



Caracterización geoquímica de los suelos de la VI región, Chile.

Ana Valdés*, Manuel Arenas y Hugo Neira

Secretaría Regional Ministerial de Minería de la Región de Aysén. Baquedano 336, Coyhaique, Chile. 2. Departamento de Geología Aplicada, Servicio Nacional de Geología y Minería. Avenida Santa María 0104, Providencia, Chile.

* email: anavaldes@minmineria.cl; valdesd@yahoo.com

Resumen. El estudio geoquímico de suelos realizado en un sector de la Depresión Central de la VI región, se basó en la toma de 114 muestras de suelo (5 cm de profundidad.) analizadas con ICP-MS. El principal objetivo de este trabajo es la elaboración una línea base geoquímica y la identificación de posibles fuentes contaminantes que expliquen el origen de las anomalías observadas en el territorio. Las concentraciones medias para el Cu (292,88 ppm - 749,29 ppm), As (19,75 ppm - 54,96 ppm) y Ag (0,82 ppm - 10,75 ppm), indican valores superiores a los niveles tóxicos admitidos en suelos agrícolas, según normas internacionales, las que establecen niveles de 200 y 50 ppm para el Cu y el As, respectivamente. El análisis factorial, permitió identificar 9 fuentes contaminantes: 1) Depósitos de relaves tipo pórfido cuprífero (Cu, Mo); 2) Cortical (Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO, K_2O , SiO_2); 3) Actividades agrícolas y planta de fundición (As, Ni, S); 4) Combustión de petróleo (V, Co, Cr); 5) Fundición de talleres (Bi, W); 6) Combustión de materia orgánica (quemadas agrícolas) (C); 7) Fertilizantes de suelos (P_2O_5 y K_2O); 8) Planta de fundición Caletones (Zn, Sb) y/o quema de carbón; y 9) plaguicidas (Hg, Pb, MgO).

Palabras Claves: geoquímica, suelo, ICP-MS, fuentes contaminantes

1 Introducción

En el marco del programa “Geología para el Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Rancagua, Región de O’Higgins, Chile” desarrollado por el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, se llevó a cabo el estudio geoquímico de suelos de un sector de la Depresión Central de la región, entre las latitudes $34^{\circ} 00'$ y $34^{\circ} 15'$ y longitudes $70^{\circ} 30'$ y $71^{\circ} 00'$ (SERNAGEOMIN, 2013). Aledaña al área de estudio se encuentra la mina El Teniente, correspondiente a un yacimiento de cobre del tipo pórfido cuprífero, segundo polo productivo de Chile. Por otra parte, en la zona de interés existe un uso agrícola intensivo de los suelos, además de presentarse otras potenciales fuentes contaminantes. Este estudio se basó en la toma de 114 muestras superficiales de suelo (5 cm de profundidad.) las cuales fueron analizadas con un ICP-MS. El principal objetivo de este trabajo es la elaboración de una línea base geoquímica y, secundariamente, la identificación de las posibles fuentes contaminantes que expliquen el origen de las anomalías observadas en el territorio.

2 Objetivos

El presente trabajo tiene como fin la elaboración de una carta geoquímica ambiental en el área de estudio, a través del levantamiento de una línea base de la química inorgánica de los suelos, que permita determinar las concentraciones y distribución actual de los elementos analizados. De este modo, poder identificar la(s) proveniencia(s) de concentraciones anómalas y así discriminar entre procesos naturales y antrópicos, determinando a su vez las principales fuentes contaminantes, con el fin de colaborar en políticas públicas tendientes a mitigar la contaminación.

Es importante señalar que la generación de una línea base geoquímica permitirá cuantificar la mayoría de los daños que a futuro pudieran impactar el área de estudio, mientras que sin las concentraciones de referencia ello, no es del todo posible.

3 Metodología

3.1. Metodología de terreno

De acuerdo a las características del área de estudio, con suelos agrícolas altamente impactados por distintas fuentes contaminantes, relacionadas tanto al mejoramiento productivo de los suelos, como a otras fuentes aledañas al área de estudio, el protocolo de toma de muestras se realizó en base a los establecido tanto por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG), como por la metodología descrita en Salminen et al., (2005). De acuerdo a lo anterior, la grilla de muestreo propuesta para la Depresión Central fue de 1 muestra cada 1-5 km^2 , la cual pudo ser respetada casi en su totalidad, a excepción de los lugares donde el acceso no fue posible. Según Guillén et al., 2011 y Reimann et al., 2009, la malla de muestreo utilizada en zonas urbanas como Graneros y Rancagua-Machalí, consideró espaciamientos de 0.5 x 0.5 km, mientras que en las zonas periurbanas, un distanciamiento de 0.1 x 0.1 km.

Tanto en ambientes de llanuras de inundación como en conos coluviales y/o aluviales las muestras finales son de aproximadamente 2 kg y se componen de cinco sub-muestras, las cuales se toman en cada uno de los vértices de un cuadrángulo, separados entre sí cada 5 mt más la muestra central. De este modo, se obtiene una muestra homogénea y representativa del suelo, evitando que las posibles

variaciones geoquímicas centimétricas a métricas presentes en el terreno, alteren los resultados finales.

