Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

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

Caracterización geoquímica secundaria asociada a los yacimientos de Magistral y Pasto Bueno

Charly Palomino y Ronald Vásquez

INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (chpalomino@ingemmet.gob.pe)

1. Introducción

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona norte del territorio peruano, entre las regiones Ancash y La Libertad. Está limitada por los paralelos 8°00´ a 8°30´ de latitud Sur y 77°40´ a 78°10´ de longitud Oeste, correspondiente a las hojas de Santiago de Chuco (17-g) y Pallasca (17-h).

El objetivo de esta investigación es la caracterización geoquímica secundaria de los yacimientos de Magistral y Pasto Bueno, a partir del drenaje superficial procedentes de ellos, a través del análisis de la dispersión de los elementos As, Cd, Cu, Mo, Pb, Sb, U, W, Zn, y las tierras raras La, Lu, Th, Y, Yb, así como la determinación de sus asociaciones.

Se recolectó un total de 64 muestras de sedimentos de quebrada, pretamizadas a 30 y analizadas finalmente a malla 200, las cuales fueron separadas en 3 poblaciones denominadas Magistral (30 muestras), Pasto Bueno (27 muestras), y río Tablachaca (7 muestras). Se escogieron considerando el tipo y época de mineralización. La población del río Tablachaca sólo se utilizó para el análisis de la dispersión.

2. Geología regional

Se destaca las unidades clásticas compuestas por la Formación Chicama del Jurásico superior, las formaciones Oyón, Chimú, Carhuaz, Farrat, del Cretáceo inferior, y las formaciones carbonatadas Santa, Pariahuanca, Chúlec, Pariatambo, del Cretáceo inferior, y Jumasha y Celendín del Cretáceo superior.

Las rocas ígneas constan de los volcánicos paleógenos Calipuy el batolito neógeno de la Cordillera Blanca.

3. Yacimientos mineros y estudios minerográficos-petrográficos

Magistral es un yacimiento de tipo pórfido-skarn de cobre-molibdeno, ubicado cerca del extremo noreste de la Cordillera Blanca. La mineralización ocurre en dos ambientes bien definidos: la que se relaciona con el pórfido San Ernesto, en stockwork y vetas de cuarzo-calcopirita-molibdenita, con valores altos de Cu y Mo dentro de la alteración potásica y la mineralización asociada al skarn prógrado con calcopirita, pirrotita y magnetita de elevadas concentraciones de Cu y Mo. Por otro lado se ha encontrado vetas de filiación epitermal de tipo alta sulfuración de Cu-As con tetraedrita, enargita, arsenopirita, estibina y abundante pirita en vetas de cuarzo-sericita, y baja sulfuración rico en Cu con calcopirita en vetas de cuarzo-adularia-calcita (Samuel Engineering Inc., 2008). La mayoría de muestras analizadas presentan magnetismo; algunas presentan granates, pirita, calcopirita, covelita-digenita y magnetita en menor cantidad; minerales como calcopirita, pirita y pirrotita se encuentran en intersticios de granates, que aparentemente cristalizaron primero (. 1A).

El yacimiento de tungsteno de Pasto Bueno está ubicado al norte del batolito de la Cordillera Blanca. La mineralización está clasificada en *greisen*, vetas y *vuggy*. El período *vuggy* es una fase posterior a la deposición de las vetas. La asociación *greisen* es típica por el grano grueso y por la fluorita fracturada que varía de azul a verde y de purpura a marrón. La asociación de minerales ocurre en capas y fracturas incluyendo la turmalina, topacio, apatita, rutilo, arsenopirita, bornita, calcopirita, y molibdenita (Landis y Rye, 1972).

Las muestras observadas del yacimiento Pasto Bueno presentan wolframita, Cu-gris y galena distribuidos en venillas discontinuas subparalelas (Fig. 1B). Por otra parte

se observó una muestra formada casi completamente por cuarzo de grano grueso, wolframita (variedad hubnerita) y muscovita intersticial; esta asociación es típica de *greisen* (Fig. 1C).

