



Exploración de fosfatos en el Perú y su implicancia a nivel mundial

Juan Zegarra¹ y Hector Canales

¹ Minera FOCUS S.A.C., Av. Guardia Civil 696, San Borja, Lima, Perú (JZegarra@goldgroup.com)

ABSTRACT

In Peru, two world-class phosphate deposits have been identified. The Bayóvar phosphate deposit is located on the north coast in the Sechura desert, 1000 km north of the capital city Lima. The deposit is hosted in sedimentary rocks of middle Miocene age. Proven minerals reserves stand at 816 million tons equivalent to 262 million tons of phosphate rock concentrate at 30 % P_2O_5 . Potential reserves are estimated at 10,000 million tons.

The second deposit, Mantaro, is located in the Andes of central Peru northwest of the city of Huancayo, about 250 km east of Lima. The mineralization is hosted in sandstones of the Hettangian-age Aramachay Formation, the middle unit of the Pucará Group, with an inferred potential of 2 billion tons grading from 10 to 12 % P_2O_5 .

Minera Focus S.A.C., subsidiary of Focus Ventures, controls 28,300 ha in Peru for phosphate exploration. At Machay, near Tarma, surface sampling has given grades of up to 11.41 % P_2O_5 . In Ica Focus has acquired some 10,200 hectares, where surface sampling has given 16.45 % P_2O_5 .

RESUMEN

En el Perú se han identificado dos grandes yacimientos de fosfatos de rango mundial. El yacimiento de Bayóvar está ubicado en la costa norte, en el desierto de Sechura, a 1000 km del noroeste de la capital Lima; este yacimiento involucra reservas minerales probadas en 816 millones de toneladas, equivalentes a 262 millones de toneladas de concentrados de roca fosfática a 30 % de P_2O_5 . Las reservas potenciales se estiman en 10,000 millones de toneladas.

El Proyecto Mantaro está ubicado en los Andes del Perú central al noroeste de la ciudad de Huancayo, a aproximadamente 250 km al este de la ciudad de Lima. La mineralización se observa a manera de manto en la Formación Aramachay, con un potencial inferido de 2 mil millones de toneladas con una ley de 10 a 12 % de P_2O_5 .

Minera Focus S.A.C, subsidiaria de Focus Ventures, posee 28,300 ha en el Perú para prospectar por fosfatos. En el proyecto Machay, cerca a Tarma, el muestreo superficial ha dado valores de hasta 11.41 % de P_2O_5 . En Ica, Minera Focus ha adquirido 10,200 ha, donde el muestreo de superficie ha dado valores de 16.45 % P_2O_5 .

Palabras claves: Exploración, Fosfatos.

1. Introducción

Para alcanzar la seguridad alimentaria en países en desarrollo, se requiere intensificar de manera sostenible los sistemas de producción agrícola para obtener incrementos en la productividad y generar utilidades económicas. El fósforo es un elemento nutritivo esencial para las plantas y los animales, siendo un nutriente primario en el crecimiento de las plantas.

Cerca del 80–90 % de las rocas fosfóricas extraídas internacionalmente se dedican a la elaboración de fertilizantes, en forma de portador simple o combinado con otros nutrientes primarios como el nitrógeno y el potasio, y apenas el 5 % en la industria química. Poco más del 3–5 % restante se utiliza en la siderurgia como complemento a las menas ferríferas pobres en fósforo, en

la obtención de acero por el proceso Thomas, el cual también se reutiliza finalmente como fertilizantes y/o acondicionador de suelos.

Por estas razones la búsqueda de nuevos yacimientos de fosfatos se vuelve necesaria para la industria agrícola y agroquímica. El aumento vertiginoso de los precios del fosfatos en los últimos dos años, debido al déficit de roca fosfórica para el consumo en la elaboración de fertilizantes, hacen necesario la exploración de nuevos yacimientos en distintos países de la región, que cubran esta necesidad.

2. Generalidades sobre los yacimientos de fosfatos

El fosfato está presente en la mayoría de las rocas en cantidades minoritarias. Se denomina fosforitas a las rocas que poseen un contenido de P_2O_5 generalmente mayor al 18 %, y puede ocasionalmente llegar al 40 % (Tabla 1). Estas rocas son fosfatos sedimentarios de origen marino.

