



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



S1_005

Geoquímica y evaluación ambiental de los sedimentos fluviales del sistema hidrográfico Alhué, Cordillera de la Costa, Chile Central

Castillo, P.¹

(1) Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Víctor Lamas 1290, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

pamecastillo@udec.cl

Introducción

El sistema hidrográfico Alhué ubicado en la Cordillera de la Costa, en el límite de las regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins, está constituido por tres esteros principales (El Membrillo, Alhué y Carén) y numerosas quebradas que han generado valles profundos.

La zona dispone de recursos mineros, agrícolas y ganaderos, siendo éstas las primordiales actividades productivas del sector. La actividad minera tiene un carácter de mediana y pequeña minería, desarrolladas en los distritos Alhué y Chancón, el centro más significativo es la mina Pedro Valencia, propiedad de Minera Florida; además en el área se emplaza el Embalse Carén, en donde se acopian los relaves provenientes de la Mina El Teniente.

El muestreo sistemático de sedimentos fluviales realizado en un área de 660 km² aproximadamente, tiene como objetivo principal conocer la distribución y variación geoquímica de 24 elementos químicos, para determinar su relación con la litología, mineralización e identificar la influencia de la actividad minera en el área.

Metodología

En total se muestrean y analizan 157 muestras, de las cuales 56 pertenecen a los esteros El Membrillo, Alhué y Carén y 89 muestras a los distintos tributarios menores; además se toman 6 duplicados y se recolectan 6 muestras que corresponden a un remuestreo realizado en el Estero Carén (Fig. 1). El objetivo del remuestreo es determinar las diferencias en la concentración de los elementos, antes y después del derrame de relaves del Embalse Carén hacia el estero del mismo nombre, ocurrido el 16 de abril del 2006.



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

Los datos se interpretan con técnicas estadísticas, que incluye análisis de univariable y multivariables. Los elementos estudiados en este trabajo son Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Mn, Ti, P, B, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Ba, La, Ce, Pb, Ag y Au.

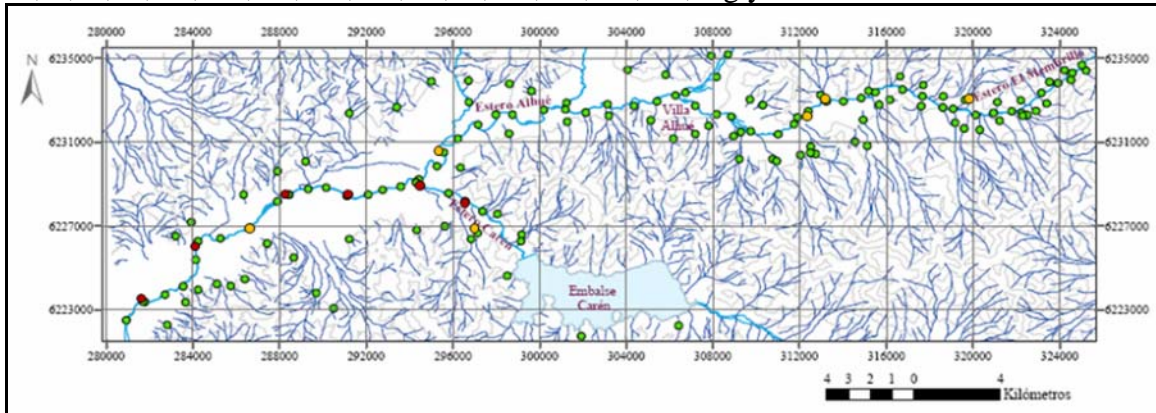


Fig. 1: Puntos de muestreo en área estudiada (verde), remuestreo Estero Carén (rojo), duplicados (amarillo).

Marco Geológico

La geología del área corresponde a rocas intrusivas y volcánicas de composición intermedia a ácida.

Las unidades plutónicas, se formaron a partir de tres eventos magmático-plutónicos, ocurridos durante el Paleozoico, Jurásico y Cretácico [1]. Las secuencias volcánicas y volcanoclásticas del Mesozoico en la zona de estudio, están constituidas por las formaciones Horqueta, Lo Prado y Las Chilcas.

Las unidades de mayor distribución en el área son el Complejo Granítico Alhué (92 Ma) [2] y la Formación Las Chilcas (Aptiano?-Albiano) [3, 4], además de depósitos semi-consolidados y no consolidados (Pleistoceno-Holoceno) [2].

La mineralización de oro-cobre del área, reconocida en los distritos Alhué y Chancón, se localiza principalmente en las rocas de la Formación Las Chilcas y se caracteriza por tener un control estructural y estar vinculada a zonas de alteración hidrotermal [5].

Resultados y Conclusiones

Geoquímica

La metodología estadística utilizada para el tratamiento de los datos, consistió en la determinación de los parámetros básicos y la distribución de frecuencia de cada elemento, con el propósito de obtener los patrones de comportamiento en los sedimentos de drenaje, con base a un nivel de fondo y a las anomalías probables o posibles.

A través de la prueba del Chi-cuadrado se comprueba que los elementos Si, Al, Ca, K, Ni, Sr y Ce se ajustan a una curva de frecuencia Normal, los elementos Fe, Mg, Mn, Ti, P, V, Cr, Co, Cu, Y, Ba, La y Pb presentan una distribución de frecuencia Log-Normal y para



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

el caso B, Zn, Au y Ag se comprueba que estos elementos tienen una distribución de frecuencia bimodal, con muestras estadísticamente anómalas.

