

PLANTA DE POTASIO EN BOLIVIA - ¿DEPENDENCIA TECNOLÓGICA DE ALEMANIA?.

Saul J. Escalera, Ph.D.

sjescalera@yahoo.com

Enero 26, 2014

En varios discursos el presidente Evo Morales ha pregonado que “Bolivia debe liberarse de la dependencia tecnológica que tiene de las potencias extranjeras, formando profesionales de alto nivel científico para crear Ciencia y Tecnología (C&T) en el país”, inclusive ha otorgado becas a Corea, Francia y China a jóvenes profesionales para entrenarse en tareas de Investigación y Desarrollo (I&D) que les permita luego crear C&T cuando regresen a su patria. Aplaudimos todas estas acciones del gobierno nacional porque apuntan a llenar un sentido vacío en las áreas tecnológicas no tradicionales en Bolivia, v.g. petroquímica y espacial-satelital. Pero cuando se trata de tecnologías para concentrar minerales por el proceso de flotación, Bolivia tiene una rica tradición tecnológica, donde COMIBOL y las empresas mineras medianas y pequeñas las utilizan actualmente con eficiencia para producir concentrados de estaño, zinc, cobre y otros de calidad de exportación.

Por lo expuesto, llama mucho la atención que la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) haya contratado en forma directa y pagado 4,8 millones de dólares a la consultora alemana ERCOSPLAN – financiados con recursos del crédito del Banco Central de Bolivia (BCB) – para el diseño de una planta de flotación para producir 700.000 toneladas por año de cloruro de potasio (KCl) con 95 por ciento de pureza, a partir de la salmuera del Salar de Uyuni [ANF - La Paz Diciembre 19, 2013].

Cabe reconocer que ERCOSPLAN es una firma de ingeniería alemana que tiene 50 años de experiencia en el diseño de plantas de cloruro de potasio, por lo que estamos seguros que realizó un buen trabajo. Pero, si la licitación hecha por la GNRE hubiera sido abierta, las consultoras bolivianas en ingeniería habrían respondido positivamente garantizando calidad de trabajo y prontitud de entrega del diseño y especificaciones de la planta de flotación, e inclusive ofertando precios más económicos que la alemana ERCOSPLAN. Además y tal vez más importante, se habrían abierto fuentes de trabajo para ingenieros y técnicos bolivianos expertos en flotación, tal como demostramos en el presente artículo.

1. Proceso de Flotación del Cloruro de Potasio.

En el proceso para concentrar silvita (KCl), la primera operación que se realiza es la cosecha de la silvinita (KCl+NaCl) cristalizada de las piscinas de evaporación – que es una operación mecánica realizada con bulldozers y palas mecánicas – y luego es transportada a una planta de molienda del mineral seguido de una operación de tamizado para producir mineral clasificado en tamaños apropiados para su flotación; este material es luego enviado a la planta de flotación donde es colocado en buzones de alta capacidad para alimentar las celdas de cada circuito de flotación: grueso y estándar. La flotación de silvita (KCl) se realiza para separarlo de la halita (NaCl) en medio de salmuera (solución supersaturada de sales en agua) a un pH natural y una pulpa de 20% sólidos, utilizando celdas de flotación revestidas con material resistente a la corrosión y los ductos de transporte son fabricados con PVC de alta densidad.

En la industria canadiense – la mayor productora de potasio en el mundo – el proceso para flotar silvita (KCl) se realiza en dos circuitos separados: granulado (-6+25 mallas) y estándar (-25+150

mallas). La flotación del circuito estándar (-25+150 mallas) no presenta ningún problema y se usa una amina primaria (RNH₂) de cadena carbónica larga (R=C₂₀) como colector catiónico y MIBC (alcohol compuesto) como agente espumante. La amina primaria es muy selectiva y se adsorbe a las partículas de KCl para flotarlas fácilmente y sacarlas de la celda por medios mecánicos; las aminas primarias no tienen ningún efecto sobre las partículas de NaCl que se depositan en el fondo de la celda, el concentrado obtenido sale con ley de 98% KCl y la recuperación es del 93%.

