

POTENCIAL GEOLÓGICO DE ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS (REE) EN EL CENTRO DEL PERÚ.

Michael VALENCIA & Alexander SANTISTEBAN.

mvalencia@ingemmet.gob.pe, asantisteban@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

Las tierras raras son un grupo de elementos químicos comprendidos entre el lantano y el lutecio, y a los que se suman por sus propiedades similares los metales de transición escandio e itrio. Se componen de una mezcla de óxidos e hidróxidos (Samson, & Wood, 2004).

Por sus características físicas y químicas, que son similares en todos, tienen aplicación en diversos artefactos electrónicos y; como elementos de aleación, dan características especiales a los metales y al vidrio. Por lo tanto, las tierras raras tienen una importante demanda en el mundo por su empleo en la industria (Unger, 2009).

En el Perú, las principales rocas relacionadas con estos elementos, comprenden los intrusivos de batolitos y stocks de tendencia alcalina a peralcalina, y que también se relacionan a depósitos de U-Th, y que evidencian fusión de litósfera subcontinental antigua (Chirif, 2011). Sin embargo, hasta ahora no se ha descubierto un depósito mineral de tierras raras en el Perú de envergadura.

Este trabajo está enmarcado en los estudios metalogénicos regionales que realiza la DRME del Ingemmet y cuyo objetivo es el de encontrar zonas potenciales geológicamente para la ocurrencia de depósitos minerales de tierras raras en el centro del Perú.

Entre las rocas que tienen potencial como rocas alcalinas en el centro del Perú tenemos al Batolito de San Ramón en Junín (Chirif, 2011); sin embargo, la zona donde se emplaza el batolito, es de pobre acceso con abundante cobertura vegetal, por lo que es una zona con escasa información geológica.

METODOLOGÍA APLICADA

Se realizó un muestreo selectivo de rocas intrusivas y se enviaron a laboratorio para análisis geoquímico por 55 elementos por el método del ICP-MS con fusión de peróxido de sodio. En total se tomaron 234 datos geoquímicos, que depurados y seleccionados, fueron ploteados en diagramas geoquímicos para la clasificación de tipo de rocas (De la Roche *et al.*, 1980), así como el diagrama de Alcalis vs Sílice (Le Bas *et al.*, 1986) y el diagrama de índice de aluminosidad (Shand, 1927), usado para diferenciar las muestras de la serie metalumínica, peralumínica y peralcalina.

GEOLOGIA REGIONAL

Las unidades geológicas sedimentarias forman franjas de dirección NO-SE y que de NE al SO se distribuyen en este orden (Figura 1): Precámbrico, que comprende rocas metamórficas; le sigue un Paleozoico inferior metasedimentario y marino (Devónico); un Paleozoico superior (Carbonífero) continental y marino; y sobreyaciendo tenemos secuencias calcáreas marinas (Triásico-Jurásico), recubiertas por unidades cretáceo-paleógenas de la Faja Subandina al extremo NE; seguidamente con la misma tendencia y orientación tenemos al Cretáceo marino continental de la Cuenca Occidental y el Cenozoico caracterizado por un vulcanismo de arcos magmáticos (Mioceno-Neógeno) que cubren el eje de la Cordillera Occidental junta a las capas rojas (del Paleógeno).

MAGMATISMO

En base al diagrama de alcalis totales vs sílice (TAS) de Le Bas *et al.* (1986) se ha determinado que en la zona de estudio tenemos rocas alcalinas, calcoalcalinas y toleíticas (Figura 2). Las rocas del permotriásico son generalmente intrusivos alcalinos o de tendencia alcalina; mientras sus volcánicos permotriásicos son generalmente toleíticos. Esta aparente contradicción se debe básicamente a la alteración de algunas de las muestras, con pérdida de Na, K, Ca y aumento relativo de Si y Al, debido a procesos supergénicos en las muestras de la zona selva y procesos hidrotermales en muestras cercanas de algunos proyectos en la zona alto andina, pero sin afectar las concentraciones de tierras raras.

En el carbonífero las rocas tienen una tendencia alcalina. Asimismo, se ha reconocido una serie de rocas peralcalinas ubicadas en el extremo superior del diagrama. Mientras en el Oligoceno tenemos

que las rocas son principalmente calcoalcalinas, lo mismo que algunas rocas del Eoceno y Mioceno, y algunos diques aparentemente del Paleoceno indican un comportamiento toleítico. Asimismo, algunas lavas dacíticas y cuerpos andesíticos del Eoceno y Mioceno dan valores con tendencia toleítica.

Las intrusiones del Cenozoico de cuerpos subvolcánicos y lavas del Cenozoico son calcoalcalinas; mientras ciertas lavas y cuerpos subvolcánicos tienen tendencia alcalina.

