



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Caracterización Litogeoquímica con el Analizador XRF Portátil Niton XL5 y Vectorización de los Elementos Económicos Pb -Zn en el Proyecto Minero Zoraida, Perú.

Juan Jhojan Carhuapoma Carlos¹, Max Gregorio Paniagua Tasayco²

¹ Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión., Av. los Próceres 703, Pasco, Perú, (juancarhuapomageologia@gmail.com)

² Volcan Compañía Minera S.A.A., Manuel Olguín 375, Surco, Lima, Perú (mpaniagua@volcan.com.pe)

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en el proyecto minero Zoraida ubicada en Distrito de Suitucancha, Provincia de Yauli, Departamento de Junín. El objetivo de esta investigación es caracterizar litogeoquímicamente 39 muestras de rocas (Grupo Pucará) obtenidas con un muestreo aleatorio estratificado y vectorizar los elementos Pb-Zn. El análisis multielemental se realizó con el equipo XRF portátil Niton X15 para luego caracterizar litogeoquímicamente las muestras como andesita basáltica, calizas y dolomías. La vectorización Pb - Zn se interpretó con una estadística gráfica aplicando el algoritmo CLR (Center Log Ratio). Los resultados obtenidos muestran anomalías de +Zn -Pb en las andesitas basálticas de textura amigdaloidal, así como también en las dolomías de la Formación Aramachay. En la Formación Condorsinga se identificó una anomalía lineal de Pb (+Pb, -Zn) posiblemente relacionados a lineamientos que se identificaron en el proyecto.

Palabras claves: Zoraida, Analizador XRF, Litogeoquímica, Vectorización, Algoritmo.

ABSTRACT

The research work was carried out in the Zoraida mining project located in Suitucancha District, Yauli Province, Junín Department. The objective of this research is to characterize 39 samples of rocks (Pucará Group) lithogeochemically ob-

tained with stratified random sampling and vectorizing the Pb-Zn elements. The multielemental analysis was carried out with the portable XRF Niton X15 tool to later characterize the samples lithogeochemically as andesite basalt, limestone and dolomites. Vectorization Pb - Zn was interpreted with a graphical statistics applying the CLR (Center Log Ratio) algorithm. The results obtained show anomalies of +Zn -Pb in the basalt andesites of amygdaloid texture, as well as in the dolomites of the Aramachay Formation. In the Condorsinga Formation a linear anomaly of the element Pb (+ Pb, -Zn) related to lineaments observed in the project.

Keywords: Zoraida, XRF Analyzer, Lithogeochemistry, Vectorization, Algorithm.

INTRODUCCIÓN

En una investigación geológica es importante contar con métodos analíticos que puedan brindar resultados confiables en la toma diaria de decisiones, éstos se basan en la aplicación de nuevas tecnologías e interpretación de resultados aumentando la eficiencia operativa y rentabilidad financiera. El uso del analizador XRF portátil nos ayuda en la obtención de datos representativos y confiables en el sitio y tiempo real, para luego ser interpretado mediante diferentes métodos estadísticos que nos brinden resultados efectivos para una prospección y exploración minera exitosa.

METODOLOGÍA

Se realizó el análisis multielemental de 39 muestras de roca en el laboratorio del proyecto con el Analizador XRF Portátil Niton XI5, el método de muestreo aplicado es el muestreo aleatorio estratificado tomándose muestras de mano de afloramiento con débil intensidad de alteración hidrotermal desde 5x5x5 cm hasta 10x10x10 cm sobre el Grupo Pucará, para luego tratarla mediante una estadística gráfica. Se utilizaron los programas IOGAS, CodaPack y Surfer para el tratamiento de la información litogeoquímica. Sus localizaciones en el campo son mostradas en el plano Geológico de este resumen (Figura 1).

