



**SGP**  
FUNDADA 1924

## XVIII Congreso Peruano de Geología

# Procesos de Separación Magnética y Electroestática de Tierras Raras: Caso de Estudio Proyecto Capacsaya, Norte del Cusco

**J. Ochoa<sup>1</sup>, R. Cruz-Saco, E. Carrera, L. Cerpa<sup>2</sup>, M. Cruz<sup>3</sup>, E. Monteblanco<sup>4</sup> y A. Gutarra<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Materiales Nano estructurados, UNI, Lima, Perú. (agutarra@uni.edu.pe)

<sup>2</sup> Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. INGEMMET, Lima, Perú. (lcerpa@ingemmet.gob.pe)

<sup>3</sup> Minera Rio Sol, Cusco, Perú.

<sup>4</sup> Institut Jean Lamour, CNRS, Université de Lorraine, BP 70239, 54506 Vandoeuvre lès Nancy, France.

## 1. Introducción

El Proyecto Capacsaya es uno de los últimos descubrimientos de proyectos minerales en el Sur del Perú. La característica principal de este proyecto es la ocurrencia de tierras raras asociadas a la presencia de óxidos, y contenidos significativos de cobre, zinc, cobalto y aluminio. Las tierras raras (TRs), así como el hierro, níquel y cobalto son elementos de filiación magnética y en los últimos años, son la base para el desarrollo de los dispositivos tecnológicos más avanzados (Ocuya, 2011). En la actualidad, el principal productor es China, con una concentración del 95% de producción mundial, y descubrimientos como el de Capacsaya nos abren la posibilidad de participar en este mercado. Sin embargo, las distintas características de los minerales identificadores, debido a sus distintas propiedades para su separación y concentración respecto a los minerales ganga, hacen que sea su prioridad su identificación.

La identificación correcta así como una variedad de métodos para la concentración y recuperación de los minerales indicadores desde las muestras, pero las limitaciones como el tamaño de partículas y el rango deben de ser testeados para poder obtener los más óptimos resultados. Es en este contexto que en el Laboratorio de Materiales Nanoestructurados (LMN), de la UNI, se lleva a cabo la implementación del equipamiento y la elaboración de procesos para la separación de minerales que contienen TRs.

En este trabajo presentamos los avances realizados en la puesta en funcionamiento y optimización de dos técnicas utilizadas en el proceso de obtención de TRs en 20 muestras del proyecto, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo a su alto contenido en TRs. En la primera etapa, para la obtención de los materiales magnéticos, se desarrollaron dos técnicas: (i) la separación magnética (Oberteuffer, 1974) y (ii) la separación electrostática (Wu 2009).

## 2. Contexto geológico

El Proyecto Capacsaya se encuentra ubicado en el departamento del Cusco a 123 km al norte de la ciudad del Cusco. Se accede por la vía Cusco-Lares, hasta tomar el desvío para acceder por trocha y posteriormente a pie.

A nivel regional está emplazado en la intersección de las fallas regionales Patacancha y Urcos-Sicuaní-Ayaviri. Donde se emplazaron granitos Permo-Triásicos de composición metaaluminosos a peraluminosos, que se encuentran relacionados a ocurrencias de Cu, Mo, W, Sn y LRREE.

El Proyecto Capacsaya presenta tres sectores: Este, Oeste y Principal; siendo en el último donde se registran los valores anómalos de RREE. Litológicamente el depósito está en Granitos y riolitas que intruyen al Grupo Ambo. Cortados por diques andesíticos y dioríticos. Donde las zonas con granitos alterados presentan valores de 0.2 a 1.2% de TREO (Total de Óxidos de Tierras Raras). Los valores de tierras raras ligeras llegan hasta un máximo de LREO=3% (Cruz et al, 2015)

La identificación de minerales indicadores de yacimientos, no es un concepto nuevo tanto para labores de exploración como en geometalurgia (Gent et al 2011). Sin embargo para la correcta identificación y caracterización de las propiedades físicas, para poder optimizar su recuperación deben de ser considerados para proceder a una óptima recuperación. Para iniciar los trabajos de separación se identificó que la muscovita es el mineral que más aporta en contenido de LREE, además de minerales que contengan Ti y Fe en su composición.