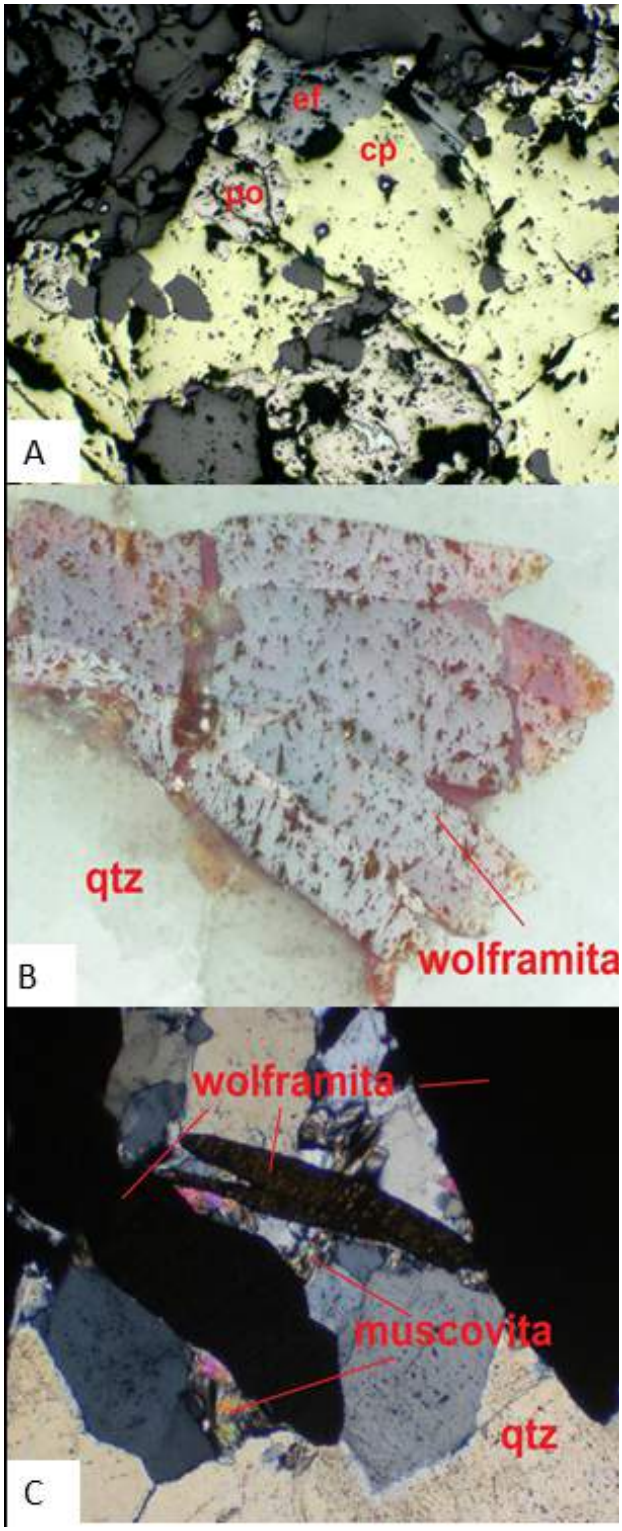

Figura 1. A: Intercrecimiento de calcopirita (amarillo), pirrotita (crema) y esfalerita (gris); campo visual: 2000 µm; nicoles paralelos. B: Intercrecimiento de cristales de wolframita subhedral, en matriz de cuarzo de grano grueso; campo visual: 500 µm; nicoles cruzados. C. Cristales subhedrales de wolframita (color de interferencia pardo oscuro) en matriz de cuarzo anhedral (gris-blanco), además intersticialmente se encuentra muscovita (colores de interferencia altos); campo visual: 2000 µm.; nicoles cruzados.

4. Resultados

4.1. Asociaciones geoquímicas

Las asociaciones geoquímicas se determinaron a través del análisis *cluster* o análisis de conglomerados, el cual es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo o asociación. El área del sector Magistral presenta cuatro asociaciones geoquímicas (Tabla 1):

- La primera asociación está relacionada a minerales litogénicos del batolito de la Cordillera Blanca, y a los minerales propios del skarn, como piroxenos, anfíboles y granates.
- La segunda asociación está regida por la presencia de minerales metálicos como tetraedrita, enargita y arsenopirita, encontrados en las vetas del yacimiento.
- La tercera asociación se relaciona directamente con el skarn por la presencia de calcopirita, pirrotita y magnetita, donde el manganeso se encuentra como impureza en la pirrotita.
- La cuarta asociación corresponde a los fluidos mineralizantes del magma, el cual transportó como elementos dominantes Mo y U.