UBICACIÓN Y GEOLOGÍA

La zona de estudio se ubica en el extremo sur del Domo de Yauli - Junín, estructura tectónica que alberga yacimientos minerales como San Cristóbal, Toromocho, Andaychagua, Morococha y Ticlio, que conforman una región minera de primer orden del Perú Central. Estratigráficamente en el Proyecto Zoraida la unidad más antigua es el grupo Mitu de edad Pérmico-Triásico, con una marcada discordancia reposa sobre ésta las rocas carbonatadas del Grupo Pucará de edad Triásico – Jurásico inferior, este grupo dividido en dos for-

maciones el Aramachay y Condorsinga donde un flujo de lava de espesor aproximada de 40 metros llamado Basalto Montero se ubica al piso de ésta formación (Rosas, B. S., Tankard, A., Fontboté, L., 2006). Sobre ésta yace en discordancia paralela el Grupo Goyllarisquizga de edad Cretácico inferior compuesta por areniscas que infrayacen a la Formación Chúlec del Grupo Machay de edad Cretácico inferior (Figura 1).

RESULTADOS

Caracterización macroscópica

Rocas volcánicas extrusivas

Muestras de rocas basálticas de color gris verdoso y color violáceo de textura afanítica y amigdaloidal (amígdalas de 1-2 cm alongadas hasta 3 cm), vesículas rellenos de calcita, óxidos de hierro y sílice con moderada a fuerte susceptibilidad magnética según el grado del lápiz imantado.

Sin embargo, una de las muestras, de tonalidad violácea y de textura afanítica la susceptibilidad magnética al lápiz imantado es bajo a nulo y su grado de dureza (lápiz de dureza) es mayor al resto de las muestras, lo que sugiere que podría haber sido afectado por silicificación. de dureza (lápiz