Al graficar las concentraciones químicas en mapas 1:200.000, se visualiza el sector específico dentro del área, en que los elementos presentan anomalías posibles y probables, de esta forma, destacan elementos como B y Cu con anomalías en las muestras tomadas en el Estero Carén, aguas abajo del embalse homónimo; Zn, Pb y Ag presentan concentraciones anómalas en muestras obtenidas en el Estero Alhué aguas abajo de la Quebrada Las Animas; finalmente, el Au presenta anomalías probables en El Estero El Membrillo en el extremo NE del área de trabajo.

Análisis de Correlación Múltiple

Para interpretar la matriz de datos geoquímicos, obtenidos en el sistema hidrográfico Alhué, se utiliza la técnica de Análisis de Factores, que permite visualizar e interpretar las interrelaciones de los elementos. En este análisis se margina el oro, puesto que más del 50% de los datos no superan el límite de detección.

El análisis factorial, permite reconocer tres nuevas variables, denominados factores, que resultan de la combinación de las variables originales (elementos químicos); el primer factor (Factor I) representa la asociación de los elementos Fe, V, y Mn, que interpreta a los minerales pesados presentes en los sedimentos fluviales.

El Factor II explica la asociación Mg, B y Cu, que demuestran la acumulación de ellos en los sedimentos fluviales del Estero Carén (principalmente aporte de cobre y boro), inducida por la afluencia de aguas y material fino desde el Embalse de relaves Carén.

El Factor III refleja la asociación de los elementos Pb, Zn y Ag y representa la mineralización de estos elementos, emplazada en las rocas de la Formación las Chilcas. Además el Factor III, puede reflejar el aporte de metales pesados en los sedimentos del Estero Alhué, causada por la actividad de minera.

Evaluación Ambiental

A través del análisis de multivariadas, se determina la presencia de asociaciones de elementos, que se encuentran relacionadas a muestras obtenidas en las cercanías de pasivos mineros, como las instalaciones de la Minera Florida y el Embalse Carén.

Al graficar la variación en la concentración de los elementos químicos, respecto a la distancia en que se ubican las muestras a lo largo de los esteros, es posible caracterizar la distribución de los elementos y comparar su comportamiento (Fig. 2).

En el Estero Alhué se detecta que los elementos Pb, Zn y Ag presentan una distribución similar entre ellos, con elevadas concentraciones en las muestras tomadas al este del estero y una notoria disminución en las muestras occidentales, con una influencia aproximada de 10 km, alcanzando el poblado Villa Alhué. En la figura 2-a se visualiza que los contenidos de Pb presentan un aumento a partir de la primera muestra que se



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

recolecta en el Estero Alhué (MEM-12), luego del desagüe al estero de la Quebrada Las Ánimas, que es en donde se encuentran las minas subterráneas de Minera Florida. Las muestras recolectadas en el Estero Carén presentan valores anómalos para B y Cu. La realización de dos etapas de muestreo en un mismo punto del estero, permite determinar que los contenidos de B y Cu en la segunda etapa (posterior al derrame de relaves), superan considerablemente a las muestras obtenidas en la primera etapa (Fig. 2-b), con una tendencia similar para ambos muestreos, lo que indica que los relaves mineros son responsables de los contenidos anómalos de estos elementos en los sedimentos del estero.

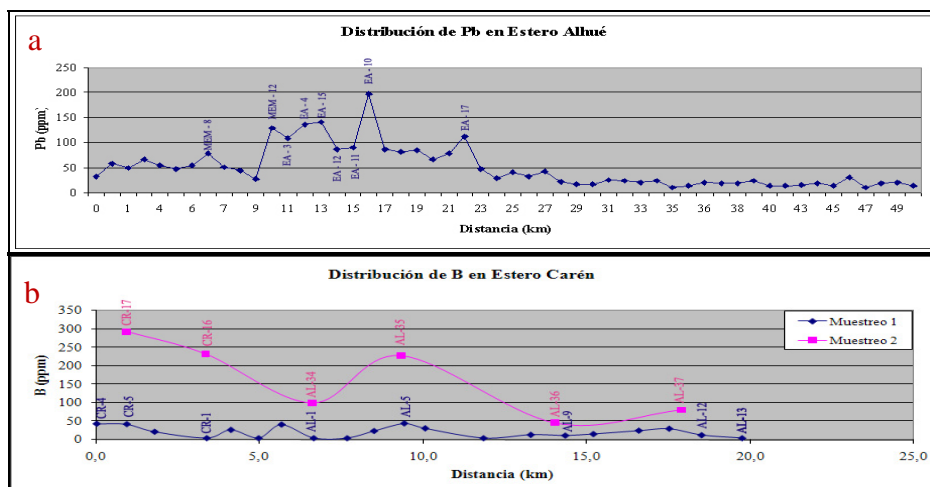


Fig. 2: Gráficos de distribución de plomo (a) y boro (b) en esteros Alhué y Carén, respectivamente.

Financiamiento

Este trabajo corresponde a la Memoria de Título de la autora, realizada con el financiamiento del Servicio Nacional de Geología y Minería y el apoyo del Instituto GEA y del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Concepción.

Referencias

- [1] Vergara, M., Drake, R. (1979) Eventos magmáticos-plutónicos en los Andes de Chile Central, *Actas II Congreso Geológico Chileno*, vol. 1, F19-F30.
- [2] Godoy, E. (2007, en preparación) Hoja Rancagua 1:100.000, *Servicio Nacional de Geología y Minería*.
- [3] Thomas, H. (1958) Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga, *Boletín Instituto de Investigaciones Geológicas*, vol. 2, 86.
- [4] Wall, R., Sellés, D., Gana, P. (1999) Mapa Geológico del Área Tiltil-Santiago, Escala 1:100.000, *Servicio Nacional de Geología y Minería*, Carta Geológica N° 11, 17.
- [5] Cabrera, R. (1992) Consideraciones Geológico-Económicas del Área Alhué-Huilmay, *Compañía Minera Alhué de Oro S.A.* Informe inédito.