En el sector Pasto Bueno se determinaron tres asociaciones geoquímicas (Tabla 2): atribuimos tanto la primera como la segunda asociación a los minerales presentes en las vetas del yacimiento, como blenda, arsenopirita, tetraedrita, galena, y wolframita, mientras que la tercera asociación representa elementos geogénicos del stock de Consuzo, formado por monzonitas y pegmatitas, cuya mineralogía está dada por feldespatos y biotitas como minerales principales, y apatito, esfena, y zircón como minerales secundarios.

Tabla 1. Asociaciones geoquímicas del Sector Magistral.

Asociación Geoquímica 1	Lu, Yb, Y, La, Th
Asociación Geoquímica 2	Ag, Sb, As, Pb, Zn
Asociación Geoquímica 3	Bi, In, Cu, Fe, Mn
Asociación Geoquímica 4	Mo, U, Au

Tabla 2. Asociaciones geoquímicas del Sector Pasto Bueno.

Asociación Geoquímica 1	Cd, Zn, As
Asociación Geoquímica 2	Bi, Cu, Sb, Pb±Ag, In, W
Asociación Geoquímica 3	Lu, Yb, U

4.2. Dispersión secundaria

En el sector de Magistral, los patrones de dispersión secundaria están conformados por: Cu-Bi-In (variabilidad suave a moderada), Zn-Cd (dispersión suave), Ag-Sb (variabilidad moderada), mientras que las tierras raras pesadas Lu-Y-Yb presentan una dispersión suave, y La-Th una variabilidad moderada. La Figura 2 muestra el primer patrón de dispersión, en donde Cu presenta la mayor concentración, seguida por Bi e In. Esta firma geoquímica presenta un quiebre positivo (incremento en la concentración) en la muestra 17H-055, debido al aporte brindado por el río La Plata, el cual es influenciado

directamente por el yacimiento Pasto Bueno. En el mismo punto, Lu-Y-Yb presentan un quiebre negativo, hasta la muestra 17G-023 en donde se da el aporte de granodioritas que vuelve a elevar las concentraciones (Fig. 3).

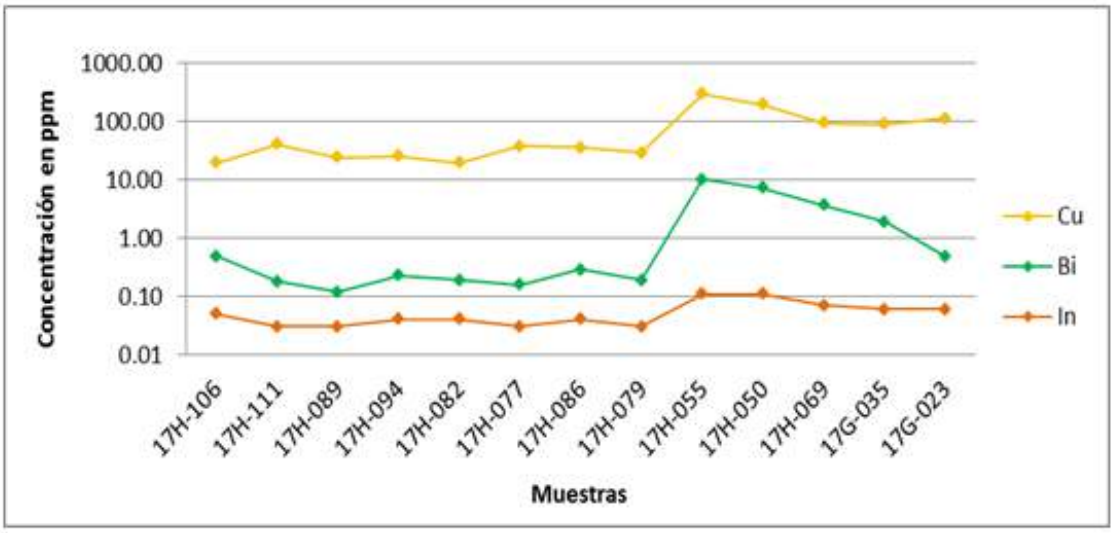

Figura 2. Dispersión secundaria de Cu, Bi, In.