### 3. Separación Magnética

Para la separación magnética se puso en funcionamiento un electroimán VARIAN 3603 de hasta 1.2T ( $P_{max}=11500W$ ), instalando un tambor rotatorio en el centro de los polos de forma cónica. La geometría del tambor rotatorio fue optimizada de acuerdo al tamaño de las partículas de mineral seco granular a separar, ver Fig. 1(a). En esta primera etapa de la optimización se tomaron en cuenta parámetros como la distancia entre los conos, intensidad de campo magnético, su no homogeneidad y la frecuencia angular de rotación del tambor. Se obtuvo una eficiencia del 18% para 20s de funcionamiento del tambor a campos 200mT.

### 4. Separación Electroestática

En el caso de la separación electroestática, se utilizó un equipo compuesto por un tambor rotatorio cargado con un voltaje del orden de los kV, ver Fig.1 (b). Este sistema nos permite separar los minerales de diferentes tamaños, complementando la separación magnética. Se desarrolló el formalismo matemático que toma en cuenta las diferentes interacciones de las partículas del mineral (gravedad, tamaño de partícula, magnetización, constante dieléctrica, campos eléctricos o magnéticos, velocidad de desplazamiento, etc.). Esto permitirá el modelamiento y la simulación computacional de estas dos técnicas.

### Agradecimientos

Los autores agradecemos a la empresa Compañía Minera Rio Sol por ser partícipes de este proyecto. A CONCYTEC con su fondo de investigación en ciencia FINCYT por auspiciar el proyecto de investigación: "Innovaciones en técnicas físicas y químicas para el Procesamiento de Tierras Raras en el Perú".

### Referencias

- Cruz, M., Mamani, M., Rodriguez, R. (2015) Geochemical characteristic of Capacsaya Deposit and Relationship with LREE Concentration, Cusco-Perú. Pro Explo 2015.
- Gent, M, Menendez, M, Toraño, J, Torno, S. 2011. A review of indicator minerals and simple processing methods for geochemical exploration. Journal of Geochemical Exploration. v. 110, p. 47-60.
- Jordens, A., Cheng, Y.P., Waters, K.E. (2013) A Review of the beneficiation of rare earth element bearing minerals. Minerals Engineering. v. 141, p. 97-114

Oberteuffer, J.A. (1974) Magnetic separation: A Review of Principles, Devices and Applications. IEEE Transactions on Magnetics. v. MAG-10: 2p.

Ocuya, T. (2011) The situation regarding rare elements.

Wu, J., Li, J., Xu, Z. (2009) An improved model for computing the trajectories of conductive particles in roll-type electrostatic separator for recycling metals from WEEE. Journal of Hazardous Materials. v. 167 (1-3), pp. 489-493.

### Ilustraciones.

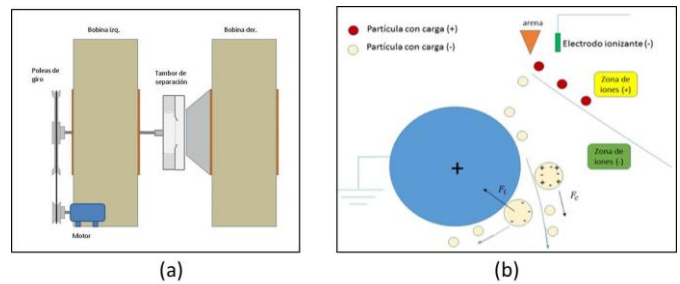


Figura 1. Esquema del tambor rotatorio en el sistema de separación magnética (a) y electrostática (b).