Con el fin de evitar eventuales contaminaciones de las muestras con hierro o con otros elementos, éstas son extraídas con pala plástica a 5 cm de profundidad a partir de una superficie de 20 x 20 cm. Las sub-muestras se acumulan en una bolsa de polietileno la que posteriormente es sellada y rotulada.

3.2 Metodología de laboratorio

Una vez obtenidas las muestras en terreno, son guardadas a temperatura ambiente en la bodega de SERNAGEOMIN, hasta pasar al laboratorio de preparación de muestras donde, previo a iniciar el proceso de secado, una parte de la muestra es extraída para medir el pH del suelo que se analizará. Posteriormente, el resto de la muestra es secada en un horno electrónico marca MEMMERT, a una temperatura de 30,1°C, proceso que dura aproximadamente 1 semana. Una vez realizado el proceso de secado, se procede al tamizado, en el cual se utilizan tamices marca VWR, uno de 10 mallas equivalente a 2mm y uno de 80 mallas correspondiente a 180µm, obteniéndose dos fracciones, una entre 2mm y 180µm y otra inferior a 180µm, las cuales son guardadas en frascos de polipropileno. La primera fracción es guardada y la segunda, de material más fino, es enviada para análisis químicos (absorción atómica, etc.). Por otro lado, 40 gr de la fracción fina es cuarteada y molida en el pulverizador de rocas ROCKLABS de ágata y es posteriormente tamizada mediante una malla 200, correspondiente a 75µm. Esta muestra es enviada a análisis de ICP-MS.

El análisis químico incluye un total de elementos analizados corresponden a 35, entre los cuales, los elementos mayores tales como el Fe, Na, Ca, Mg, Si y K fueron analizados a través del método de Fluorescencia de Rayo X al igual que los elementos trazas como el Cu-Sc. Tanto las Tierras Raras como los denominados “otras trazas” (Se, Ta, Ga, etc.) fueron analizados en el ICP-MS.

4 Resultados y Conclusiones

De acuerdo al factor de enriquecimiento ($EF_x = (C_x/C_{ref})_{muestra} / (C_x/C_{ref})_{corteza\ continental}$), se determinan tres fuentes de proveniencia: aquellos elementos de origen litológico con un $FE \leq 1$, como el Na, K y Nb; aquellos con un $FE \leq 10$, como el Si, Ti, Fe, Ca, Mg, Mn, P, V, Cr, Co, Ni, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Ba, Pb, Sc, Mo, Cd y Ga, provenientes tanto de fuentes antropogénicas como naturales (corticales); y aquellos con un $FE \geq 10$ como el Cu, As, Sb, Ag, Bi y W, lo cual indica un enriquecimiento respecto al contenido promedio de la corteza superficial y, en el caso de la última agrupación, una importante contribución antropogénica, a pesar del contenido anómalo natural esperable en el contexto geológico señalado. Por otro lado, las concentraciones medias determinadas para elementos fitotóxicos analizados, entre ellos el Cu (292,88 ppm - 749,29 ppm), As (19,75 ppm - 54,96 ppm) y Ag (0,82 ppm

-10,75 ppm), indican valores superiores a los niveles tóxicos admitidos en suelos agrícolas, según normas internacionales, las cuales establecen niveles de 200 y 50 ppm para el Cu y el As, respectivamente.

A partir de un análisis factorial, se identificaron 9 fuentes contaminantes trazadas a partir de asociaciones elementales específicas que a continuación se detallan: 1) Depósitos de relaves tipo pórfido cuprífero (Cu, Mo); 2) Cortical (Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO, K_2O , SiO_2); 3) Actividades agrícolas y planta de fundición (As, Ni, S); 4) Combustión de petróleo (V, Co, Cr); 5) Fundición de talleres (Bi, W); 6) Combustión de materia orgánica (quemadas agrícolas) (C); 7) Fertilizantes de suelos (P_2O_5 y K_2O); 8) Planta de fundición Caletones (Zn, Sb) y/o quema de carbón; y 9) Plaguicidas (Hg, Pb, MgO).

Referencias

- Guillén, M., Delgado, J., Albanese, S., Nieto J., Lima, A., De Vivo, N. 2011. Environmental geochemical mapping of Huelva municipality soils (SW Spain) as a tool to determine background and baseline values. *Journal of Geochemical Exploration* 109: 59-69.
- Reimann, C., Mutschuillat, J., Birke, M., Salminen, R. 2009. Arsenic distribution in the environment: The effects of scale. *Applied Geochemistry* 24: Issue 7, 1147-1167.
- Salminen, R., Batista, M., Demetriades, A., Lis, J., Tarvainen, T. Sampling. 2005. *Geochemical Atlas of Europe Parts 1 and 2. Versión 1.*
- SERNAGEOMIN, 2013. *Geología para el Ordenamiento Territorial y la Gestión Ambiental en el área de Rancagua, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-13, 98 p., 18 mapas escala 1:100.000. Santiago.*