En base al diagrama de R1-R2 (Figura 3) de De La Roche *et al.* (1980), se ha determinado que en la zona de estudio casi todos las intrusiones permotriásicas tienen composición geoquímica de granitos, sienogranitos, monzodioritas; mientras las lavas permotriásicas son riolíticas. En el carbonífero tenemos rocas granodioríticas; mientras las rocas peralcalinas caen en el campo de las sienitas. Sin embargo, debemos considerar que la aplicación de este gráfico es complicado debido a los difícil de definir los parámetros R1-R2 del diagrama, sobre todo en zonas donde la alteración ha afectado en alguna medida a las muestras, debido a su difícil geografía y clima.

Las rocas del Oligoceno son andesitas y andesitas basálticas. Mientras las rocas del Eoceno y Mioceno cayeron en el campo de las dacitas, andesitas y riolitas (relacionadas con las ignimbritas de esta edad). Mientras algunos diques dieron como resultado andesitas basálticas.

Los cuerpos subvolcánicos y lavas cenozoicas son andesitas; mientras las lavas miocenas y pliocenas son andesitas basálticas.

Asimismo, en base al diagrama de índice de saturación de alúmina de Shand (1927) se ha determinado que los intrusivos permotriásicos son peraluminosos y peralcalinos, destacando el grupo de rocas peralcalinas (Figura 4). Las lavas permotriásicas son más peraluminosas, al igual que en el carbonífero.

Las rocas volcánicas oligocenas, eocenas y miocenas se encuentran entre la interfase de metaluminosas a peraluminosas excepto para algunas lavas que presentan un comportamiento peraluminoso probablemente por alteración hidrotermal.

Las lavas y cuerpos subvolcánicos del Cenozoico y Plioceno caen todas entre el límite entre metaluminosa y peraluminosa.

CONCLUSIONES.

En base a los resultados analíticos y su aplicación en diagramas geoquímicos, concluimos que las rocas del permotriásico son generalmente intrusivos alcalinos o presentan tendencia alcalina; mientras sus volcánicos son más toleíticos. Las rocas del Carbonífero tienen una tendencia alcalina. Las rocas magmáticas del Oligoceno son calcoalcalinas; lo mismo que para el Eoceno y Mioceno; y mientras los cuerpos subvolcánicos y lavas del cenozoico son calcoalcalinas.

Los índices de saturación de alúmina varían temporalmente: Los intrusivos permotriásicos son peraluminosos y peralcalinos, destacando este último grupo de rocas peralcalinas. Las rocas del carbonífero son rocas peraluminosas; mientras las rocas del Oligoceno, Eoceno, Mioceno varían entre metaluminosas a peraluminosas.

En base a estos resultados se da a conocer cuerpos de intrusivos de composición peralcalinas en la Cordillera Oriental del Perú Central, y donde hay zonas con concentraciones de REE anómalas (Tabla 1 y Figura 5); por tanto, existen zonas de alto potencial geológico para encontrar un depósito mineral en tierras raras en el centro del Perú, como por ejemplo en las zonas de Pampa Hermosa y Calabaza en Satipo (ver Figura 1) con valores de 0.13% a 0.12% de TREO (total de óxidos de Tierras Raras).

Tabla 1.- Abundancia de las Tierras Raras en la corteza continental, que sumados no alcanzan los 80 ppm. Tomado de Samson, & Wood, (2004)

Elemento	Concen.(ppm)	Elemento	Concen. (ppm)
Y	20	Er	2.2
Nd	16	Yb	2.2
La	16	Eu	1.1
Pr	3.9	Ho	0.78
Dy	3.7	Tb	0.6
Sm	3.5	Tm	0.32
Gd	3.3	Lu	0.3

AGRADECIMIENTOS.

A la Dra. Miriam Mamani por sus sugerencias en algunos aspectos sobre geoquímica y litogeoquímica del estudio. Al Directorio del Ingemmet y la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos por el apoyo brindado en la elaboración del siguiente trabajo.