La flotación del circuito granulado (-6+25 mallas) es más difícil por el tamaño grande de las partículas de KCl, por lo tanto, además del colector amina primaria hay necesidad de añadir fuel-oil como “agente extensor” para dar mayor hidrofobicidad a la partícula, también se añade un óxido de amina como “promotor-espumante”, que actúa sobre la espuma haciéndola más resistente y estable para que las partículas flotadas de KCl sean removidas de la celda con facilidad. El agente “óxido de amina” fue ideado y desarrollado por el autor del presente artículo cuando trabajó como Investigador Senior en la Sherex Chemical de USA y fue aplicado con éxito en la planta de COMINCO de Saskatchewan, Canadá, para la flotación de silvita (KCl) gruesa (-6+25 mallas) produciendo concentrados de 96% KCl y una recuperación de 90%. Estos excelentes resultados permitieron que el autor del presente artículo obtenga la patente de invención: US PATENT No. 4.325.821 el 20 de Abril 1982. Desde el año 2009 el autor ha ofrecido transferir la tecnología de su invención al Ministerio de Minas y Metalurgia y al grupo GNRE de Bolivia y hasta hoy no ha recibido ninguna respuesta.

2. Proceso de Flotación de KCl Desarrollado por la GNRE-Bolivia.

Recordamos que el año 2008 el Gobierno Nacional conformó la Comisión Científica llamada CCII-REB de técnicos bolivianos bajo la supervisión del Ing. Echazú gerente de la GNRE de COMIBOL para desarrollar el proceso de producción del litio y del potasio del salar de Uyuni con financiamiento inicial de \$US 5,7 millones del Gobierno Boliviano.

Luego de 4 años de hermetismo total, en Marzo 2012 el Ing. Bustillos del grupo GNRE en su conferencia “Avance en la Industrialización de los Salares de Bolivia” en CODEPANAL-La Paz, presentó el diagrama de flujo del proceso de flotación de KCl desarrollado por el grupo GNRE en cuatro años de trabajo y en base al que se construyó la planta de Llipi-Llipi, explicó además que el trabajo demoró cuatro años porque se trabajó en la investigación de un proceso propio y luego se procedió a la construcción de la planta piloto de 1.000 TM/mes de silvinita (KCl+NaCl), con un costo total de \$US 17 millones. Finalmente, la planta de KCl en Llipi-Llipi fue inaugurada en Septiembre del 2012 [[www.evaporiticobolivia](http://www.evaporiticobolivia.com), 2012].

En Noviembre 2013, durante el Primer Congreso de Ingeniería Industrial de la FNI-UTO, el autor del presente artículo presentó una ponencia con el análisis técnico sobre los resultados obtenidos en la Planta de Llipi-Llipi y los comparó con los de la planta COMINCO de Saskatchewan en Canadá. Esta comparación dio como resultado las siguientes observaciones: **(a)** las 21 piscinas de evaporación que tiene la GNRE son muy lentas y demoran más de un año en producir la silvinita alimentada a la planta de flotación de KCl. Además producen una silvinita con ley pobre en contenido de K (40% KCl) para ser alimentada en la planta de flotación, esto quiere decir que no se está controlando bien el proceso de cristalización en las piscinas de evaporación; **(b)** la ley de la mena alimentada a la planta de Llipi-Llipi es de apenas 20% KCl; un material muy pobre comparado con la alimentación a la planta en Atacama, Chile, que es de 34% de KCl y la planta canadiense que generalmente tiene una ley de silvinita de 40% KCl; **(c)** el concentrado de silvita obtenida en Llipi-Llipi es de baja calidad con ley de 76 % KCl haciendo que el radio de

