESGOS TECNOLÓGICOS Y DE GESTIÓN

Abordaremos aquí riesgos puramente tecnológicos y atribuibles a la gestión que causan reducción de la producción, con todas las consecuencias que estas tienen sobre los costos y la productividad.

Entre los principales riesgos tecnológicos se cuentan la falla no previsible de equipos y los riesgos geomecánicos. Estos últimos conducen a deslizamiento de taludes, explosiones de roca, y derrumbes.

Es práctica en la actualidad que existan sensores en minas de cielo abierto y subterráneas que indican el movimiento de bloques de roca, pudiendo anticipar el peligro de derrumbe o explosión.

Por ello, la mayor parte de los riesgos geomecánicos caen en la categoría de la gestión, a diferencia de hace algunas décadas, cuando no era posible anticiparlos.

Entre los principales riesgos de gestión de la producción minera se cuentan los accidentes, las huelgas, las fallas en la mantención de equipos e instalaciones que conducen a paralizaciones inesperadas de la producción, el conocimiento inadecuado de los yacimientos, y las fallas en la planificación minera.

En esta clase abordamos los dos últimos aspectos.

Entre las mayores fallas tecnológicas observadas en la minería chilena en la última década se cuentan la de uno de los molinos semiautógenos de Escondida en 2008, el que causó la reducción del 15% en la producción de concentrados en

dicho año, y la falla de uno de los molinos semiautógenos de Collahuasi en 2005 y 2006, con una pérdida similar.

Estas fallas podrían atribuirse a defectos tecnológicos no previsibles, es decir, la gestión de la minera no habría tenido responsabilidad en ellas.

La Figura 1 muestra la expansión de la producción de concentrados de Minera Escondida desde 2002 hasta 2007, y, posteriormente, la caída de esta debido a la reducción de

Es impresentable cuando a medio año se anuncia que la producción de una mina será menor a la proyectada porque la ley de cobre es menor a la estimada o porque las impurezas de la roca son mayores.

la ley de cobre y también a causa de la falla en uno de los molinos semiautógenos.

En 2011 fallas en el sistema de chancado habrían causado, de acuerdo con la memoria de la empresa, una reducción de producción de hasta un tercio de los concentrados. Ello sería una falla de tipo tecnológico. Se indica también en la figura, la expansión de la producción de cobre mediante lixiviación entre 2006 y 2009 y la recupe-

ración de la producción de concentrados desde 2012.

EL DESCENSO DE LEY NO ES UN RIESGO

La aguda reducción de la ley del mineral, es decir, de la concentración de cobre en la roca, es un fenómeno natural que afectó a las minas chilenas en los últimos quince años, y que fue mayor que la experimentada en otros países (Figura 2).

La mayor caída se dio entre 1999 y 2008, mientras que entre 2009 y 2013 esta comienza a reducirse. Esto último, no solo por la entrada en producción de Spence en 2006, con una alta ley de cobre (1,78%), sino por una tendencia geológica de los grandes yacimientos de pórfidos cupríferos chilenos, los que tienen recursos geológicos para más de 50 años con leyes cercanas a 0,5%.

La reducción de la ley de cobre puede ser considerada un riesgo solo en los casos en que el conocimiento del yacimiento sea deficiente, pero no lo es cuando el yacimiento está bien caracterizado.

La empresa Wood Mackenzie estima que la reducción inesperada de la producción minera a nivel global en los últimos años se debió en un 10 a un 30% a menores leyes de cobre que las proyectadas.

Por ello es impresentable desde la perspectiva de la gestión cuando a medio año se anuncia que la producción de una mina cualquiera será menor a la proyectada porque la ley de cobre es menor a la esperada, o porque las impurezas o la dureza de la roca son mayores.

EL DILEMA DEL ARQUERO

En el fútbol, el arquero conoce la pelota y a los delanteros del equipo adversario. Sabe qué esperar y está preparado para esta situación, aunque no siempre responde en forma adecuada.

Cuando el arquero no conoce ni la pelota ni a los delanteros del equipo adversario, por más que esté atento, mirando a todas partes, la probabilidad de recibir muchos goles es muy alta.

El gerente de una planta concentradora o de lixiviación es un arquero. Recibe to-

dos los días roca de la mina para tratamiento.

Cuando el conocimiento del yacimiento es adecuado, está tranquilo porque sabe qué esperar. En cambio, cuando el conocimiento del yacimiento es inadecuado, le llega roca con impurezas impensadas, de composición y propiedades no conocidas, o de ley más baja que la esperada. Tiene que hacer milagros para tratar la roca y recuperar el cobre programado, pero la mayoría de las veces no puede lograrlo.

La tarea de conocer el yacimiento es de los geólogos y de los geoestadísticos, pero también es responsabilidad del gerente general. Este tiene los recursos para realizar más sondeos y mejorar el conocimiento del yacimiento.

LA PLANIFICACIÓN ES UN ARTE

La planificación minera es un arte y no una ciencia. A pesar de que esta herramienta cuenta con sofisticados algoritmos matemáticos y *softwa-*

res que permiten secuenciar la producción minera desde el principio de la explotación de un yacimiento hasta su fin, maximizando el retorno económico o Valor Presente Neto del negocio, existen virtualmente infinitas soluciones para explotar una mina.

Por ello, la maximización del valor del yacimiento depende más de la experiencia y sabiduría del planificador jefe que de los programas matemáticos.

Con frecuencia escuchamos que en una mina de im-

portancia no tienen mineral para dos años más, no porque el mineral haya desaparecido, sino porque para llegar a él hay que extraer mucho estéril.

Normalmente, las minas son capaces de resolver estos problemas, pero hay casos en que ello no ha sido posible.

Collahuasi habría reducido su producción en cerca de 40% en 2012 por un motivo de esta naturaleza.

Lo anterior enfatiza la necesidad de destacar a aquellas grandes minas que han sobresalido por la estabilidad

en su producción durante la última década.

Entre estas grandes minas se encuentran: El Teniente, Los Bronces, Los Pelambres y Andina.

¡Hasta el próximo sábado!

El profesor ayudante de este curso es David Peters, ingeniero de proyectos Departamento de Ingeniería de Minería UC.