

Columnas de Lixiviación, una excelente herramienta para evaluar la movilidad de los contaminantes provenientes de botaderos y suelos afectados por la actividad minera

Por Cristian Borie, Gerente ATC Minería AGQ Labs Chile, cborie@agqlabs.com

Al realizar visitas a otros laboratorios especializados en geoquímica ambiental o al intercambiar opiniones con colegas de otros países en congresos y ferias técnicas, siempre me ha llamado profundamente la atención la amplia utilización, a nivel mundial, del test de movilidad conocido como columnas de lixiviación o MWMP por sus siglas en inglés (*1), lo anterior con respecto a nuestra realidad en Chile donde tenemos marcadas preferencias en test de lixiviación en frasco como el SPLP de la EPA y el Shake Flask Extraction de la guía MEND por nombrar algunos.

Quizás sea por su escueta aparición en el DS148 que el test SPLP (test de lixiviación por lluvia sintética) se lleva el favoritismo a la hora de evaluar la movilidad de contaminantes desde las instalaciones y botaderos mineros de nuestro país, sin embargo debemos detenernos a pensar y determinar si realmente es posible trasladar la realidad y la complejidad de un sistema como un botadero de estériles a un ensayo con unos pocos gramos de muestra pulverizada y dispuestos en un frasco de extracción con agua destilada con pH ajustado a 4,2; y más aún, determinar si voltearlo sobre su eje a 32 RPM por 24 horas en condiciones de laboratorio (20°C) representa fielmente el fenómeno de meteorización natural del material dispuesto en los botaderos de tal o cual faena minera.

Tal vez para botaderos de pequeñísimas dimensiones, con materiales homogéneos y de bajo tamaño de partícula resulte fácil el ejercicio, pero cuando hablamos de botaderos de varios miles de toneladas de materiales de varias pulgadas de dimensión característica, además de heterogéneos, por cuanto representan distintas épocas de la historia del proceso minero, y por lo tanto, pudiendo provenir de distintas unidades geológicas, la realidad nos dice otra cosa.

Para estos casos es importante contar con herramientas que nos permita lograr un mejor entendimiento de éstos fenómenos de meteorización y movilización, permitiéndonos considerar los aspectos antes mencionados de heterogeneidad de los materiales, tamaños de partícula y una calidad del agua de lluvia sintética acorde a las condiciones del sitio, todo lo anterior sin llegar ni a subestimar ni a sobredimensionar

la movilidad de los distintos contaminantes, ya que como es fácil entender, en el caso del SPLP, al utilizar muestra pulverizada y bajo las condiciones extremas del ensayo, lo más probable es que haya un enorme sobredimensionamiento en la estimación de la movilidad de las distintas especies al ser los fenómenos de transferencia de masa altamente dependientes de propiedades como la relación sólido líquido, la temperatura de ensayo, el área de intercambio S/L, entre otros.

*(*1 Meteoric Water Movility Procedure)*

Las columnas de lixiviación

El test de lixiviación en columnas definido en la norma ASTM consiste en una columna de 15 cm de diámetro, generalmente construida en PVC o acrílico, como la de la figura N°1. La columna remata abajo con 2 platos perforados que junto con un empaque de lana de vidrio soportan el peso de la columna de material.

El sistema se alimenta por la parte superior mediante una bomba peristáltica para asegurar un flujo regular y se debe diseñar con suficiente espacio para poder inundar la superficie de la columna mediante una columna de agua.

El sistema descarga por la parte baja al pasar el extractante a través de la lana de vidrio y los platos perforados, todo lo anterior conforma un sistema de descarga en conjunto con una pieza muy similar a un embudo. El dispositivo lo completa un contenedor de recepción de muestra que se mantiene lo más cerrado posible para evitar contaminaciones.

Nota: Se indica que este tipo de sistemas descargan por abajo ya que también existen las columnas “inundadas” las cuales cargan el extractante por abajo y los descargan por la parte superior tras su paso por el material de empaque.

