



Ocurrencias de Tierras Raras en el Perú

J. Bohórquez, R. Jara, Y. Mamani, L. Guerrero, y A. Villafranca

UNMSM SEG Student Chapter, E.A.P Ingeniería Geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Venezuela cuadra 34 s/n, Ciudad Universitaria, Lima, Perú (jackbohorquez@hotmail.com)

1. Introducción

Un singular grupo de elementos llamados tierras raras tiene en la actualidad aplicaciones tecnológicas y también ambientales que han crecido drásticamente en diversidad e importancia en las últimas cuatro décadas (Haxel et al., 2002), y aunque existen sustitutos disponibles para muchas de ellos, generalmente son menos efectivos (U.S. Geological Survey, 2011).

Las tierras raras son un conjunto de elementos metálicos que pertenecen al grupo de los lantánidos de la tabla periódica, del lantano (La) al lutecio (Lu), e incluyendo también al itrio (Y) y escandio (Sc). Se clasifican en tierras raras ligeras (LREEs) (La–Eu) y tierras raras pesadas (HREEs) (Gd–Lu). Estos elementos, fueron descubiertos a fines del siglo XVIII como minerales oxidados, de ahí el nombre de “tierras”. Estas “tierras” no son realmente “raras”: por ejemplo, el lantano es cinco mil veces más abundante que el oro en la corteza terrestre. Sin embargo, encontrar concentraciones explotables es menos común que la mayoría de elementos metálicos de interés económico (U.S. Geological Survey, 2011) porque se encuentran diseminados. Estas concentraciones están controladas por procesos endógenos (primarios): ígneos, metasomáticos, hidrotermales (Calvo, 2010), pneumatolíticos, y por procesos exógenos (secundarios): meteorización y sedimentación.

Los depósitos de origen primario están asociados a rocas ígneas alcalinas y carbonatitas, las cuales contienen LREE, y a rocas ígneas peralcalinas, las que típicamente están enriquecidas en itrio, HREE y zirconio (Castor & Hedrick, 2006). Otras ocurrencias primarias están asociadas a depósitos tipo IOCG, skarns, vetas, y pegmatitas. Los depósitos secundarios son de tipo placer y lateritas, siendo los más comerciales los conformados por arenas que se ubican a lo largo o cerca de líneas costeras (Castor & Hedrick, 2006).

2. Ocurrencias primarias

En el Perú, las principales rocas ígneas relacionadas a tierras raras comprenden los intrusivos que se extienden a lo largo de batolitos y stocks de tendencia alcalina a peralcalina (Chirif, 2011). Estas rocas estuvieron relacionadas a contextos tectónicos extensionales, como es el caso de los intrusivos permo-triásicos de la Cordillera Oriental en el suroeste del Perú, que incluyen el granito de San Gabán en Cusco, los batolitos de Aricoma, Limbani, Coasa, y la sienita de Macusani, en el departamento de Puno. Otros batolitos alcalinos se encuentran en el Macizo de Arequipa (Cordillera de la Costa), incluyendo el batolito paleozoico de San Nicolás en el departamento de Ica; en la Cordillera Occidental, el macizo de Querobamba entre los departamentos de Ayacucho y Apurímac, el batolito de Patáz en el departamento de La Libertad, la adamelita de Pacococha, el batolito de San Ramón en el departamento de Junín; y en la costa norte peruana, los cerros Amotapes en los departamentos de Piura y Tumbes (Fig. 1).

En la costa central del Perú, en la Mina Adán, departamento de Ancash, se ha identificado ocurrencia de allanita en un filón pegmatítico. También en el departamento de Lima, en el Cerro Camacho se ha reportado ocurrencia de allanita (La, Ce y Nd) (Ojeda et al., 1979; Ojeda y Mendoza, 1981), la cual fue identificada mediante estudios petrográficos, en drusas desarrolladas en un skarn relacionado a un plutón granodiorítico perteneciente al Batolito de la Costa.

En la costa sur del Perú, en el Macizo de Arequipa de edad precambriana a paleozoica, las pegmatitas generalmente están asociadas a granitos alcalinos, los cuales son muy característicos de las localidades de Atico, Ocoña, Quilca, e Islay, y se ha reportado presencia de monacita, allanita y tantalita (Morales et. al., 1994).

