



XVIII Congreso Peruano de Geología

Uso de un Índice de Conminución modificado para predecir el BWi en la mina Antamina, Perú

Stephen Windle¹, Toni Kojovic² y Jeff Sullivan³

¹ Geology Manager, Cía. Minera Antamina, Lima, Peru. (swindle@antamina.com)

² Principal, SimSAGE Pty Ltd. (toni@simsage.com.au)

³ Principal, Consultores Recursos Mineros. (jeff@crm-sa.com)

1. Introducción

El "GeM Comminution Index (CI)" fue desarrollado como parte del Proyecto de geometalurgia AMIRA P843. (Kojovic et al., 2010). Muestras de testigos de perforación diamantina fueron trituradas por una chancadora Boyd con apertura estandarizada y después se midió la distribución de tamaños de partículas (PSD) usando tamices.

Las desventajas de la medición original fueron el tamaño grueso del chancado inicial y la medición de la granulometría con tamices. El tamaño grueso del chancado, necesitó un segundo paso de chancado para la preparación de las muestras geoquímicas y la medición con tamices toma bastante tiempo. En Antamina, se modificó el proceso para usar un solo paso de chancado con apertura de 2.2 mm. Se mide el PSD (Particle size distribution) usando un instrumento óptico automático, el "Camsizer". De esta manera, la medición del Comminution Index es rápida y no causa demoras en la preparación de las muestras.

Se usa las distribuciones normalizadas de PSD para derivar parámetros basados en la pendiente e intercepto de la distribución, los cuales representan indirectamente la dureza del material chancado.

Se seleccionó un conjunto de 50 muestras para entrenar el algoritmo; cada muestra siendo un compósito de 5 o 6 muestras geoquímicas individuales y adyacentes, y cada una con su propio CI. Se calculó los PSDs promedios y fueron utilizados para calcular un CI para el intervalo compósito. La mitad intacto del testigo, 40 kg aproximadamente, se usó para medir el Bond Work Index (BWi), SMC A*_b y la chancabilidad.

Con 50 compósitos adicionales se hizo una prueba ciega del algoritmo; fueron procesados de manera idéntica a los primeros 50. Este resumen reporta los resultados de las pruebas.

2. MEDICIÓN Y MODELAMIENTO

2.1. Índice de Conminución (CI)

La medición depende de un proceso consistente de chancado. La apertura del Boyd Crusher (CSS) queda fijado a 2.2mm. Se averigua diariamente este tamaño usando bolas de papel de aluminio.

[Figura 1]

El uso de CSS=2.2mm implica que la producción del laboratorio queda lo mismo que el protocolo anterior, que involucraba varios pasos por la trituradora de mandíbula para lograr 90% del producto pasando - 2mm. Se hizo un programa de ensayos duplicados para demostrar que el nuevo protocolo no compromete la variabilidad geoquímica de los ensayos.

Se tomó una fracción de 125g aprox y se tamizó a +180 micrones. Este paso sirve para separar los finos, ya que la fracción gruesa pasa más rápidamente por el Camsizer. Se midió las masas, y después de la medición del PSD, se hizo un ajuste para tomar en cuenta la masa de los finos. La fracción +180µm pasó por el Camsizer. Dicho instrumento entrega un perfil de tamaños de partículas (PSD). Se puede escoger cualquier valores para los grupos; para este estudio, se usaron los valores estándares de tamizas, 0.18, 0.21, 0.30, 0.43, 0.60, 0.85, 1.18, 1.70, 2.36, 3.35, 4.75, 6.70 y 8.00 mm.

Se logró una producción de 15 muestras por hora, parecido al Boyd Crusher.

2.2. Procesamiento de los Datos

Se define el Índice de Conminución como la pendiente de la distribución normalizada en un espacio log-log.

Otro parámetro útil era el “phi50” que representa el tamaño interpolado del tamizado mediano (que pasaría 50% de la masa de la muestra).

[Figura 2]

3. Modelo del Bond Work Index

Para el modelo de BWi, se usaron las variables como la pendiente CI y phi50, más la densidad y varios elementos geoquímicos. Se hizo pruebas con varias metodologías pero últimamente, un modelo lineal funciona mejor. Un elemento importante del proceso fue la validación cruzada, que usa 90% de los datos para el desarrollo del modelo pero retiene 10% para probar el algoritmo que resulta. El modelo elegido usa el CI, phi50, y densidad, más elementos como aluminio y plata. Finalmente, los datos de las 50 muestras de la prueba ciega fueron testeados con el modelo desarrollado con las primeras 50. El resultado se presenta en la Figure 3. Se logra un error relativo promedio de 13%, que demuestra una capacidad muy buena para modelar el Bond Work Index.

[Figura 3]

4. Conclusiones

Se estableció un nuevo protocolo de preparación de muestras geoquímicas, usando un solo paso por el Boyd Crusher con CSS=2.2mm. Se mide dos parámetros desde el PSD que resulta, “phi50” y “pendiente CI”. En conjunto con la densidad y algunos elementos geoquímicos, se desarrolló un modelo predictivo del BWi, que demuestra un error relativo promedio de 13% en una prueba ciega.