REFERENCIAS

- CHIRIF, H. (2011) - El Perú cuenta con enorme potencial exploratorio en Tierras Raras. Revista Energiminas. 2011.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANDE CLAUDE, P. & MARCHAL, M. (1980).- A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses – its relationships and current nomenclature. En: Chem. Geol., 29, p 183-210.
- LE BAS, M.; LE MAITRE, R.; STRECKEISEN, A. & ZANETTIN, B. (1986).- A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. J. Petrol, 27,745-750.
- LE MAITRE,R.; BATEMAN,P.; DUDEK, A.; KELLER,J.; LAMEYRE LE BASM.; SABINE,P.; SCHMID, R.; SORENSEN, H.; STRECKEISEN, A.; WOOLLEY,A. & ZANETTIN, B. (1989).- A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford.
- SAMSON, I. & WOOD, S. (2004).- The Rare Earth Elements: Behaviour in Hydrothermal Fluids and Concentration in Hydrothermal Mineral Deposits, exclusive of Alkaline settings. En: Linnen, R & Samson, I. eds. Rare-Element: Geochemistry and Mineral Deposits. Geological Association of Canada. Short Course Notes. Volume 17. p 269-297.
- SHAND, S. (1927).- The eruptive rocks. John Wiley. New York.
- ÚNGER, T. (2009).- Unos minerales muy necesarios. En: Diario El Comercio 17 noviembre del 2009
- WINTER, J. (2001).- Igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall. New Jersey. USA

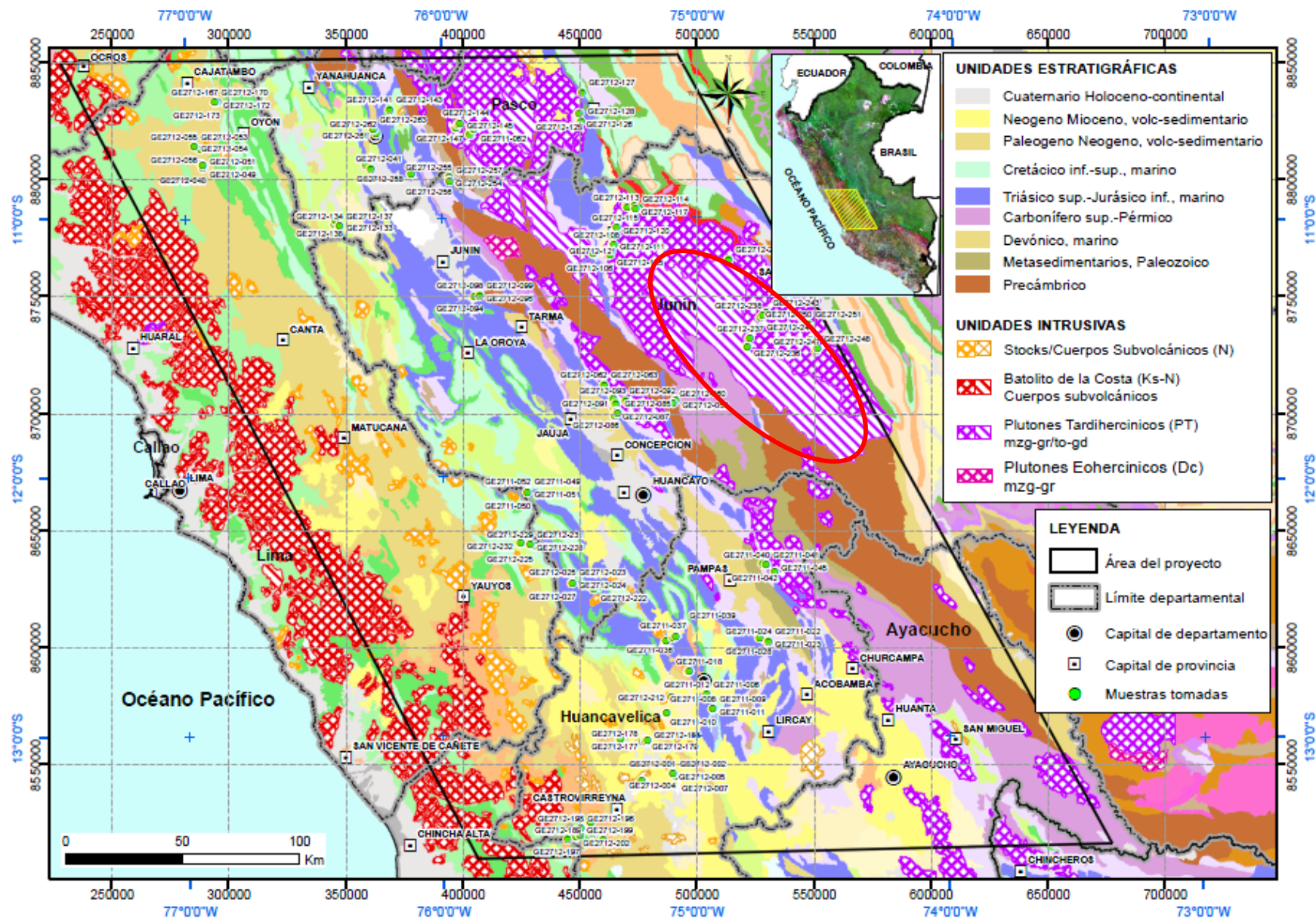


Figura 1.- Mapa Geológico generalizado y mapa de muestras recolectadas durante el presente estudio, en donde destacan las zonas Pampa Hermosa y Calabaza en Satipo (marcado en línea roja) que tienen un mayor potencial para ocurrencias de REE.