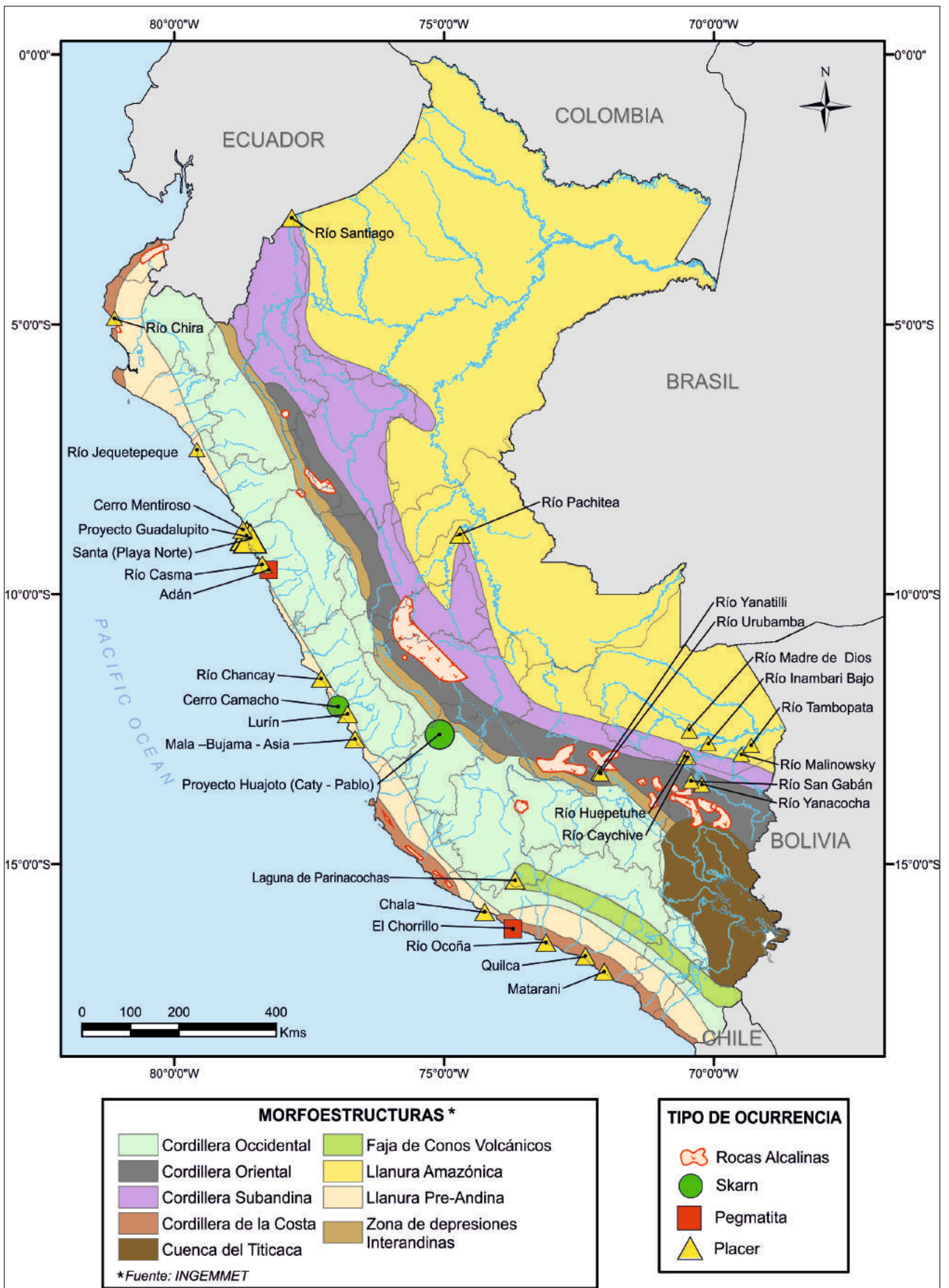


Figura 1. Mapa de ubicación: Ocurrencias de Tierras Raras en el Perú.