concentración sea de 10, lo que quiere decir que hay mucha pérdida de KCl en las colas (non-float); **(d)** la recuperación de silvita KCl es de apenas 80 %, esto quiere decir que hay mucha pérdida de KCl en las colas (non-float); **(e)** el concentrado producido tiene un tamaño de grano de -14+48 mallas (Serie Tyler), que no es granulado ni estándar y no se ajusta a las exigencias del mercado internacional de potasa (KCl) que tradicionalmente ofrece los siguientes tres tamaños: **granulado** (-6+20 mallas) con ley de 96% KCl, **estándar** (-20+65 mallas) con ley de 98% KCl y **fino** (-65+150 mallas) con ley de 95% KCl, donde el precio del granulado (\$US 200/TM) es mayor al del estándar (\$US 100/TM) porque es más apetecido por los agricultores por tener un efecto residual en su función como fertilizante para las plantas [<http://spanish.alibaba.com/product-gs/potassium-chloride-kcl-agriculture-1222387045.html>]. Entonces, consideramos que el producto concentrado de KCl de la GNRE no podrá competir en el mercado sudamericano, especialmente Venezuela que compra KCl del Canadá para su planta NPK en el Estado de Valencia, porque no producen los tamaños grueso y estándar que normalmente requiere la industria de fertilizantes NPK en el mundo.

Como resultado del análisis concluimos que el proceso de flotación de KCl desarrollado en laboratorio por el grupo GNRE no ha seguido el protocolo científico de investigación acostumbrado, porque ha cometido errores conceptuales y de procedimiento, sin tomar en cuenta lo que se practica en la industria mundial del potasio y por ello los resultados son pobres. Solo esperamos que la ERCOSPLAN – como expertos mundiales que son – haya mejorado el proceso para luego diseñar la planta industrial de KCl según los estándares que exige el mercado mundial de potasio; sólo así se podría justificar el alto precio cobrado por la consultora alemana para realizar el estudio y diseñar la planta.

3. Capacidad de la Planta de Flotación Diseñada por ERCOSPLAN.

El gerente de la GNRE Alberto Echazú ha informado que la capacidad de la planta diseñada por la alemana ERCOSPLAN es para la producción de 700 mil toneladas/año de cloruro de potasio con 95% de pureza en términos de KCl. También informó que la planta utilizará como materia prima 2,20 millones de metros cúbicos por año (6.100 metros cúbicos/día) de silvinita (KCl+NaCl) cristalizada, que proveerán las piscinas de evaporación instaladas en el salar de Uyuni. La planta será construida en un área de 500 por 500 metros y podría estar concluida en 2016.

Ahora bien, como el radio de concentración en el proceso desarrollado por la GNRE y probado en la planta de Llipi-Llipi es de 10 (calculado por el autor en base a los resultados informados por la GNRE), para producir las 700.000 TM/año de concentrado KCl en la planta diseñada por la ERCOSPLAN se requieren de 7 millones de TM/año de mena silvinita, o sea, 19.500 TM/día de silvinita, esto significa que cada una de las 21 piscinas de evaporación que tiene la GNRE en Uyuni tendrá que producir 925 TM/día de costra de silvinita para ser cosechadas y alimentadas a la planta de flotación de KCl. La pregunta obligada es ¿podrán las 21 piscinas de evaporación producir suficiente cantidad de mena silvinita para alimentar a la planta de flotación de KCl?; dudamos que lo hagan y que al final tengamos una planta sobredimensionada al igual que la de Karachipampa – que también fue diseñada y construida por una empresa alemana Klockner – que por falta de mineral no entró en funcionamiento hasta el día de hoy.

4. Expertos Bolivianos en Flotación.

Por lo expuesto anteriormente, la flotación de silvita KCl para separarla de la halita (NaCl) no debe ser un problema para los ingenieros y técnicos bolivianos, porque estamos acostumbrados a flotar minerales con mucha eficiencia desde hace muchos años produciendo concentrados de estaño, zinc, cobre y otros metales importantes, y que inclusive operaron en plantas de hasta 1.000 TM/día en

Colquiri de COMIBOL. Entonces operar una planta de flotación de silvita KCl será relativamente fácil para los ingenieros bolivianos, tal vez el manejo de algunos equipos modernos de flotación – celdas cilíndricas – sea un tanto diferente que el de las antiguas celdas cúbicas de flotación; sin embargo nada difíciles de aprender para los técnicos bolivianos.