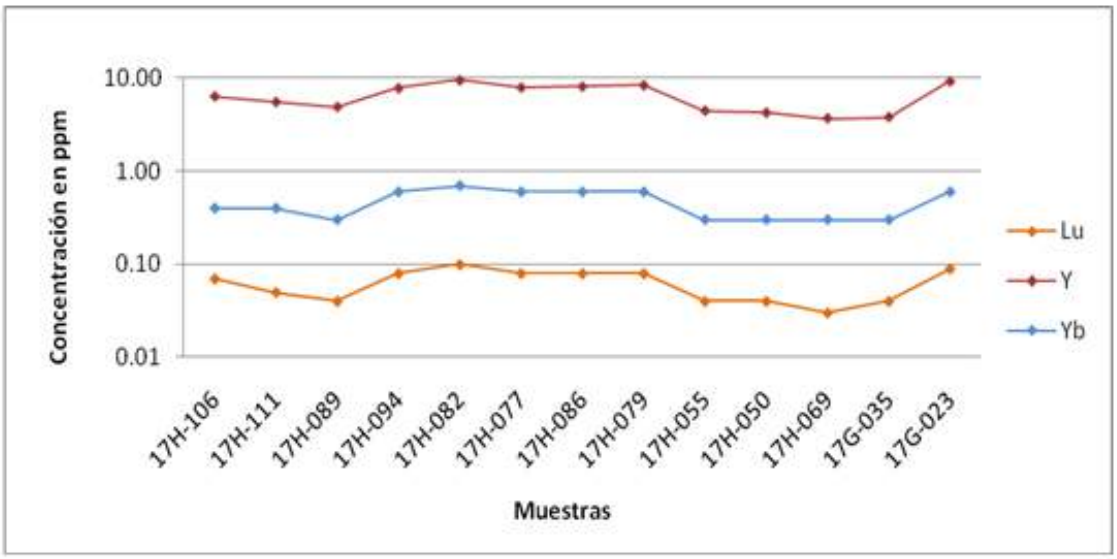

Figura 3. Dispersión secundaria de Lu, Y, Yb.

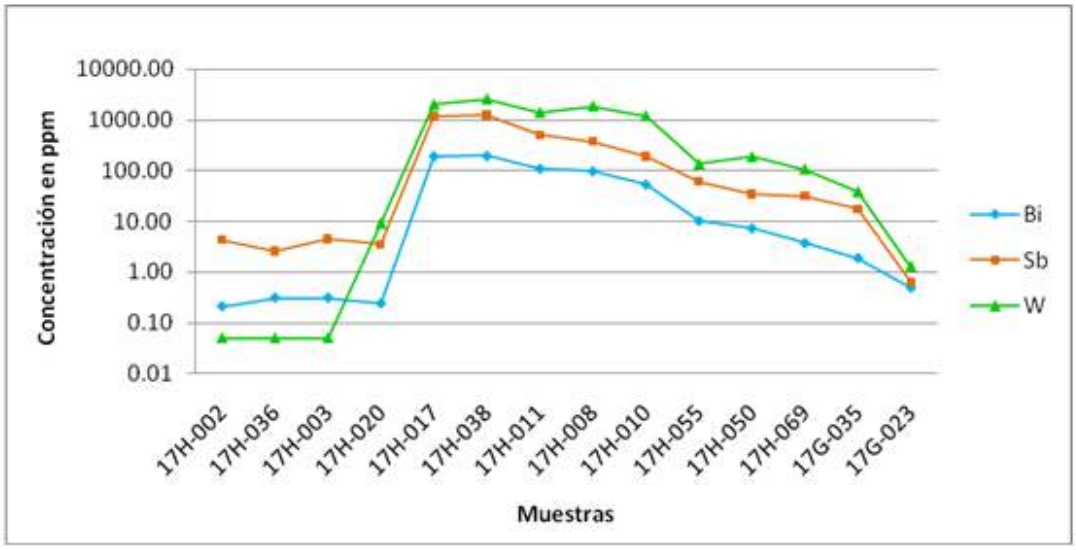

Figura 4. Dispersión secundaria de W, Bi, Sb.