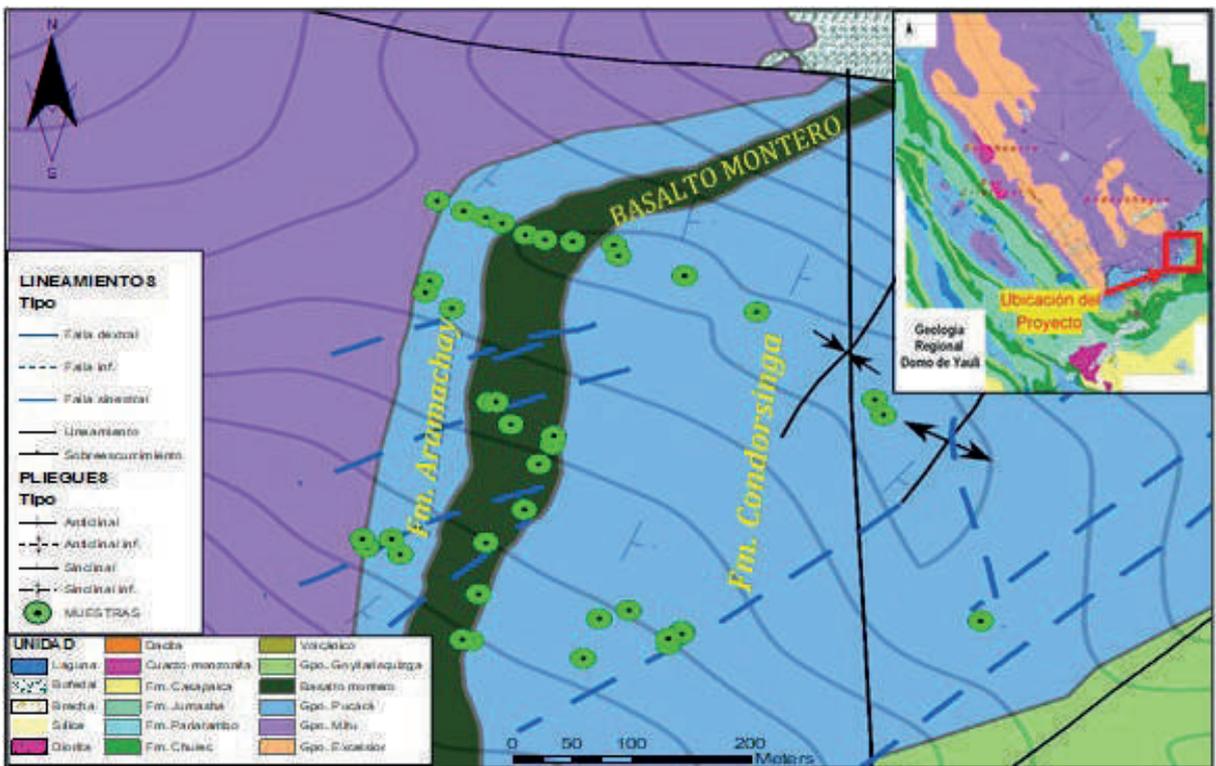


Figura 1. Plano Geológico y ubicación de las muestras.

Rocas carbonatadas

Formación Aramachay. Rocas carbonatadas de color gris oscuro y gris verdoso de textura grainstone con débil efervescencia al HCl y micro-ocedades de disolución.

Formación Condorsinga. Rocas carbonatadas de color gris claro y beige con texturas entre mudstone y grainstone con componentes aloquímicos (oolitos) y con fuerte efervescencia al HCl con excepción de algunas muestras que presentan débil reacción, también se observó en algunas muestras débil a nulo descarbonatación (deleznable).

Clasificación litológica empleando litogeoquímica

Caracterización litogeoquímica de las rocas carbonatadas

El análisis litogeoquímico realizado con el analizador XRF portátil en las rocas carbonatadas muestran mayor concentración de los elementos Ca y Mg permitiendo definir dos litologías: Dolomías (Fm. Aramachay) y Calizas (Fm. Condorsinga). En algunas muestras de caliza en la Fm. Condorsinga se encontraron importantes concentraciones de Mg lo que podría estar indicando dolomitización local (Figura 2).

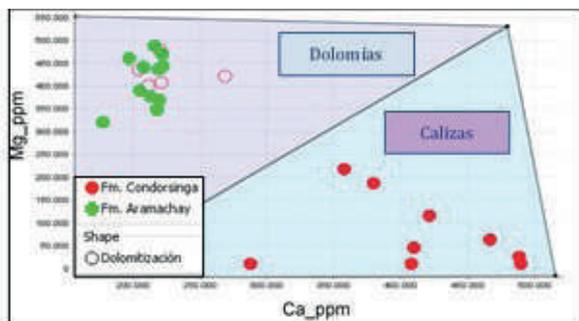


Figura 2. Análisis correlacional Ca vs. Mg

Caracterización litogeoquímica de las rocas volcánicas extrusivas.

Para el análisis de las muestras de rocas volcánicas (basálticas) se utilizaron los elementos inmóviles y no los elementos mayores porque se observaron evidencias de alteración como oxidación, silicificación y alteración de los minerales ferro-magnesianos, los resultados se plotearon en el diagrama Zr/Ti vs Nb/Y (Pearce, 1996) verificando la concentración de estos elementos con los límites de detección (LOD) del equipo (tabla 1). El resultado del ratio de Nb/Y varían entre 0.021 y 0.060 en

muestras con moderada a fuerte susceptibilidad magnética, sin embargo, una muestra que tiene susceptibilidad magnética baja-nulo el ratio indica 0.27 y la concentración de Si sobrepasa del 50% a diferencia de los demás donde la concentración varía entre 20% – 40% lo que podría indicar que la muestra sufrió saturación de sílice. En cuanto al ratio Zr/Ti varían entre 0.012 y 0.056 (Figura 3).

Elemento	LOD
Nb	1
Ti	8
Zr	2
Y	2

Tabla 1. Límites de detección en ppm (LOD).

