

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE CR Y CU A PARTIR DE ELEMENTOS TRAZA DISTINTIVOS (ZR, LI, V Y HF) EN SEDIMENTOS ACTIVOS APLICANDO EL ANÁLISIS MULTIVARIABLE EN LA CUENCA DEL RÍO HUAURA – PERÚ

Luis Enrique VARGAS RODRÍGUEZ & Jorge CHIRA FERNÁNDEZ

INGEMMET, Av. Canadá 1470, Lima 41
lvargasr@ingemmet.gob.pe
jchira@ingemmet.gob.pe

RESUMEN

El área de investigación corresponde a la cuenca del río Huaura en el departamento de Lima, en la que se ha efectuado un muestreo de sedimentos activos de corriente en 393 estaciones representativamente distribuidas. Dichas muestras han sido tamizadas con la malla 200 y analizadas por el método ICP-MS, previa digestión con agua regia.

Geológicamente la zona de estudio muestra tres ambientes bien definidos: Unidades sedimentarias del Jurásico-Cretácico, Volcánicos del Paleógeno-Neógeno e Intrusivos del Cretácico-Neógeno.

La mayoría de las zonas de mayor interés prospectivo están relacionadas a prospectos y yacimientos mineros, como Uchucchacua, Pachangara, Iscaycruz, Invicta, Pampahuay, Mallay y Mercedes 3L.

Con la aplicación del análisis de componentes principales en una muestra de variables, se identificó al Zr, Li, V y Hf como elementos traza distintivos de acuerdo al ambiente geológico del cual provienen los sedimentos. Los elementos de interés económico relacionados a los elementos distintivos han sido determinados mediante el análisis *cluster*, ellos fueron el Cr y Cu.

Palabras clave: Análisis multivariado, Prospección geoquímica, Sedimentos activos, Elementos traza.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento geológico unido al soporte estadístico, proporcionado por el análisis multivariado, ha sido aplicado al campo de la prospección geoquímica, con el propósito de determinar elementos traza distintivos de acuerdo al ambiente geológico del cual provienen los sedimentos activos de corriente muestreados en la cuenca del río Huaura, ubicada en la vertiente pacífica del Perú, entre las latitudes 10° 27' a 11° Sur. Los elementos distintivos definidos son Zr, Li, V y Hf, a partir de los cuales se interpretan dominios geoquímicos conducentes a evidenciar relaciones con elementos traza de interés minero. El Cr y Cu son los elementos de interés minero encontrados, con todo ello se pretende proponer zonas con mayor potencial prospectivo a nivel de geoquímica de sedimentos activos.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Se ha definido tres ambientes geológicos: Unidades sedimentarias y volcánico-sedimentarias del Jurásico-Cretácico, Volcánicos del Paleógeno-Neógeno e Intrusivos del Cretácico-Neógeno pertenecientes al segmento Lima del Batolito de la Costa, constituida por una serie sienogranítica-diorítica del Cretáceo-Neógeno (Cobbing, 1973), ver Figura N° 1. Los dominios metalogénicos en la cuenca son los siguientes: Epitermales de Au-Ag del Eoceno y depósitos polimetálicos del Eoceno-Oligoceno-Mioceno, Pórfidos de Cu-Mo-Au, Skarns de Pb-Zn-Cu-Ag y depósitos polimetálicos relacionados con intrusivos del Mioceno, Epitermales de Au-Ag y depósitos polimetálicos con superposición epitermal del Mioceno y finalmente Depósitos de Fe-Cu-Au (IOCG) del Cretácico Inferior (INGEMMET, 2009).

