

INTERACCION ENTRE AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA SUPERFICIAL EN RÍO ARTIGUAS (SUCIO), CHONTALES

Mendoza, José Alfredo

Centro de Investigaciones Geocientíficas (CIGEO, UNAN-Managua)

RESUMEN: En la región central de Nicaragua existe contaminación de aguas superficiales por mercurio y plomo (Hg y Pb), como resultado de la presencia y uso de estos metales pesados en la extracción de oro. La contaminación de aguas superficiales puede conllevar el daño de las aguas subterráneas. Esto hace necesario el estudio de la interacción entre aguas subterráneas y aguas superficiales. En este trabajo se presentan algunos resultados que ayudan a comprender esa interacción. Se utilizaron métodos hidrogeológicos y geofísicos. Los resultados indican que las interacciones entre los dos medios de agua son complejas y variables.

Claves: *Hidrogeología, Geofísica, Aguas Superficiales, Geoelectricidad, Río Artiguas (Sucio).*

INTRODUCCION

Existe una preocupación creciente acerca del manejo de problemas relacionados a contaminación de aguas subterráneas y superficiales. Un ejemplo de mal cuidado del recurso agua es el (mal) uso de metales pesados para explotación de oro en la región central de Nicaragua, conocida como distrito minero La Libertad – Santo Domingo (Figura 1).

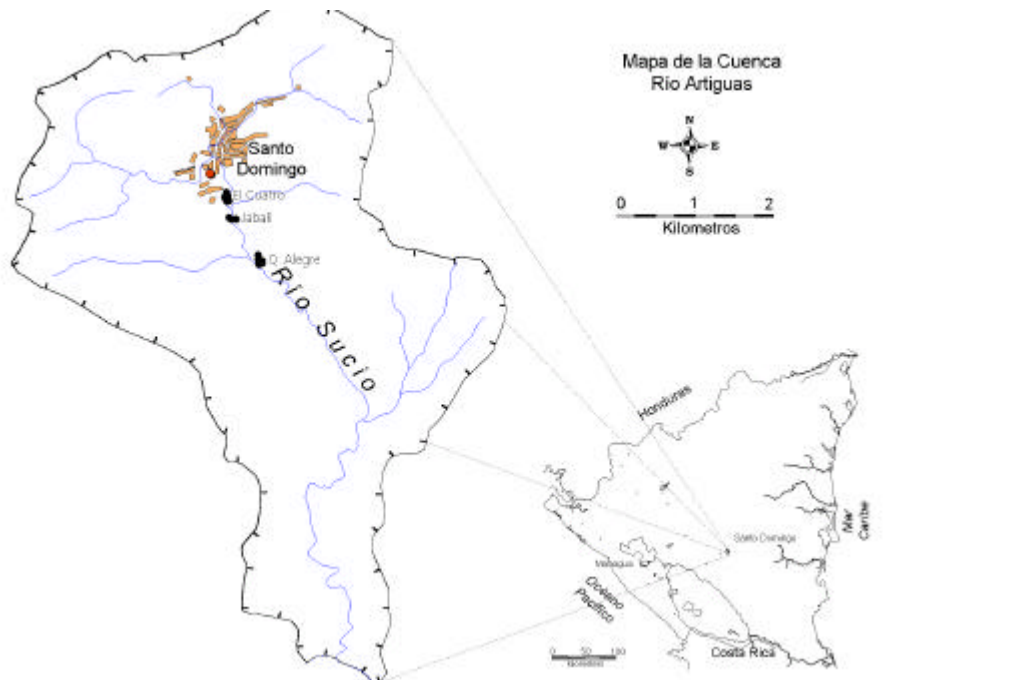


Figura 1. Cuenca del Río Artiguas (Sucio). La figura señala los sitios de interés El Cuatro, Jabalí y Quebrada Alegre.

Por más de un siglo la producción artesanal ha usado mercurio (Hg) para extraer oro. Durante este proceso otro metal pesado, plomo (Pb) es también liberado al ambiente. Como resultado, las aguas superficiales han sido contaminadas deteriorando ecosistemas y haciendo imposible el uso de fuentes de agua superficiales para consumo humano. La contaminación de aguas superficiales frecuentemente lleva a la destrucción de las aguas subterráneas. Diversos estudios reportan la presencia de considerable niveles de mercurio (Hg) y plomo (Pb) en suelos, sedimentos y agua del Río Sucio (Silva, 1994; Romero, 1996; André et al., 1997). Esas investigaciones motivaron el desarrollo de un proyecto de investigación impulsado por el Centro de

Investigaciones Geocientíficas (CIGEO\UNAN) con el auspicio de la Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (Asdi/SAREC). El principal propósito de este proyecto es producir información que conduzca a una evaluación de la vulnerabilidad que tienen las aguas subterráneas a ser contaminadas por los metales pesados descargados en las aguas superficiales (ríos). Este artículo presenta algunos resultados importantes en el estudio de las interacciones agua superficial-agua subterránea.