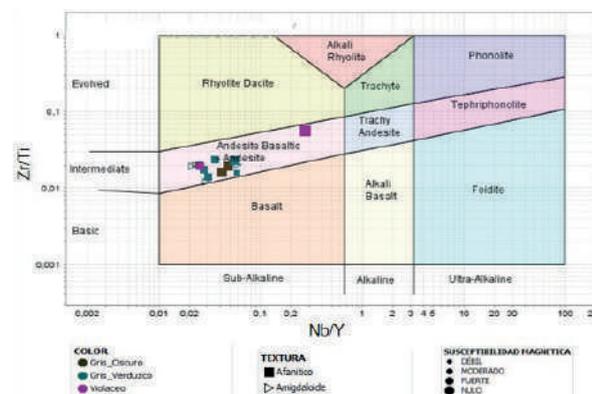


Figura 3. Diagrama Zr / Ti vs. Nb / Y (Pearce, 1996).

Vectorización de los elementos Pb-Zn

La interpretación geoquímica de los elementos económicos Pb – Zn se realizó mediante el análisis composicional de datos con el algoritmo CLR que consiste en transformar datos cerrados (concentración de elementos) en datos abiertos mediante la fórmula propuesta por Aitchison (1982) para que no haya correlaciones espurias. La vectorización se realizó mediante una estadística gráfica.

$$Z_i = \log(X_i/H(XD)) \quad (i = 1, \dots, D)$$

Donde H(XD) es la media geométrica de la composición

El gráfico de componentes principales indica que el Pb posee más afinidad a las rocas carbonatadas y el Zn posee más afinidad a las andesitas basálticas (Figura 4).

El resultado del análisis composicional de los datos geoquímicos muestra que las anomalías de Zn-Pb estaría correlacionado principalmente al Ca, por lo que en las rocas carbonatadas el Pb-Zn podría estar relacionado a una alteración de descarbonatación (liberando Ca y Mg) y en las andesitas basálticas podría estar relacionado a un

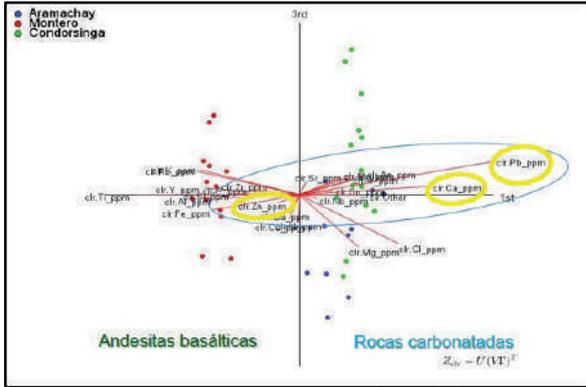


Figura 4. Representación gráfica de los componentes principales de los datos geoquímicos

tipo de alteración de carbonatación a partir de las plagioclasas producto de la circulación de aguas ácidas. También el resultado del análisis composicional de datos indica que el Pb y el Zn tienen una correlación inversa en la Formación Condorsinga (Figura 4), es decir mayor concentración de Pb que de Zn, lo que podría estar indicando que las anomalías de mayor concentración de Pb en la Formación Condorsinga estaría relacionado a algunos lineamientos o fallas que se presentan en el proyecto (Figura 5). Lo que se comprueba estos resultados en los sondeos diamantinos con la interpretación geológica (Figura 6).

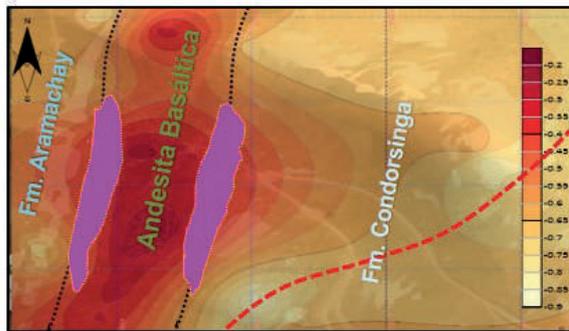


Figura 5. Representación gráfica del análisis composicional de los elementos Ca/Pb+Zn