RECOLECCIÓN DE DATOS

Se recolectaron 393 muestras de sedimentos activos de corriente a razón de 1 muestra/10 Km² aproximadamente, tamizadas con la malla N° 30 (600 µm). En cada estación de muestreo se tomó información geológica, fisicoquímica del agua, particularidades de los materiales clásticos y se determinó la unidad geológica de aporte de los sedimentos predominantes (Chira et al, 2009). Las muestras han sido

secadas y tamizadas a malla N° 200 y las abundancias geoquímicas de los elementos traza se determinaron empleando el método ICP-MS con digestión de agua regia. Se ha contado con resultados analíticos de 44 elementos (Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Hf, Hg, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Tl, U, V, W, Y, Yb, Zn y Zr). Para el oro se empleó el método de ensayo al fuego - absorción atómica.

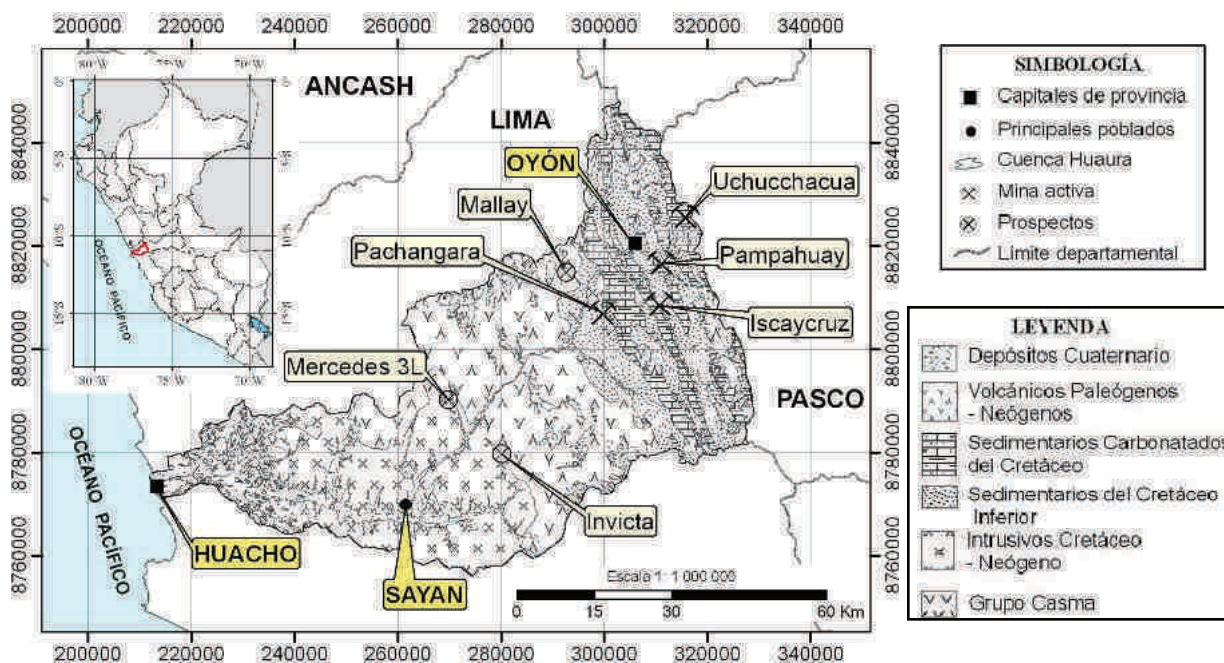


FIGURA N° 1 Mapa litológico generalizado

ANÁLISIS MULTIVARIABLE

Se ha empleado el análisis de componentes principales y el análisis cluster; con el primero de ellos se definieron los elementos traza distintivos de cada ambiente geológico, en tanto que el segundo permite determinar asociaciones entre las variables.

Se ha identificado cuatro elementos distintivos: Zr, Li, V y Hf, los cuales presentan las mayores puntuaciones en el tercer componente principal, dicho componente denota un mayor contraste geogénico de las abundancias geoquímicas. Los componentes uno y dos reflejan una asociación de tierras raras y una asociación polimetálica respectivamente.