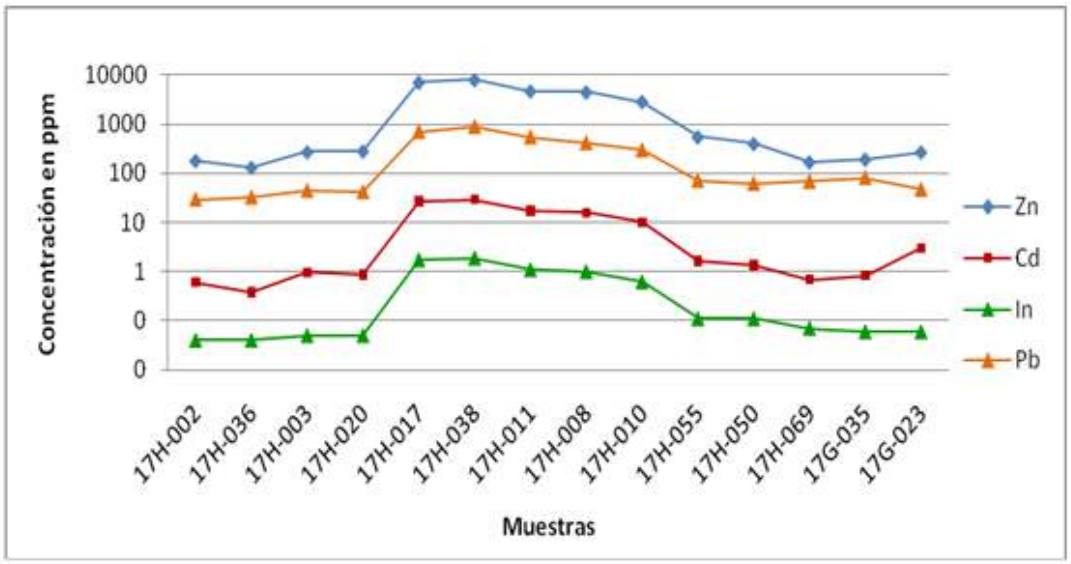

Figura 5. Dispersión secundaria de Zn, Cd, Pb, In.

En el sector de Pasto Bueno, el primer patrón de dispersión secundaria está conformado por W-Bi-Sb (Fig. 4), teniendo como drenaje principal a los ríos Joncos, Plata, Pampas y parte del Tablachaca. En la muestra 17H-017 se observa que W, Bi y Sb alcanzan su máxima concentración (W = 2586 ppm) debido a la influencia directa del yacimiento Pasto Bueno.

El segundo patrón de dispersión muestra una tendencia muy marcada en Zn-Cd-In-Pb (Fig. 5): estos elementos alcanzan sus valores máximos a partir de la muestra 17H-017 hasta la muestra 17H-010, las cuales pertenecen a los ríos Plata y Pampas; pero a partir de la muestra 17H-055 empieza a disminuir su concentración por el contacto con el río Sarín y posteriormente con el río Conchucos.

5. Conclusiones

Los elementos que forman los patrones de dispersión secundaria son los mismos que se encuentran en las asociaciones geoquímicas que a la vez son corroborados con los minerales existentes en cada tipo de yacimiento. Entonces se confirma que la distribución en los sedimentos expresa la migración propia de una mineralogía muy establecida en la roca fuente.

El cobre es el elemento principal del yacimiento Magistral, mientras que Bi e In se definen como elementos *pathfinder*s, por guardar la misma tendencia de dispersión. Por otra parte, W caracteriza al yacimiento Pasto Bueno, y Bi y Sb son los elementos *pathfinder*s. Las asociaciones Lu-Y-Yb y La-Th son similares para ambos sectores Magistral y Pasto Bueno.

Referencias

Dick, L.A. 2004. Magistral Copper-Molybdenum Project, Department of Ancash, Peru. Technical report, Inca Pacific Resources Inc.

Henderson, P. 1996. In: Jones, A., Wall, F., Williams, T. (eds.), Rare Earth Minerals: Chemistry, Origin and Ore Deposits. Champan & Hall, The Mineralogical Society Series, London, p. 1-19.

Inca Pacific Resources Inc. 2008. Magistral Property, Feasibility Study. Technical Report, 140 p.

INGEMMET. 2008. Instructivo de muestreo de sedimentos. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, documento interno, 3 p.

Landis, G.P., Rye, R.O. 1972. Geologic, fluid inclusion, and stable isotope studies of the Pasto Bueno tungsten – base metal ore deposit, Northern Peru. Economic Geology, v. 69, p. 1025-1059.

Wilson, J., Reyes, L., Garayar, J. 1995. Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz, y Huari. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 60, 79 p.