COLUMN PERCOLATION EXTRACTION DEVICE
(METEORIC WATER MOBILITY PROCEDURE)

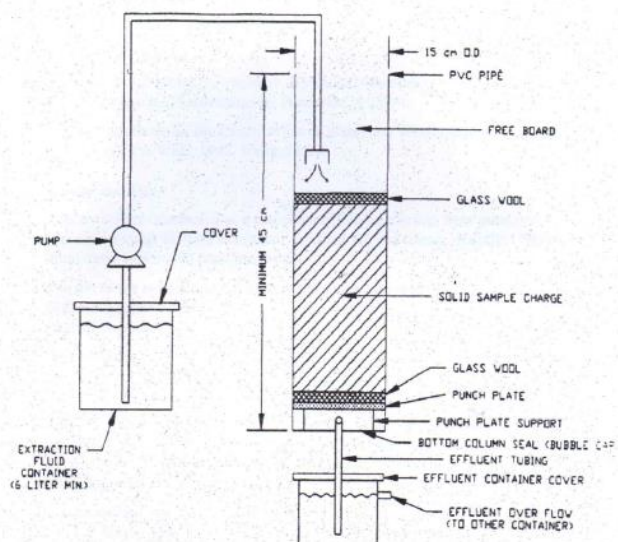


Fig 1: Diseño del sistema según Bureau of mining regulation & reclamation, Nevada Division of Environmental Protection 9/19/90



Fig 2. Sistema de columnas de lixiviación múltiples montado por AGQ Labs

La columna una vez montada se rellena con un mínimo de 5 Kg (B.S.) de material seleccionado y representativo del botadero y que ha sido preparado, por lo general de forma manual, para poder llevarlo bajo malla 2 pulgadas. La columna se rellena cuidadosamente con este material teniendo precaución de no segregarse por tamaño, ni agitar, ni compactar demasiado el empaque de la columna para no generar canales preferenciales que pudieran afectar el flujo en su interior.

(1) ASTM E2242 Column percolation extraction of mine rock by the meteoric water Movility Proceure.*

La construcción del dispositivo, con lana de vidrio en la superficie del empaque, hace que el flujo de extractante sea parejo en toda la sección de flujo de la columna.

El extractante es por lo general agua destilada grado análisis cuyo pH ha sido ajustado al pH de la zona donde se encuentra la faena minera. La tasa de riego se ajusta para que una masa de extractante, equivalente a la masa del material del empaque de la columna medido en base seca, riegue la columna por un periodo de 24 hrs.

El extracto producido es recibido en el contenedor de muestra e inmediatamente alcanzado el volumen de muestra calculado en base a la masa de material empacado, se procede a medir pH, CE y REDOX para luego proceder a filtrar y preservar las distintas alícuotas para su posterior análisis.

El material remanente al interior de la columna se extrae cuidadosamente, se pesa y posteriormente se seca en estufa a 60°C, se clasifica y almacena para posterior análisis en caso de ser necesario.

Todo el proceso de diseño, ensamblado, operación y cierre de este tipo de ensayos debe ser realizado y supervisado por especialistas en geoquímica ambiental.

Comentarios y discusión

Con toda propiedad podemos afirmar que las columnas de lixiviación constituyen una importante herramienta a nivel de laboratorio para poder entender el fenómeno de la movilización de contaminantes producto de la meteorización de materiales provenientes de sistemas complejos como son botaderos, escoriales y tranques o depósitos de relaves. Las columnas de lixiviación nos permiten trabajar con perfiles de material geológico similares a los encontrados en los botaderos y someterlos a meteorización forzada para simular el efecto de la lluvia bajo condiciones sitio-específicas para conocer en detalle cuales son los elementos y sustancias movilizadas.

Otra vertiente interesante del uso de las columnas de lixiviación en minería son los múltiples trabajos que encontramos en literatura donde se disponen, al interior de las

columnas de lixiviación, materiales con la capacidad de retener los contaminantes liberados por el material ensayado, tales como lechos de carbón activado, zeolitas u otros materiales de diversa naturaleza, para medir los efectos y proyectar soluciones de remediación de los efectos producidos por los drenajes mineros.

En una mirada un poco más profunda me resultan extremadamente interesantes los trabajos del profesor Andrés Navarro de la Universidad Politécnica de Barcelona quien ha escrito bastante sobre afectación y recuperación de suelos y aguas subterráneas debido a procesos de movilización de contaminantes provenientes de la actividad minera. Entre las técnicas utilizadas por el profesor Navarro para determinar la movilidad de los contaminantes de interés están las columnas de lixiviación, las extracciones secuenciales y la mineralogía, todo lo cual combinado con modelamiento en plataformas como PHREQ, le permiten al profesor Navarro inferir cuáles son las especies que se están disolviendo desde el material madre y movilizándolo a través de la columna para luego reaccionar, muchas veces formando nuevas especies y precipitados como son los oxi-hidróxidos de hierro, para finalmente mantener algunas especies en solución y liberarlas al medio receptor. Análisis profundos como los del profesor Navarro abren una interesante perspectiva de análisis de datos, donde como siempre hemos dicho, los experimentos sólo demuestran lo que se ha inferido desde el conocimiento hidro-geoquímico.