El Análisis Cluster, tiene como finalidad dividir un conjunto de objetos en grupos de manera que los perfiles de los objetos en un mismo grupo sean muy similares entre sí (cohesión interna del grupo) y los de los objetos de *cluster* diferentes sean distintos (aislamiento externo del grupo); ello ha permitido identificar qué elementos de interés minero pueden mantener alguna relación con los elementos traza distintivos definidos.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En las tendencias de distribución geoquímica secundaria se observa que el Zr, Li, V y Hf muestran un mejor contraste de varianza en sus concentraciones (Figura N° 2), relacionándose a las unidades geológicas proveedoras de los sedimentos, libre de eventos mineralizantes. Para tal fin no se consideraron las muestras influenciadas por ocurrencias minerales, tal es el caso de Uchucchacua, Iscaycruz, Anamaray, Santa Rita, Caujul, Mallay, Parag, entre los más importantes; tampoco se consideraron las anomalías estadísticas. El análisis cluster evidencia una interrelación no muy lejana de los elementos distintivos con dos elementos traza de interés económico, ellos son: Cr y Cu, ver Figuras N° 3, 4 y 5. Finalmente, evaluando las distribuciones geoquímicas secundarias del Zr, Li, V y Hf con la del Cr y Cu, se ha podido definir áreas de mayor interés prospectivo. En las Figuras N° 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se indican en elipses las zonas de mayores contenidos de Cr, las que se relacionan espacialmente con las zonas de mayor contenido de Zr, Li, Hf y V. En estrellas se definen las zonas de mayor contenido de Cu, las que se relacionan espacialmente a Li y V.

Para fines prospectivos se ha considerado recolectar un total de 393 muestras.