METODOS

Las relaciones entre acuíferos poco profundos y el cauce del río fueron estudiadas con distintos métodos. Las actividades incluyeron el monitoreo de niveles de agua subterránea, estimación de caudal en el río y exploración del subsuelo con un método geofísico.

Con el propósito de entender la dinámica del flujo del agua subterránea en la cercanía del cauce del río (infiltración/ descarga) veintisiete (27) mini-piezómetros fueron instalados entre 2002 y 2004 en dos sitios próximos al curso del Río Artiguas. Los dos sitios se encuentran en las proximidades del pueblo de Santo Domingo, principal fuente de contaminación del río. Durante el primer trimestre de 2004, fueron instalados sensores digitales en piezómetros seleccionados. Estos sensores miden y almacenan datos de parámetros hidrogeológicos automáticamente. Los parámetros medidos son nivel del agua, temperatura y conductividad eléctrica. Los sensores fueron programados para medir cada hora.

El caudal del río fue estimado en dos puntos sobre del Río Artiguas utilizando un currentímetro y midiendo el área transversal del cauce. Estas mediciones fueron realizadas diariamente durante el año 2002. La infiltración de agua del río al acuífero (pérdida) o la descarga de agua subterránea en el cauce del río (ganancia), debe ser observada en la diferencia de caudales entre los puntos río arriba y río abajo.

El método geofísico de las imágenes de resistividad *-Lund Imaging System-* (Dahlin, 1996) fue usado intensamente durante este estudio. La aplicación de este método permitió explorar el subsuelo próximo al cauce del río. Siete (7) Sondeos Eléctricos Verticales Continuos (SEVC) fueron ejecutados a través del río.

RESULTADOS

Resultados parciales de monitoreo de agua subterránea en piezómetros indican un gradiente hacia el cauce del río. La Figura 2 presenta un mapa donde se puede observar la dirección del gradiente de agua subterránea en el sitio Jabalí.

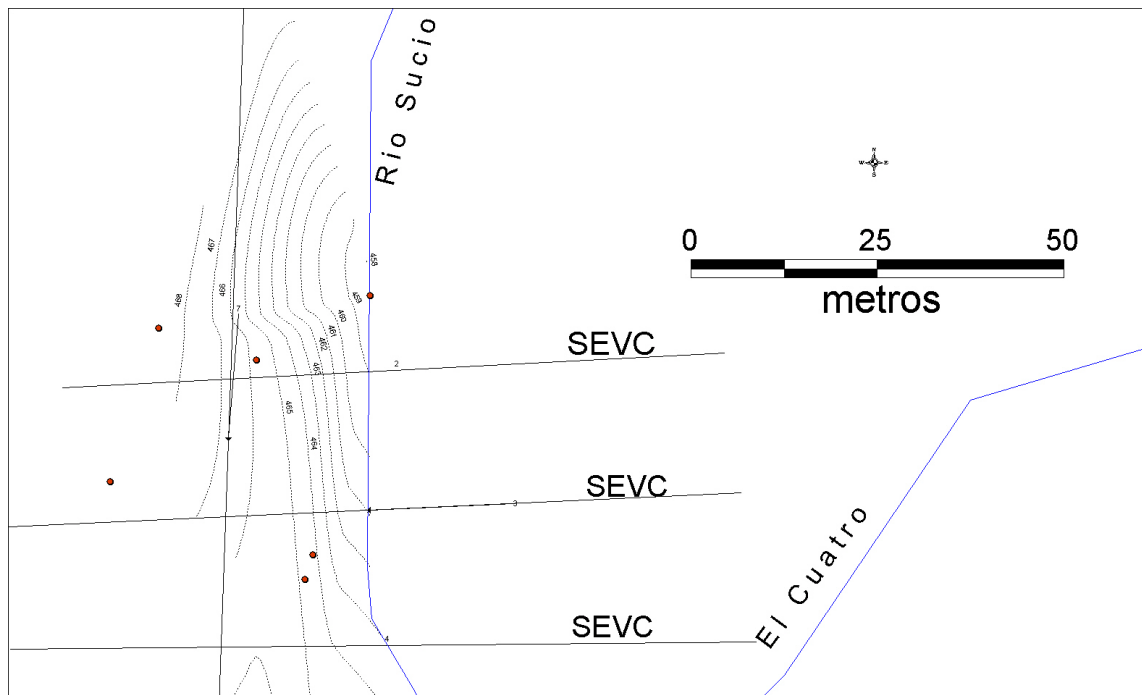


Figura 2 Superficie potenciométrica de agua subterránea en sitio Jabalí. Se indican las líneas de SEVC.