Cabe resaltar que la Facultad Nacional de Ingeniería (FNI) de la UTO en Oruro, posee la capacidad de realizar pruebas de laboratorio para desarrollar tecnología de flotación de minerales; en la misma ciudad está Spectrolab, un centro donde se realizan estudios – mineralógicos, composición, granulometría, determinación de leyes de minerales y productos procesados – utilizando métodos modernos por espectrografía de emisión, de rayos X y de absorción atómica. Asimismo, en Bolivia existen empresas que poseen el conocimiento para elaborar proyectos, dimensionar equipos y diseñar plantas de flotación con solvencia tecnológica y a un costo menor que las firmas de ingeniería del exterior. En efecto, en La Paz está la empresa Mineral Processing, una consultora de desarrollo y diseño de procesos metalúrgicos; en Santa Cruz está la empresa metal mecánica Caballero de Santa Cruz, que es la más grande y más completa de Bolivia y construyó el horno Ausmelt y toda su estructura para la fundición de estaño de Vinto en Oruro; en Cochabamba está la empresa Enabolco, con experticia en proyectos de ingeniería, construcción de estructuras metálicas y utiliza tecnología de punta aplicando robótica para diseñar y construir sistemas de control de calidad para diversas industrias. También hay industrias nacionales expertas en la fabricación de equipos y accesorios para plantas de concentración de minerales de buena calidad y precios económicos que nada tienen que envidiar a las importadas del exterior, v.g. Aceros Tesa en Oruro.

5. Comentarios Finales.

Habiendo demostrado en este artículo que existen empresas bolivianas calificadas para el diseño de la planta de KCl en Uyuni, lamentamos que el grupo GNRE haya contratado directamente a la consultora alemana ERCOSPLAN por 4,8 millones de dólares cuando debía haber dado oportunidad a las empresas bolivianas para realizar dicho trabajo.

Sin embargo, con la finalidad de aportar con ideas creativas, recomendamos al MMM y la GNRE que tome las siguientes medidas.

Primero, consideramos necesario y urgente que el Gobierno Boliviano encargue al MMM formar una Comisión Científico–Técnica de alto nivel, contratando a expertos bolivianos en el rubro del procesamiento de evaporitas para realizar una auditoría técnica sobre el trabajo realizado por el grupo de la GNRE así como el diseño de la planta entregado por la ERCOSPLAN, con el fin de determinar si el proyecto de industrialización del KCl del Salar de Uyuni elaborado garantiza una viabilidad económica y financiera, antes que la GNRE licite la construcción, el montaje, el equipamiento y la puesta en marcha de la fábrica este año 2014.

Segundo, se ha informado que el diseño de la planta entregada por la ERCOSPLAN fue hecha para dos módulos de flotación – llamados trenes por la GNRE – cada uno produciendo 350.000 TM/año de concentrado KCl; nuestra recomendación es que se construya solamente uno de ellos con el fin de satisfacer la demanda nacional que es de 100.000 TM/año de KCl [Uberhuaga, 2008] y el resto de la producción de 250.000 TM/año de KCl podrá ser exportada para cubrir la demanda de fertilizantes potásicos de los países de la subregión andina, como Venezuela que importa potasa desde el Canadá.

Finalmente, sugerimos que el Gobierno Nacional encargue a la GNRE que contrate firmas bolivianas de ingeniería para la construcción de la infraestructura de la planta de KCl en Uyuni a ser

adjudicada. El tiempo de construcción civil, el montaje de los equipos y maquinaria, y la puesta en marcha será de dos años a partir de la orden de proceder y terminada en 2016. Si se les da la oportunidad, estamos seguros que las empresas bolivianas participarán con solvencia. Esto significará hacer patria!

(*) El Dr. Escalera es Ph.D. en Ingeniería de USA. Fue Investigador Senior de la Sherex Chemical Co, USA, donde obtuvo la Patente: US PATENT No. 4.325.821 en base a sus investigaciones sobre evaporitas del Canadá. Actualmente es Profesor Emérito de la UMSS y Consultor en Procesos Industriales con sede en CBBA.