Desde el punto de vista económico, concentraciones importantes de tierras raras documentadas en el Perú solo se han documentado en el departamento de Huancavelica, en los distritos de Nuevo Occoro y Laria, donde se desarrolla actualmente el proyecto Huajoto (zinc - tierras raras - oro), dentro del cual los "targets" Caty-Pablo contienen minerales de tierras raras: monacita, dahlita, apatita y fluoroapatita, siendo la mineralización de tipo skarn (Zn, Cu, Au y Ag) con porcentaje en óxidos de tierras raras de hasta 1.05 %. Esta mineralización muestra anomalías radiométricas U/Th y está relacionada a rocas alcalinas como traquitas, tefritas y basaltos que exhiben un alto contenido de calcio.

3. Ocurrencias secundarias

Ocurrencias secundarias de tierras raras en el Perú se ubican a lo largo de la costa, desde Piura hasta Arequipa, asociadas a placeres auríferos en sedimentos marinos, fluviales, y eólicos.

También se tienen ocurrencias importantes en placeres fluviales y aluviales de la región andina, subandina, y llanura amazónica, en los departamentos de Huánuco, Madre de Dios, Cusco, y Puno.

3.1. Placeres de Piura

En el departamento de Piura, los sedimentos de la cuenca de río Chira, conformados por arenas finas negras, presentan concentraciones de oro con minerales pesados como magnetita, ilmenita, y también colofana y trazas de uraninita y molibdenita (Aranda, 1999b).

Los elementos de tierras raras se encuentran en monacitas, zircones y apatitas, presentando leyes de hasta 2 % (Valdivia et al., 2006). Se ha sugerido también como posibles zonas prospectivas Punta Balcones, Sechura, y Paita.

3.2. Placeres de La Libertad

En el litoral norte, en las cuencas de los ríos Santa y Jequetepeque, los niveles de arenas negras contienen magnetita, ilmenita, zircón y monacita, así como también andalucita, rutilo, wolframita, apatita y casiterita, siendo la magnetita e ilmenita los más abundantes (40-70 %). Los minerales con contenido de tierras raras en estos placeres son la monacita, zircón y apatita (Aranda, 1999a), con leyes entre 0.5 % y 2 % (Valdivia et al., 2006). La monacita y zircón se concentran en las arenas finas (malla -100 a +270) y es posible aislarlos utilizando un separador electromagnético con una corriente de 0.5 a 1.1 amperios.

En la actualidad se está desarrollando el proyecto de hierro y minerales pesados llamado Guadalupito, el cual consiste de arenas marinas no consolidadas y gravas. Estos sedimentos han sido analizados mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de energía dispersiva (EDS), identificándose magnetita, oro, zircón, y óxidos de Fe-Ti, con una ley promedio de 16.4 % en minerales pesados y hasta 1 % de monacitas. Las monacitas contienen La, Ce,

Nd y Th y ocurren en los niveles de arenas finas con forma de granos subredondeados a angulares. Las reservas se estimaron en 119 t para minerales pesados, considerando una ley de 5.7 % y 2.208 t de monacitas con una ley promedio de 0.44 % (Campos, 1998).

Otro proyecto en desarrollo en el norte del Perú es el proyecto Santa (playa norte), el cual está conformado por sedimentos eólicos de arenas y conglomerados, intercalados con arenas marinas muy finas, las cuales contienen 5 % de magnetita, 0.25 % de oro, 0.25 % de ilmenita, entre 0.2 % y 2 % de monacitas (Yb, Y, Th).

3.3. Placeres de Huánuco

En el departamento de Huánuco los placeres auríferos fluviales son económicamente importantes, y el río Pachitea es uno de ellos. Los sedimentos, además de oro, contienen minerales de tierras raras cuyos valores superan el 1 % (Aranda et al., 1985).

Los estudios realizados obtuvieron concentrados que fueron analizados por difracción de rayos X, identificándose monacita (Ce, La, Y, Th), xenotima (Y, Er), y allanita metamíctica. Estos minerales se lograron concentrar junto con uraninita con un separador electromagnético a 1.2 amperios.

3.4. Placeres de Madre de Dios

En el departamento de Madre de Dios, los depósitos fluvioaluviales son económicamente importantes y explotados por su contenido de oro, y también presentan porcentajes considerables de elementos pesados y de tierras raras.

