

## **BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN LA CUENCA ALTA DEL RIO TORRES-VIZCARRA, DEPARTAMENTOS DE ANCASH-HUÁNUCO**

Jorge Chira Fernández

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, INGEMMET, Av. Canadá N° 1470, Lima 41- Perú  
[jchira@ingemmet.gob.pe](mailto:jchira@ingemmet.gob.pe)

### **INTRODUCCIÓN**

Teniendo en cuenta que la determinación de los contenidos totales de metales pesados en sedimentos no es suficiente para evaluar el grado de Impacto Ambiental de una fuente contaminante, se hace necesario cuantificar y caracterizar las especies iónicas metálicas presentes, así como determinar el grado de asociación de los metales pesados a las distintas fases reactivas con el sedimento. Mediante el método de especiación secuencial es posible identificar las denominadas fases biodisponibles de cada elemento, lo que nos permite dimensionar el real impacto que causa una potencial fuente contaminante sobre los seres vivos.

En tal sentido, se ha realizado la presente investigación en la en la cuenca alta del río Torres-Vizcarra, ubicada entre los límites de los departamentos de Ancash y Huánuco, en la que se ubican poblados importantes como son Huallanca, Ripán y La Unión.

En la cuenca en mención se tiene una importante actividad minera e inclusive la disposición de pasivos ambientales, que son motivo de preocupación por parte de los pobladores emplazados en dicha región. En las cabeceras de la cuenca se encuentran importantes minas polimetálicas como Huanzalá y Pucarrajo, así como la Relavera Huallanca, en la margen derecha del río Torres, 1km aguas arriba del poblado del mismo nombre.

Geológicamente, las unidades rocosas aflorantes son mayormente sedimentarias y van desde la formación Oyón, del Cretáceo inferior hasta la formación La Unión del Pleistoceno (COBBING J., et al. 1996). Las formaciones cretáceas están dispuestas en una orientación andina, destacando dos fallas regionales con la misma tendencia y denominadas Chonta y Baños. Pequeños cuerpos intrusivos granodiorítico-tonalíticos miocénicos afectan a las unidades cretáceas, llegando a producir en algunos casos, limitados cuerpos de reemplazamiento con sulfuros masivos, como es el caso del sector Huanzalá.

Los depósitos minerales encontrados son del tipo metasomáticos de contacto, con mineralización polimetálica y están representados por las minas Huanzalá y Pucarrajo. Igualmente, se tienen minas inactivas como Mercedes y San Francisco, que dejaron de operar décadas atrás, habiendo dejado pasivos ambientales que son motivo de preocupación en la actualidad por el impacto que pueden estar generando en el medio ambiente.

### **METODOLOGÍA**

El trabajo de campo ha consistido en recolectar 20 muestras de sedimento fluvial, tanto en el drenaje principal como en las quebradas tributarias, siendo tres de ellas del sector Pachapaqui, con el fin de compararlas con las de la cuenca motivo de estudio.

Estas muestras han sido tamizadas a malla 200 y sometidas al proceso de extracción secuencial, (1979), con determinaciones de Espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-AES, Inductively Coupled Plasma -Atomic Emission Spectrometry), para cada fase.

La metodología de especiación secuencial química propuesta por TESSIER A. et al. (1979), se basa en un intento de reproducir las condiciones fisicoquímicas sobre matrices ambientales, considerando cinco fases que definen asociaciones de los metales pesados a los diversos constituyentes del suelo con distintas energías de enlace; dicho método se aplica de forma secuencial sobre la misma porción de muestra. Mediante este proceso se obtienen seis fracciones: soluble, intercambiable, metales asociados a carbonatos, metales asociados a óxidos de hierro y manganeso, metales asociados a materia orgánica y metales residuales; las tres primeras fases son las que representan un mayor riesgo para la biota, y son las denominadas fases biodisponibles (MORRISON G., 1990).