Tabla 1: Nomenclatura de rocas fosfáticas de origen sedimentario.

Contenido de fosfato	Nombre de la roca
> 18 % de P_2O_5	Fosforita
> 8 % de P_2O_5	Roca fosfática
2 < P_2O_5 < 8 %	Roca ligeramente fosfática

Los componentes no fosfáticos comunes en las fosforitas son cuarzo, arcillas (illita, caolinita, esmectita), carbonatos (dolomita y calcita), glauconita, entre otros.

Los depósitos de las rocas fosfáticas localizados en diferentes áreas del mundo responden a distintos modelos genéticos. Los ambientes de formación de las fosforitas se ilustran en la Figura 1.

La búsqueda de fosforitas está condicionada por factores paleoambientales relacionados a su vez con la posición de los continentes en determinado tiempo geológico, las características físico-químicas presentes en el área de sedimentación, la profundidad y temperatura de las aguas, y sus condiciones particulares de pH, Eh, y biota.

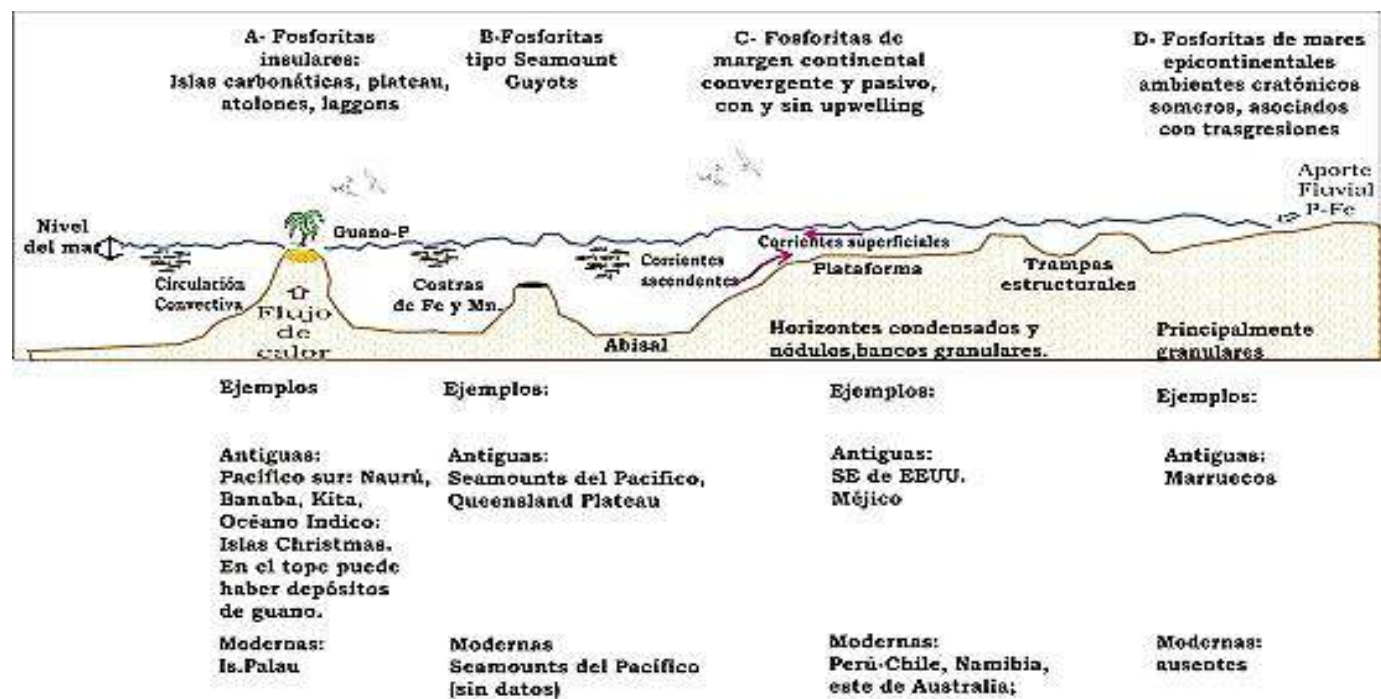


Figura 1. Ambientes de formación de las fosforitas, a partir del esquema de Glenn (1994).