Agradecimientos

Agradecemos al personal de ALS Laboratorios, Lima por su apoyo con la instalación inicial del Camsizer y las pruebas de la nueva metodología.

Referencias

- Kojovic, T., Michaux, S. and Walters, S., 2010. Development of New Comminution Testing Methodologies for Geometallurgical Mapping of Ore Hardness and Throughput. 25th International Mineral Processing Congress (Impc) 2010 Proceedings, AusIMM, Melbourne, p 891-899.
- Windle, S.J., Kojovic, T, Sullivan, J., 2016. Use of a Modified Comminution Index to Predict Bond Work Index and SMC A*b at the Antamina Mine, Peru. Proceedings, Third AusIMM International Geometallurgy Conference, Perth, p. 153-160.

Ilustraciones

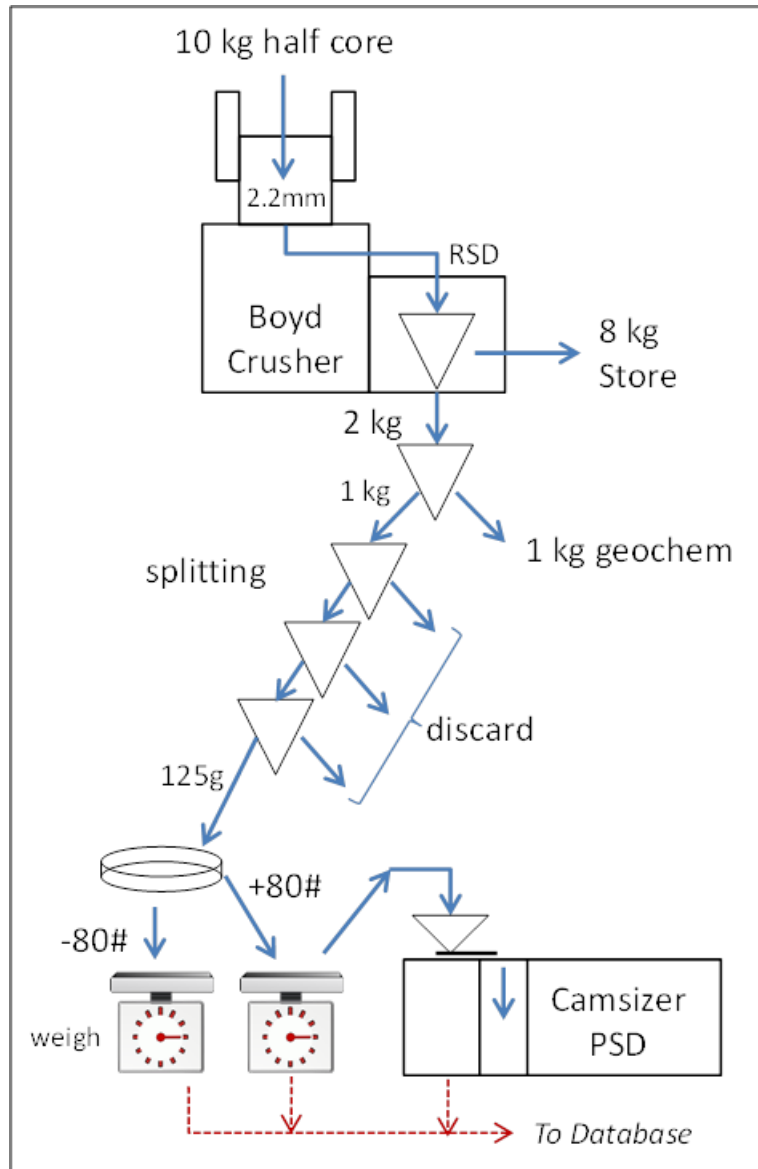


Figura 1 : Nuevo protocolo de preparación de muestras, para facilitar la medición del CI