La asociación de los elementos traza en las muestra estudiadas es determinada mediante la estadística multivariar, con la aplicación del análisis de componentes principales (ACP), para lo cual previamente hubo

la necesidad de determinar la medida de adecuación de la muestra, utilizando el coeficiente de KMO; según variables, la muestra estadística se adecúa a un modelo de ACP, resultando un coeficiente de 0.62.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados de dos de los metales más significativamente dispersos en los sedimentos fluviales.

### ESPECIACIÓN QUÍMICA DEL PLOMO

La fase que representa mayores porcentajes de distribución de plomo en estos sedimentos es la F4, ligada a óxidos de Fe y Mn, seguida por la fase 5, ligada a materia orgánica, tal como se aprecia en la figura 1; en las tres primeras fases el contenido de plomo es relativamente bajo, llegando a un máximo a 8ppm.

Con respecto a la fase unida a óxidos de Fe-Mn, esto puede deberse a que el plomo se asocia bajo condiciones anaeróbicas cuando el pH se halla alrededor de 7 y puede formar soluciones complejas ligadas a material orgánico, óxidos y arcillas.

### ESPECIACIÓN QUÍMICA DEL ZINC

Al igual que lo que sucede con el plomo, las mayores proporciones corresponden a la fase 4, ligada a óxidos de Fe y Mn, seguida de la fase 5 ligada a materia orgánica (figura 2). Para el caso de la primera de las mencionadas, en la cuenca Torres, el zinc llega hasta 67% del total, mientras que para la fase ligada a materia orgánica llega hasta 40% del contenido total.

Las fases biodisponibles sumadas llegan hasta 44%, como es el caso de una muestra ubicada en Huallanca, la que parece ser el resultado de contaminación antrópica, al tratarse de un caso bastante puntual.

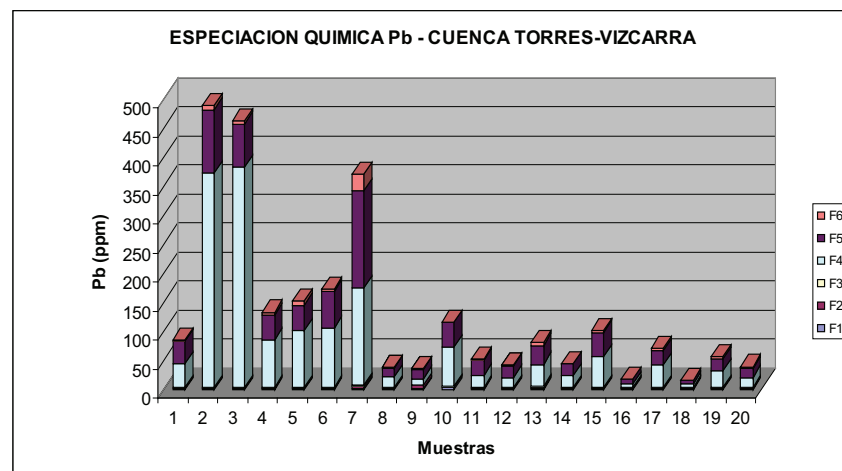


Fig. 1. Especiación química del plomo.

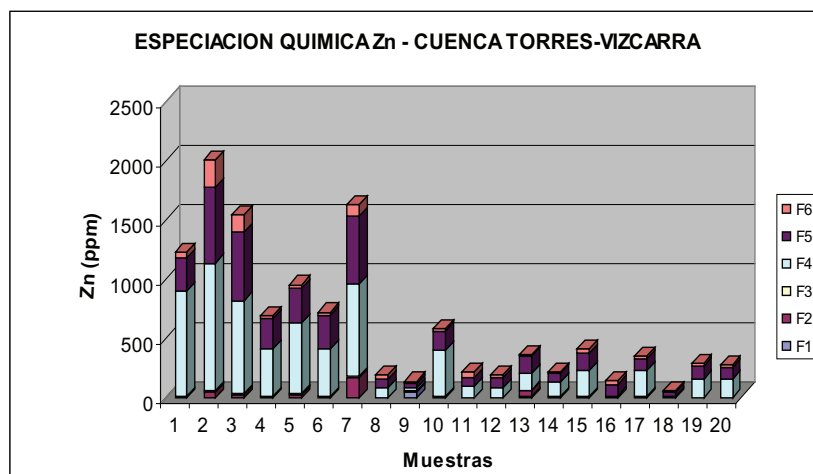


Fig. 2. Especiación química del zinc.

### ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

En la tabla 1 se aprecia la matriz de Componentes Principales Rotados, notándose que en la primera componente se encuentran asociados el As, Ag, Bi, Cu, Cd, Fe, Mo, Pb y Zn, mientras que en la segunda componente están asociados el Cr, Mn, Mo, Ni y V y el Fe en la tercera. En la primera de las mencionadas, se define la asociación polimetálica, en tanto que las segunda y tercera componente responde a la naturaleza geogénica.

Tabla 1. Matriz de Componentes Rotados\* - por Variable

Elemento	Componente		
	1	2	3
Ln Ag ppb	0.934	-0.158	0.121
Ln Bi ppb	0.919	-0.088	0.199
Ln As ppb	0.910	0.300	0.091
Ln Pb ppb	0.896	0.364	0.118
Ln Cu ppb	0.892	-0.087	0.183
Ln Zn ppb	0.836	0.516	0.129
Ln Cd ppb	0.814	0.545	0.006
Ln Ni ppb	0.125	0.969	-0.038
Ln V ppb	-0.021	0.921	-0.216
Ln Mo ppb	0.335	0.921	0.035
Ln Cr ppb	-0.184	0.888	0.139
Ln Mn ppb	0.222	0.791	0.324
Ln Fe ppb	0.329	0.566	0.697
Ln Hg ppb	0.563	-0.405	0.587

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

\* La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

De acuerdo a los resultados, queda establecido que en la franja metalogénica de yacimientos polimetálicos, en ambientes sedimentarios mesozoicos, se tienen dos asociaciones geoquímicas: la asociación As, Pb, Zn, Cd, Cu, Bi, Ag, que refleja la mineralización del área de estudio y, la asociación Mo, Ni, V, Cr, Mn, Fe, que obedece a la concentración de iones en sedimentos residuales, como respuesta a las características geogénicas del área de estudio.

De acuerdo al estudio de especiación química, ninguno de los elementos estudiados presentan niveles de biodisponibilidad que signifiquen un riesgo para la biota del sector superior de la cuenca Torres-Vizcarra.

La mayoría de los elementos estudiados están ligados principalmente a materia orgánica y a óxidos hidratados de Fe y Mn, caso del arsénico, cadmio, cobre, hierro y cobalto, manganeso, plomo, zinc, respectivamente. Dichas fracciones no son biodisponibles. Tanto el cromo como el vanadio aparecen como elementos ligados fuertemente a la fracción sulfuro o residual, y están relacionados a la presencia de mineralización en la parte alta de la cuenca. El fraccionamiento del níquel muestra una distribución casi proporcional tanto para la materia orgánica, óxidos hidratados de Fe y Mn, así como a la fracción residual.

## REFERENCIAS

COBBING, JOHN; SÁNCHEZ, AGAPITO; MARTÍNEZ, WILLIAM & ZÁRATE, HÉCTOR (1996). *Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca*. INGEMMET, Boletín N° 76 Serie A, Carta Geológica Nacional, 282p

MORRISON G.M.P. (1990). *Trace element speciation and its relationship to bioavailability and toxicity in natural waters. Trace element speciation analytical methods y problems*. CRC Press, Boca Ratón, Florida, pp 25-41.

TESSIER, A; CAMPBELL, P.G.C. & BISSON, M (1979). *Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals*. Anal. Chem., (7): 844-851.