Las mediciones periódicas del nivel de agua subterránea con sensores se muestran en la Figura 3. Estas mediciones indican un abatimiento continuo del nivel del agua subterránea en ese sitio durante el periodo del 12 de Marzo 2004 al 26 de Mayo de 2004. Por otro lado, el nivel del Río Antigua comienza a crecer durante el mismo periodo. Las mediciones del caudal del río indican un caudal de 1.6 a 8.5×10^4 m³/día. Una comparación entre mediciones diarias del caudal entre los dos puntos Jabalí y El Cuatro sugieren una alternación entre periodos de infiltración y de descarga a lo largo del río en entre ambos sitios (Grunander y Nordenberg, 2004).

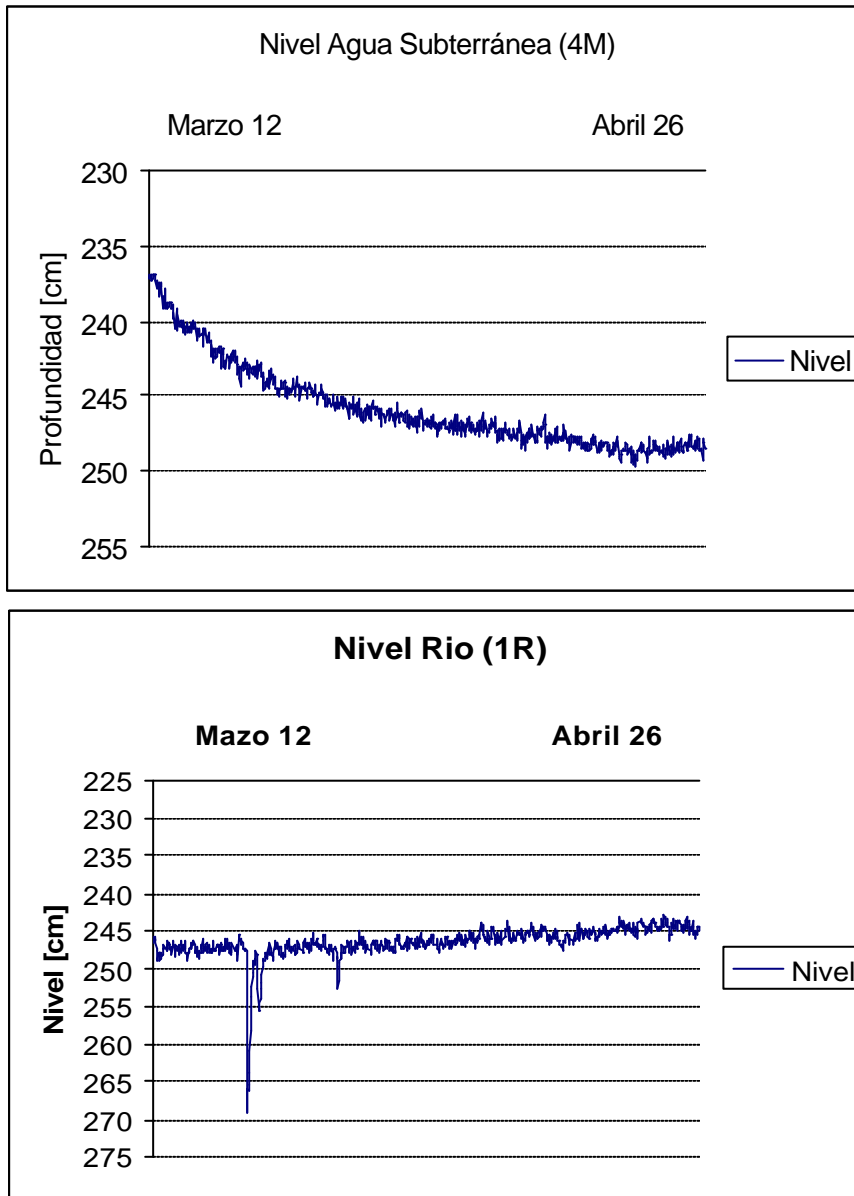


Figura 3 Arriba, nivel del agua subterránea en un pozo próximo a Río Artiguas (2004). Abajo, nivel del agua en el río durante exactamente el mismo periodo.

Las imágenes de resistividad eléctrica permitieron delimitar zonas con importancia hidrogeológica en los sitios estudiados. Un ejemplo es presentado en la figura 4. Hay una capa superior conductiva (27 ? -m -100 ? -m) sobre una capa resistiva (>100 ? -m). La capa conductiva puede estar asociada a arcilla, pero está acompañada de sedimentos ricos en cuarzo. La capa resistiva esta compuesta de 3 m a 4 m de material bien meteorizado y material removido por excavaciones mineras. Bajo esta capa hay una tercera capa con bajos

valores de resistividad (<50 Ω -m), comúnmente se trata de arcilla saturada con agua. Finalmente, un material menos meteorizado esta asociado con la capa resistiva más profunda. Una estructura vertical puede observarse al final del perfil, la que esta probablemente relacionada a la presencia de fracturas.