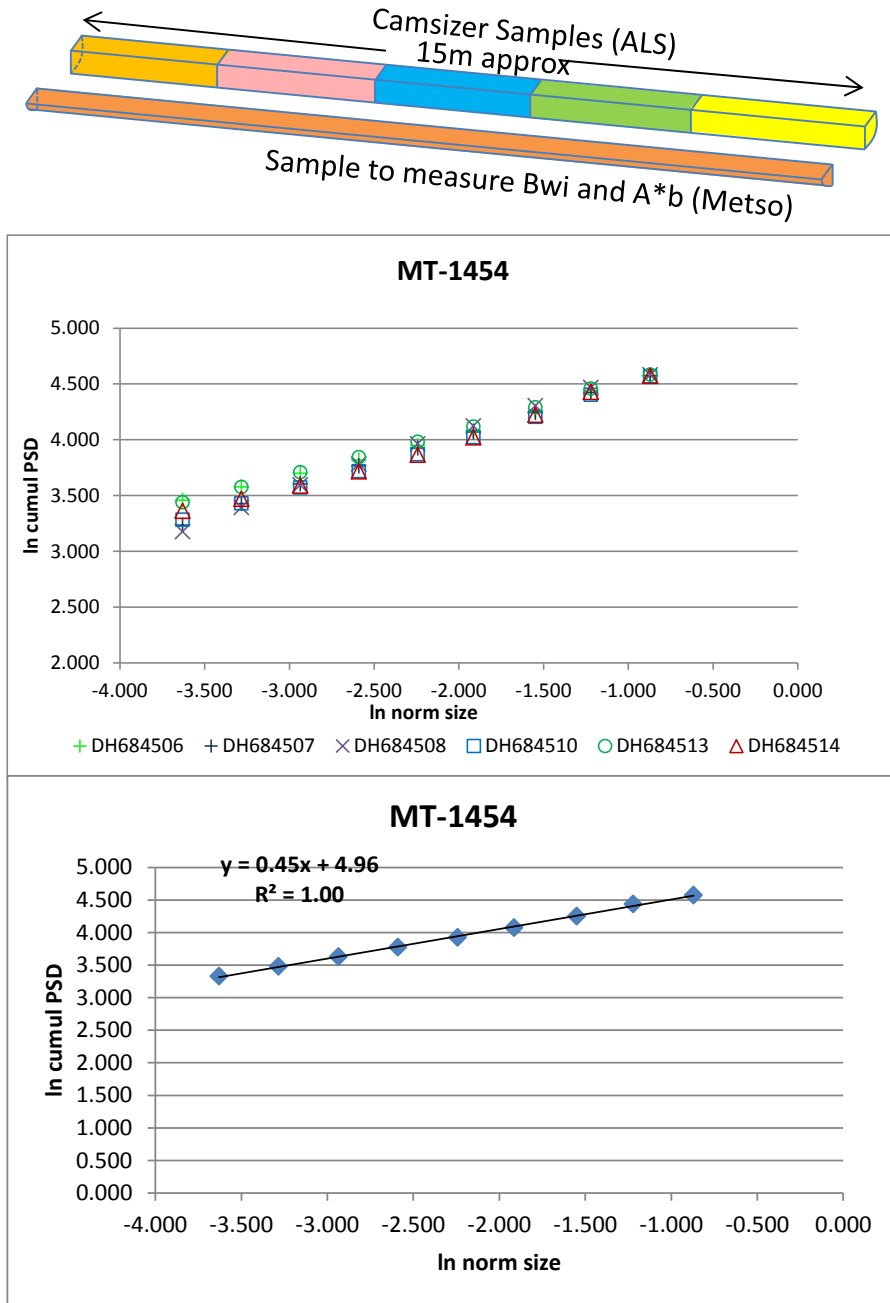


Figura 2 : Las muestras compósitas MT* incluyen varias muestras geoquímicas DH* (perforación diamantina). Las muestras DH* pueden mostrar bastante variabilidad; se usa el PSD promedio para calcular el CI

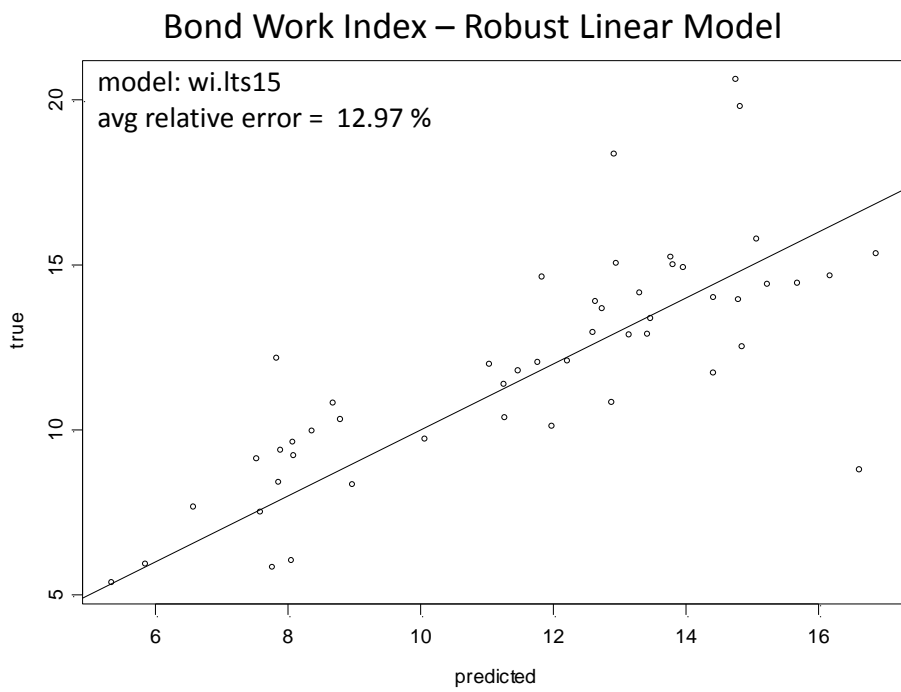


Figura 3 : Valores actuales vs predichos de BWi, prueba ciega