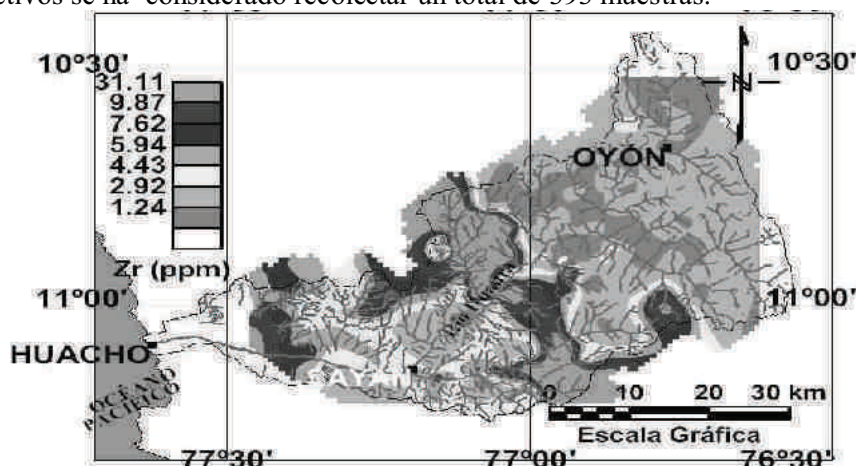


FIGURA N° 2. Tendencia de distribución geoquímica secundaria del Zr



FIGURA N° 3 Dendrograma del Ambiente Sedimentario

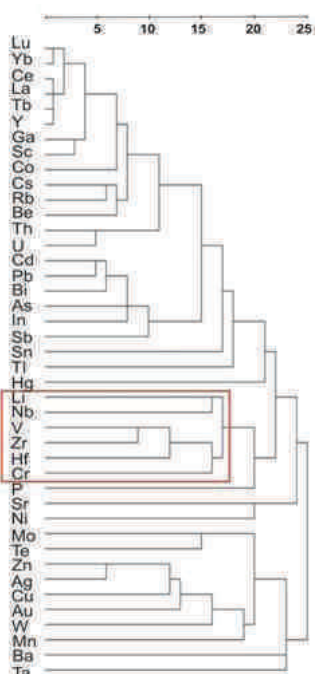


FIGURA N° 4 Dendrograma del Ambiente Volcánico

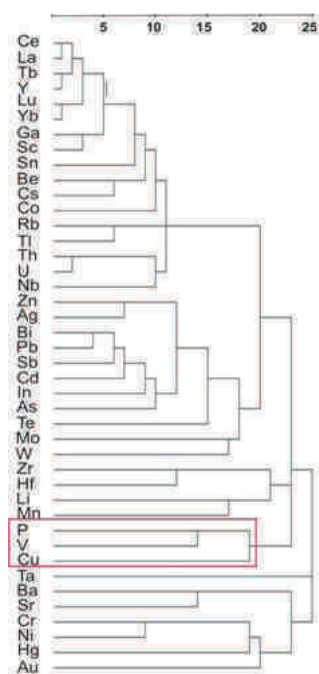


FIGURA N° 5 Dendrograma del Ambiente Intrusivo

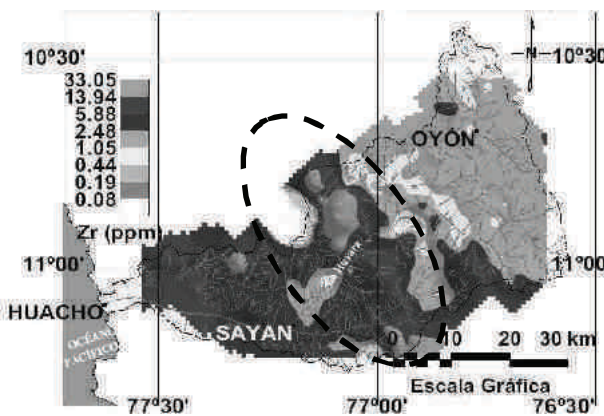


FIGURA N° 6 Distribución geoquímica secundaria del Zr

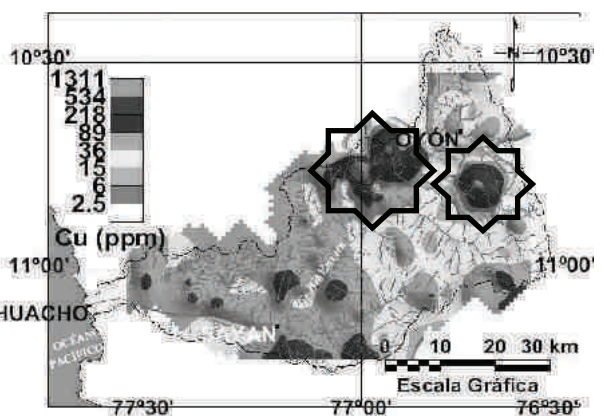


FIGURA N° 7 Distribución geoquímica secundaria del Cu

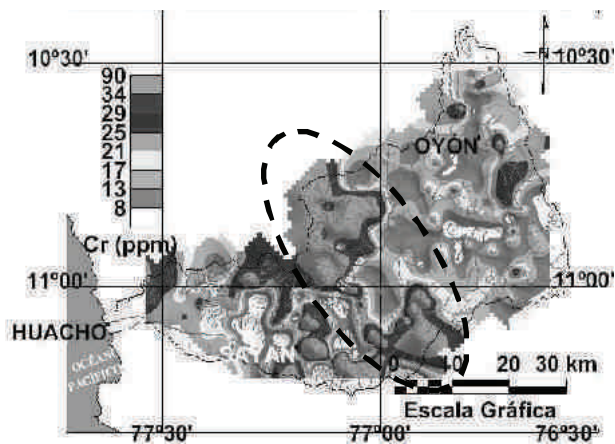


Figura 8. Distribución geoquímica secundaria del Cr

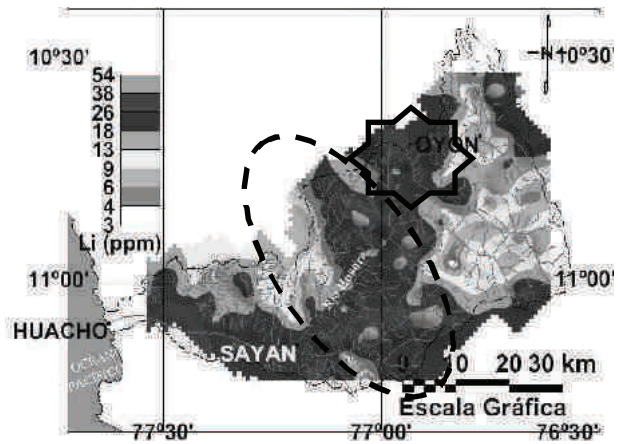


Figura 9. Distribución geoquímica secundaria del Li

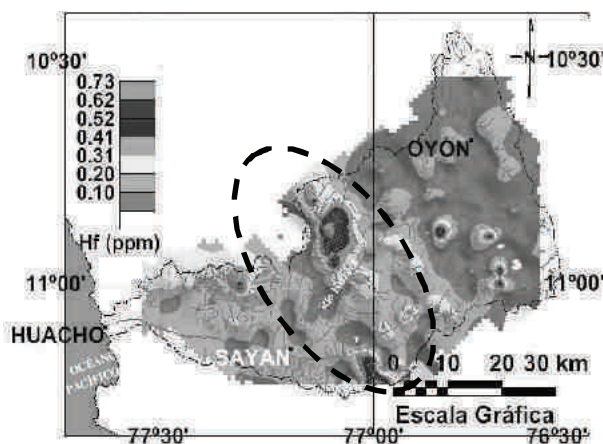


Figura 10. Distribución geoquímica secundaria del Hf

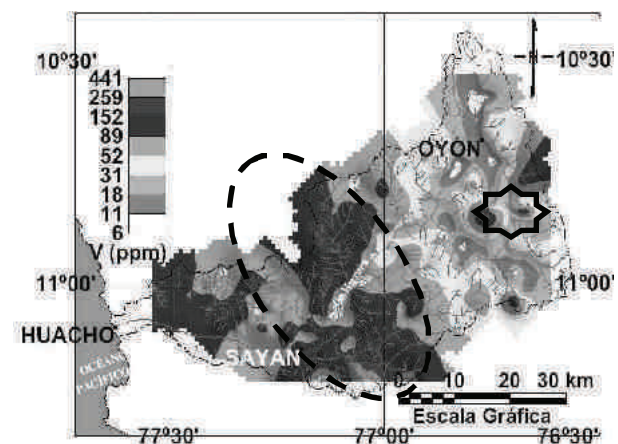


Figura 11. Distribución geoquímica secundaria del V

CONCLUSIONES

1. El Zr, Li, V y Hf son elementos traza distintivos del ambiente geológico del cual provienen y en el cual se dispersan, de acuerdo a sus mayores puntuaciones factoriales en el componente tres, lo cual es corroborado por sus patrones de dispersión y tendencias de distribución mostradas en los mapas isovalóricos.
2. En base al análisis cluster, los elementos traza de interés minero relacionados con los elementos distintivos son el Cr y Cu. En los ambientes sedimentario y volcánico el Cr tiene al menos leve cercanía factorial con alguno de los elementos distintivos, mientras que en el ambiente intrusivo el Cu muestra apenas una cercanía factorial leve con el V; ello se confirma en sus distribuciones geoquímicas secundarias, considerando la totalidad de las muestras.
3. La mayoría de las zonas de mayor potencial están relacionadas a prospectos y yacimientos mineros, como: Pachangara, Iscaycruz, Surpa, Mercedes 3L, San Cristóbal, Shalla, La Mina y el sector de Sayán.

REFERENCIAS

- Chira, J.; Vargas, L.; Valencia, M.; Rodríguez, H.; Chero, D. & Lizama, H. 2009: Prospección Geoquímica de Sedimentos de Quebrada en la Cuenca del Río Huaura. Bol. N° 20 Serie B. INGEMMET. Lima. 123 p.
- Coobing, E. (1973): Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaraz y Canta. Bol. N° 26 Serie A. INGEMMET. Lima. 172 p.
- INGEMMET. (2009): Mapa Metalogénico del Perú. En prensa. Lima.