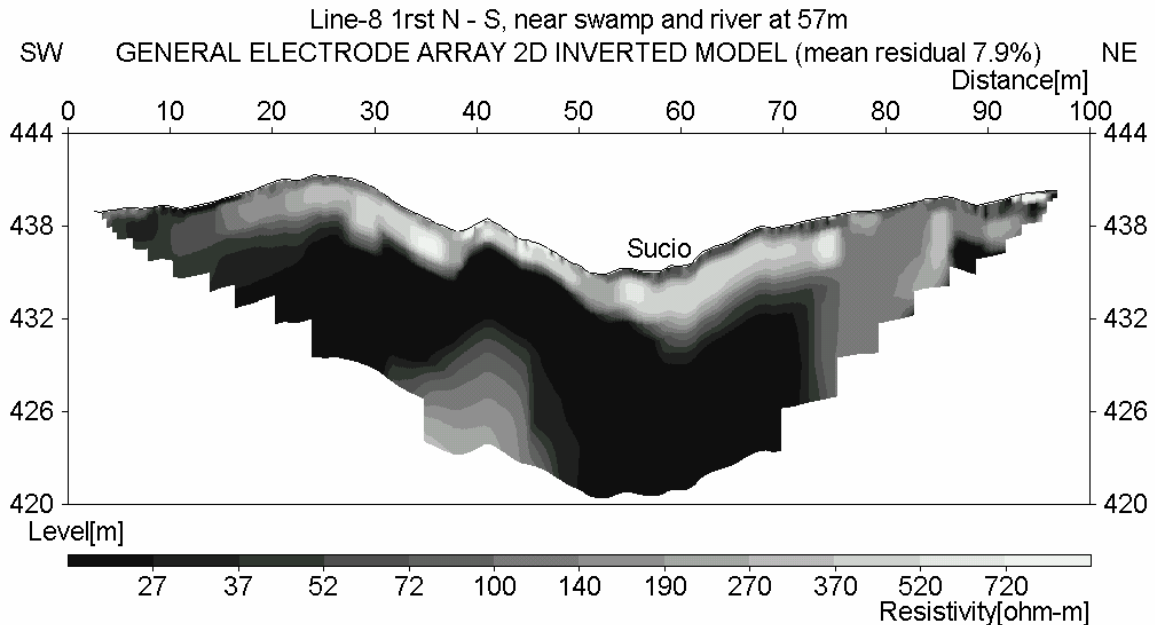


Figura 4 Imágenes de Resistividad Eléctrica [Ω -m] (Sondeo Eléctrico Vertical Continuo (SEVC)) a través del Río Artiguas (Sucio). Las distancias horizontales y verticales están presentadas en metros.

CONCLUSIONES

Es posible explicar las relaciones entre aguas subterráneas y superficiales en la cuenca del Río Antiguas (Sucio). Los resultados presentados indican un gradiente de agua subterránea hacia el cauce del río. Algunas mediciones de caudal en el río indican que eventualmente hay infiltración desde el cauce del río hacia las proximidades. El nivel del agua subterránea es fuertemente influenciado por el régimen lluvioso. Estos resultados confirman la existencia de una circulación rápida de agua a través de acuíferos poco profundos.

La información presentada aquí debe ser considerada al evaluar el impacto del uso de metales pesados en la minería. La contaminación de las aguas del Río Antiguas podría llevar a la contaminación de las aguas subterráneas en sus inmediaciones.

REFERENCIAS

- André L, Rosén K, Torstendahl J (1997) Minor field study of mercury and lead pollution from gold refining in central Nicaragua. MSc thesis ISBN 1402-1617 Luleå University of Technology, Sweden, 154p
- Aronsson M, Wallner C (2002) Inventory of springs and hydrochemical investigations of groundwater in the drainage basin of Sucio river, Nicaragua. MSc thesis Lund University, Sweden, 105p
- Dahlin T (1996) 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications. First Break 14:275-283
- Grunander K, Nordenberg E (2004) Groundwater – Surface Water Interaction in the Drainage Basin of the River Sucio, Nicaragua. MSc thesis Lund University, ISBN LUTVDG/TVTIG --5090--SE Sweden
- Romero F (1996) Contaminación de Hg y Pb en fuentes de agua. area de Santo Domingo, Chontales, Centro de Investigaciones Geo-científicas, Managua, 21p
- Silva G (1994) Diagnóstico da contaminação ambiental gerada pela actividade minerária sobre los rios Súcio, Mico e Sinecapa, Nicaragua. Universidade Federal do parã Centro de Geociências curso de pósgraduação, Belem