La mayoría de las fosforitas fueron depositadas en aguas relativamente someras, en márgenes continentales, convergentes o pasivos, con o sin corrientes ascendentes (upwelling), o bien en mares epicontinentales. Los episodios transgresivos pueden favorecer la acumulación de fosfatos en las plataformas; la acción de las olas y otras corrientes contribuyen al retrabajo y concentración de

minerales autigénicos con la consecuente formación de extensos depósitos.

Las fosforitas se encuentran frecuentemente como cuerpos estratificados formando horizontes. La geometría y la estructura interna de los cuerpos son el producto final de la precipitación sindeposicional o diagenética temprana de minerales fosfáticos y en algunos casos un

subsecuente retrabajo mecánico. La mayoría de las fosforitas económicas son depósitos granulares consistente en conglomerados fosfáticos o peloides de tamaño arena.

Perú es uno de los países de la región más atractivos para la exploración por fosfatos ya que en la actualidad se conocen en su territorio yacimientos de clase mundial como el de Bayóvar (en la costa norte) y el de Mantaro (Andes del Perú central).

3. Prospección de yacimientos de fosfatos en el Perú

Minera Focus viene explorando por fosfatos en el territorio nacional. Se tienen 2 proyectos, con un total de 28.300 hectáreas. El Proyecto Machay (18,100 ha), ubicado en los Andes del Perú central, y el Proyecto Red Globe (10,200 ha), ubicado en el distrito de Ocucaje, Región de Ica.



Figura 2. Ubicación de las dos zonas de prospección por fosfatos de Minera Focus en el Perú.

3.1. Proyecto Machay (Junín)

En los Andes del Perú central, el Grupo Pucará tiene un alto potencial de contener mineralización por fosfatos. Minera Focus viene desarrollando sus exploraciones en el departamento de Junín. En el área estudiada, el Grupo Pucará esta subdividido en 3 formaciones. En orden descendiente se tiene la Formación Condorsinga, compuesta por calizas de composición areniscosa, bioclástica, chértica y lutácea, de edad jurásica; la Formación Aramachay, también de edad jurásica, compuesta por calizas micríticas, arenisca fosfórica, y caliza chértica; y la Formación Chambará, de edad triásica, compuesta por calizas lutáceas, bituminosas, y cherticas

(Szekely y Grose, 1972).

La Formación Chambará presenta una uniformidad regional y un ambiente de depositación relativamente profundo. La Formación Aramachay representa predominantemente una acumulación de material clástico fino y material orgánico en una cuenca marina profunda, la cual fue seguida por una depositación de diversas facies sedimentarias revelando ambientes marinos variables. La Formación Condorsinga muestra una relativa uniformidad y condiciones de ambientes marinos poco profundos (Szekely y Grose, 1972).

La mineralización por fosfatos en esta zona estaría restringida al miembro superior de la formación Aramachay, sobre todo al horizonte de arenisca de grano

medio, de matriz calcárea, de color gris amarillento, poco consolidada, que contiene pellets de francolita ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4][\text{CO}_3]$), variedad mineral de fluorapatito, por ser la que registra los valores altos en el contenido de fosfato. Este horizonte de roca fosfórica se presenta a manera de un manto mineralizado y puede alcanzar un espesor de hasta 30 m aproximadamente, dando valores de hasta 20 % P_2O_5 .

Los trabajos de campo se centraron en localizar afloramientos del miembro superior de la Formación Aramachay, con muestreo geoquímico de afloramientos y de esta forma identificar el manto mineralizado.

3.2. Proyecto Red Globe (Ica)

En la Costa Sur, las exploraciones se centraron en el distrito de Ocucaje, provincia y región de Ica. En este área de estudio, los afloramientos rocosos que tienen potencial de contener mineralización por fosfatos son rocas de edad Mioceno medio pertenecientes a la Formación Pisco. Se trata principalmente de areniscas de grano medio color gris oscuro, las cuales ocurren regionalmente con dirección NE-SW.