Labores de prospección en la región identificaron monacita con un máximo de 4.7 % en el río Malinowsky, 2.2 % en el río Tambopata, 0.9 % en el río Madre de Dios, y 0.8 % en el río Inambari Bajo (Lanckneus, 1991).

También en las cuencas de los ríos Huepetuhe y Caychive, en la Provincia de Manu, de los procesos de recuperación de la actividad minera aurífera resultan arenas negras con contenido de tierras raras y significativa cantidad de titanio y zirconio (Medina, 1999).

3.5. Placeres de Cusco

En el departamento de Cusco, en la provincia de La Convención, los depósitos auríferos de grava y arena del río Urubamba de la zona de Quillabamba contienen minerales pesados y de tierras raras, los cuales fueron identificados por estudios petrográficos y de difracción de rayos X, obteniéndose principalmente magnetita, zircón, ilmenita, hematita, y los siguientes minerales de tierras raras: euxenita (2.01 %), monacita (1.04 %), y gadolinita (0.75 %) (Valdivia et al., 2006).

Al norte de Quillabamba, los sedimentos auríferos de los ríos Urubamba y Yanatilli contienen magnetita, ilmenita, hematita, zircón, pirita, monacita, y apatita. Los elementos de tierras raras se encuentran en la monacita y apatita, pero principalmente en el zircón, estando su concentración en óxidos (REO) entre 0.2 % y 0.4 % (Heyl, 1991).

3.6. Placeres de Puno

En el departamento de Puno, por erosión de los filones auríferos de la Cordillera Oriental de Sandía y Carabaya, se han formado concentraciones de minerales pesados y oro: ejemplo de ello son los sedimentos conglomerádicos del río Putumayo, los que contienen 18.60 g/m³ de zircón, 0.54 g/m³ de monacita, y 0.30 g/m³ de ilmenita (Guerra, 1986). Otras ocurrencias de tierras raras en la región se han reportado en los sedimentos del río San Gabán (Aranda, 1984).

3.7. Otras áreas

Otras posibles zonas prospectivas han sido sugeridas: en La Libertad, en el Cerro Mentiroso; en Ancash, en la desembocadura del río Casma; en Lima, en las playas del río Chancay, Mala, Bujama, y Asia; en Arequipa, en la desembocadura norte del río Ocoña y en las playas de Chala y Matarani (Aranda, 1984); así como en los sedimentos del río Santiago (Amazonas) y en la laguna de Parinacochas (Ayacucho).

4. Conclusiones

Ocurrencias de tierras raras en Perú han sido documentadas tanto en depósitos primarios como secundarios. Las ocurrencias primarias están asociadas a rocas alcalinas con mineralizaciones de tipo skarn y pegmatítico, pero son las ocurrencias secundarias de tipo placer con oro y otros minerales pesados las más comunes y de mayor potencial por presentar mejores leyes y tonelaje.

El área de mayor potencial está representada por la costa norte del Perú, específicamente los sedimentos de los ríos Chira, Jequetepeque, y Santa. Existen otras posibles zonas prospectivas, donde se han identificado minerales de tierras raras, en las cuales no se han efectuado análisis detallados, como en el departamento de Madre de Dios, teniéndose leyes interesantes de monacita.

Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento al Ing. Alberto Aranda por la información y orientación brindada para la elaboración del presente trabajo; así también al Ing. Hugo Rivera Mantilla por el tiempo empleado en la revisión, al Ing. Miguel Rivera Feijoó por su apoyo, orientación y motivación, y a nuestros compañeros, miembros del UNMSM SEG Student Chapter: Carlos Rengifo, Lizbeth Calizaya, Josué Sánchez, y Fransheska Morales e Isabel Jesús.