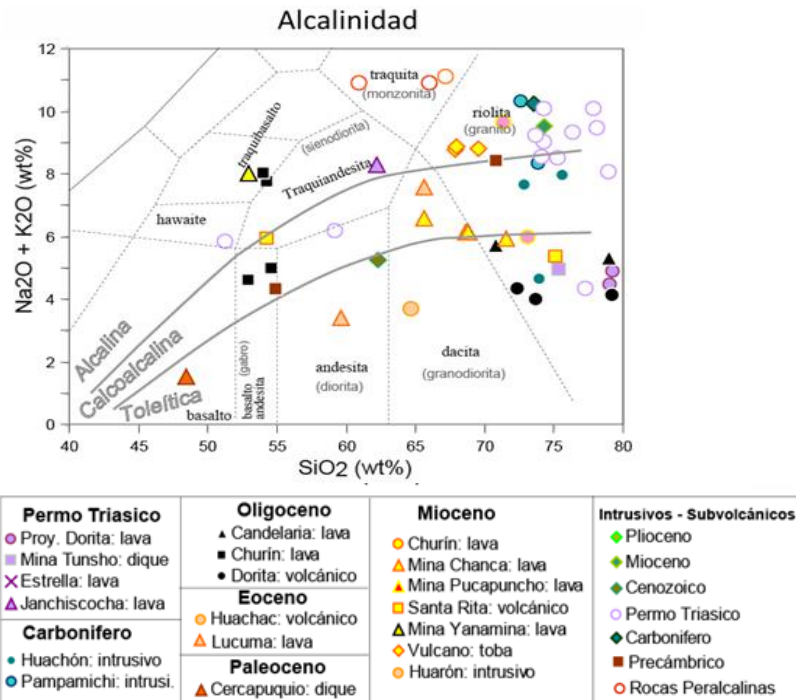


Figura 2.- Gráfica del Grado de Alcalinidad de las rocas de la zona de estudio en base al Diagrama de TAS (Le Bas *et al.*, 1986).

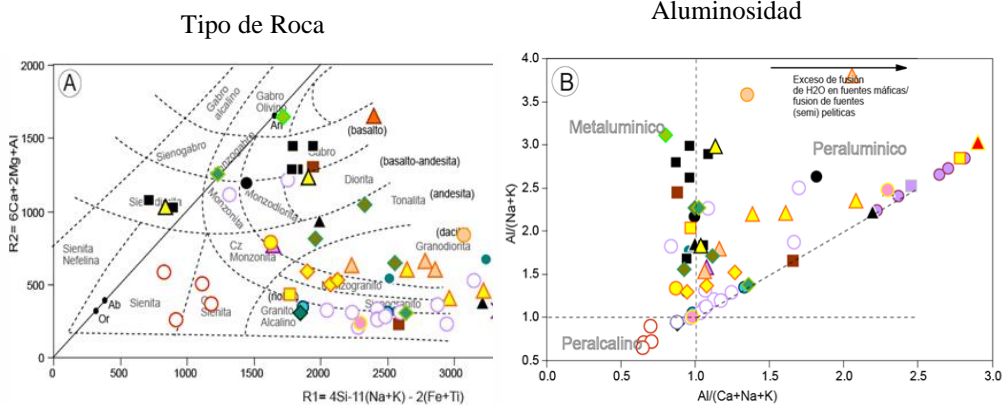


Figura 3.- Diagrama para clasificar el Tipo de Roca de la zona de estudio en base al Diagrama De La Roche *et al.* (1980). Leyenda de la figura 2.

Figura 4.- Diagrama para discriminación de las series metalumínica, peralumínica y peralcalina de las rocas en base al Diagrama de Shand (1927). Leyenda de la figura 2.

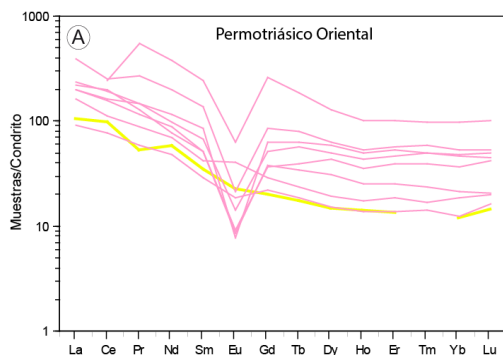


Figura 5.- Diagrama Spider para Tierras Raras normalizadas al Condrito (meteoritos pétreos) en las rocas del Permotriásico de la Cordillera Oriental en donde se observan sus valores anómalos. En amarillo los valores promedio de la corteza.