La cuenca de antearco Pisco (Marocco y Muizon, 1988) representa una deformación predominantemente distensiva asociada a fallas transcurrentes, dando lugar a un estilo tectónico transtensivo, tratándose de una cuenca tectónica del tipo *pull-apart* (Alarcón et al., 2005), motivo por el cual se produce subsidencia y consiguiente relleno detrítico en la cuenca. La geología de la cuenca de antearco de Pisco se caracteriza por la predominancia de rocas precámbricas y de batolitos paleozoicos, recubiertos de sedimentos cenozoicos.

La Formación Pisco (Mioceno medio) corresponde a la última gran secuencia de sedimentación. La litología corresponde esencialmente a diatomitas con algunas intercalaciones de gravas tobáceas y de lutitas, siendo su ambiente de depositación marino costero. Esta formación encierra al sur de la cuenca un importante yacimiento fosilífero de ballenas y tiburones fósiles (Lissón, 1898; Larson, 1990; Muizon, 1981; Muizon y DeVries, 1985; Brand et al., 2004; entre otros) y fósiles invertebrados (DeVries, 2002; DeVries y Schrader, 1997; entre otros). Las capas de la Formación Pisco han sido interpretadas como resultado de una trasgresión marina bastante extendida (Muizon y Bellon, 1980; Sébrier, 1982).

En los trabajos de campo realizados se pudo observar que la mineralización por fosfatos se presenta en forma de nódulos; los cuales están contenidos en un estrato de arenisca fosfórica que presenta un espesor variable, comprendido entre ~1.5 y ~5 m.

Las características físicas de los nódulos fosfatados son las siguientes. Tienen una superficie exterior porosa. Su estructura interior vista después de cortada está distribuida por capas circulares, radiales, concéntricas, y silíceas. Los nódulos esféricos, raras veces son vacíos en su interior; tienen, por lo general, un fósil o resto orgánico (nódulos de La Bruja). Algunos nódulos están teñidos o coloreadas por óxidos de hierro.

Los nódulos fosfatados presentan un valor de fosfato de hasta 27 % de P_2O_5 . Al ser tratados por procesos mecánicos y químicos, permiten obtener un excelente abono o fertilizante usado en la agricultura.

Referencias

- Appleton & Nothold. 2002. Ubicación de los yacimientos de rocas fosfáticas. Boletín del INGEMMET, v. 150, p. 147, 148, 149, 150.
- Borkowski, E. 1996. Minerales Industriales del Perú. Boletín del INGEMMET, v. 110, p. 103, 104, 105.
- Lissón, C. 1898. Fosfatos de Ocucaje. Boletín de Minas, Industria y Construcciones del Perú, v. 74, p. 33, 34, 35, 45.
- Misión Española. 1978. Yacimientos de fosfatos en el Perú. Asistencia técnica en minerales no metálicos, tomo 16. INGEMMET, Lima.
- Marocco, R., Muizon C. de. 1988. Los vertebrados del Neógeno de la costa sur del Perú: Ambiente sedimentario y condiciones de fosilización. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos, v. 17, p. 105-117.
- Calderón, I. 2007. Arquitectura estructural y estratigrafía de la cuenca de ante-arco neógena de Pisco (Perú) sobre la subducción de la Dorsal de Nazca. Tesis de maestría, p. 34.
- DeVries, T., Schrader, H. 1997. Middle Miocene marine sediments in the Pisco Basin (Peru). Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 87, p. 1-13.
- DeVries, T. 1998. Oligocene deposition and Cenozoic sequence boundaries in the Pisco Basin, Peru. Journal of South American Earth Sciences, v. 1, p. 217-231.
- León, W., Alemán, A. 2002. Forearc extension: tectonics, sedimentologic and stratigraphic evolution of the East Pisco Basin. XI Congreso Peruano de Geología.
- Cook, P. 1984. Spatial and temporal controls on the formation of phosphate deposits: A review. In: Phosphate Minerals, Nriagu and Moore eds., Springer Verlag, Germany.
- Grose, L.T. 1960/1967. Geologic exploration in the Mantaro phosphatic field, Central Andes, Peru.