Referencias

- Aranda, A. 1984. Hacia la localización de minerales pesados en tierras raras en el Perú. INGEMMET, Informe técnico A4227, 47 p.
- Aranda, A. 1999a. Concentración de minerales pesados con monacita, circón, y tierras raras. Simposium Internacional de Minerales Industriales del Perú, Lima. INGEMMET, Minerales industriales del Perú, p. 260-271.
- Aranda, A. 1999b. Hacia la localización de minerales pesados en el Perú. Simposium Internacional de Minerales Industriales del Perú, Lima. INGEMMET, Minerales industriales del Perú, p. 249-253.
- Aranda, A., Jungbluth, R. 1985. Concentración mineralógica de tierras raras en placeres auríferos, Departamento de Huánuco, Perú. III Simposium Nacional de Ingeniería Metalúrgica, Lima, 1985, v. 1, p. 17-40.
- Bristow, A. 2011. Heavy mineral content at the Guadalupito Project, northern Peru. Report, Latin Resources Ltd., 18 p.
- Calvo, G. 2010. Aspectos geoquímicos y metalogenéticos de las tierras raras. Resúmenes extendidos, XV Congreso Peruano de Geología, Cusco, p. 388-391.
- Campos, A. 1998. Investigación metodológica en la evaluación geológica de los minerales pesados con contenidos de tierras raras en la playa Guadalupito (norte de la desembocadura del río Santa, departamento de La Libertad). Tesis de Ingeniero Geólogo, UNMSM, Lima, 198 p.
- Castor, S.B., Hedrick, J.B. 2006. Rare Earth Elements. In: Kogel et al. (eds.), Industrial Minerals and Rocks, 7th edition, SME, Littleton, Colorado, p. 769-792.
- Chirif, H. 2011. Potencial de Tierras Raras en el Perú. INGEMMET, Revista Institucional, año 3, n° 9, p. 10-12.
- Guerra, F. 1986. Evaluación geológica del Prospecto Titán: Determinación de los minerales pesados monacita y circón, en la región aurífera del Putumayo, Sandía, Puno. Tesis de Ingeniero Geólogo, UNI, Lima, 168 p.
- Haxel, G.B., Hedrick, J.B., Orris, G.J. 2002. Rare-earth elements: Critical resources for high technology. U.S. Geological Survey, Fact Sheet 087-02, 4 p.
- Heyl, A. 1991. Gold and rare earth bearing placer deposits found on the León de Oro and Toro de Oro claims, Urubamba and Yanatilli rivers, Department of Cuzco, Peru. In: Hérial, G. & Fornari, M. (eds.), Yacimientos aluviales de oro: Actas del Simposio Internacional sobre Yacimientos Aluviales de Oro, La Paz, Bolivia. ORSTOM, Collection Colloques et Séminaires, La Paz, p. 75-88
- Humphries, M. 2011. Rare-earth elements: The global supply chain. Library of Congress, Congressional Research Service, Report for Congress R41347, 26 p.
- Lanckneus, J. 1991. Placeres de Madre de Dios (SE del Perú). In: Hérial, G. & Fornari, M. (eds.), Yacimientos aluviales de oro: Actas del Simposio Internacional sobre Yacimientos Aluviales de Oro, La Paz, Bolivia. ORSTOM, Collection Colloques et Séminaires, La Paz, p. 89-102.
- Medina, G. 1999. Minerales pesados en gravas auríferas de Huepetuhe y Caychive (departamento del Madre de Dios). Simposium Internacional de Minerales Industriales del Perú, Lima. INGEMMET, Minerales industriales del Perú, p. 254-259.

- Morales, G., Montoya, E., Bedregal, P. 1994. Estudio preliminar mineralógico y espectroscópico de pegmatitas en el sur del Perú. *Boletín de la Sociedad Química*, v. 60, p. 53-58.
- Ojeda, M., Vidal, C., Mendoza, A. 1979. Ocurrencia de allanita cérica en Lima, Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, v. 61, p. 17-26.
- Ojeda, M., Mendoza, A. 1981. Distribución de Tierras Raras en circones, fluoritas, apatitas, granates y allanitas del Perú. *Boletín de la Sociedad Química del Perú*, v. 47, p. 179-192.
- U. S. Geological Survey. 2011. Mineral commodity summaries 2011. U. S. Government Printing Office, 198 p.
- Valdivia, J., Aranda, A., Paz, J. 2006. Minerales pesados y contenidos de tierras raras en prospectos auríferos de tipo placer. Resúmenes extendidos, XIII Congreso Peruano de Geología, Lima, p. 812-815.