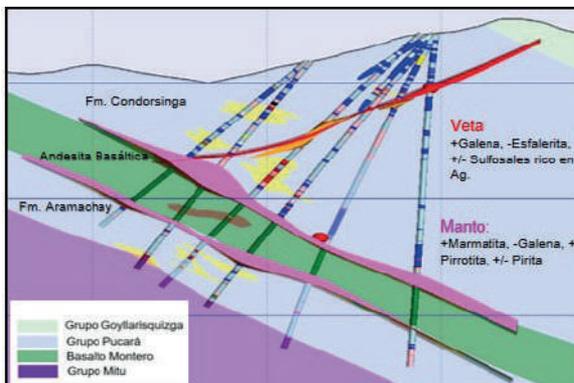


Figura 6. Mineralización de las estructuras en el Proyecto Zoraida (Exploraciones Zoraida CIA. Volcan, 2019)

CONCLUSIONES

Macroscópicamente se caracterizó dos tipos de litologías predominantes, litologías volcánicas extrusivas (basálticas) y litologías carbonatadas. Con el análisis litogeoquímico de los datos obtenidos con el analizador XRF Portátil Niton XL5 se caracterizaron las rocas volcánicas extrusivas como andesitas basálticas y las rocas carbonatadas como Dolomías (Formación Aramachay) y Calizas (Formación Condorsinga), en algunas muestras de las calizas se encontraron importantes concentraciones de Mg lo que podría estar indicando dolomitización local.

La Vectorización de los elementos Pb y Zn aplicando del algoritmo CLR sugiere que las anomalías de estos elementos podrían estar relacionadas a alteraciones hidrotermales, como alteración de carbonatación a partir de las plagioclasas en las andesitas basálticas y en rocas carbonatadas relacionado a una alteración de descarbonatación (liberando de Ca y Mg).

La representación gráfica del análisis composicional indica anomalías altas en la andesita basáltica (+Zn, -Pb), formando clavos importantes de mineralización en las texturas amigdaloides, por lo que éste tipo de litología sería un horizonte favorable para seguir explorando, además que, éstas texturas son propicias para hospedar mineralización de elementos económicos.

En las rocas de la Formación Condorsinga el resultado del análisis composicional de datos indica que el Pb y el Zn tienen una correlación inversa (+Pb, -Zn), por lo que la mineralización en ésta calizas podría estar relacionado a algunos lineamientos o fallas que se presentan en el proyecto evidenciándose estos resultados en los sondeos diamantinos.

CONTRIBUCIONES TÉCNICAS-CIENTÍFICAS

El aumento de la productividad y las ganancias son factores clave para las operaciones mineras esto se basa en la búsqueda de nuevas tecnologías que ayuden a identificar depósitos de alta calidad en un menor tiempo.

Esta investigación pretende contribuir en el uso y la aplicación del analizador XRF Portátil Niton XL5 que se convierte en una herramienta confiable en la toma de datos geoquímicos precisos y representativos en el sitio y tiempo real, para

luego ser interpretado ésta información multielemental mediante una estadística grafica que nos da como resultado una vectorización gráfica de vuestro depósito mineral.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento a Dios, a mi familia, al Proyecto Zoraida por su confianza y apoyo en la obtención de información y a la escuela de Geología - Undac

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aitchison, J. (1982). The Statistical Analysis of Compositional Data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 44 (2): 139–177.

Bauer M. (2018). Exploring New Frontiers of in Situ Geochemical Analysis, using the Thermo Scientific Niton XL5 XRF Analyzer, application note. Thermo Fisher Scientific, Tewksbury, MA USA.6:1-6.

Pearce, J. A. (1996). A user's guide to basalt discrimination diagrams. In: Wyman, D. A. (eds) *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. Geological Association of Canada, Short Course Notes 12, 79-113.

Pearce, J. A. and Norry, M. J. (1979). Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks *Contributions to Mineralogy and Petrology* 69, 33–47.

Rosas, B. S., Tankard, A., Fontboté, L. (2006). Tectonic Evolution and Paleogeography of the Mesozoic Pucará Basin, Central Peru. *Journal of South American Earth Sciences* 24:1–24