

USO DE LA TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 2D PARA LA DETECCIÓN DE UNA ZONA DE FALLA Y LA ROCA INTRUSIVA ALTERADA EN LA REGIÓN DE SAN LUIS, SECTOR NORESTE DE LA SUB-CUENCA DEL RÍO ESTIBANÁ

Alexis Mojica^{1,5}, Alberto Ruíz², María G. Castrellón^{3,4}, José Fábrega^{3,5}, Sidney Saavedra³, Miguel Salceda³, Carlos A. Ho¹

¹ Centro Experimental de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Panamá, ² Fundación INDICRI-Panamá, ³ Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Universidad Tecnológica de Panamá, ⁴ Departamento de Gestión del Conocimiento en Investigación, Universidad del Istmo, Panamá, ⁵ Sistema Nacional de Investigación (SNI, SENACYT)



1. Introducción

El manto rocoso intrusivo alterado puede ser considerado de enorme interés hidrogeológico en el trópico panameño. Este tipo de formaciones rocosas corresponden a potenciales reservorios de agua subterránea en su zona superficial alterada ya que las áreas de fractura o fallas permiten la circulación del agua. En la región central de Panamá (América Central), las condiciones climáticas durante la estación seca, dificulta el acceso al agua potable la cual es necesaria para la agricultura, ganadería y las actividades humanas cotidianas; por ende, la comprensión de la distribución espacial de la roca intrusiva puede ser clave para obtener modelos matemáticos sobre manejo de aguas subterráneas. El espesor de la roca dura meteorizada/fracturada controla las características de los acuíferos (Acworth, 2001). Obtener información sobre la distribución espacial de este tipo de formaciones geológicas a través de ensayos geotécnicos, podría ser complejo; en este contexto los métodos geofísicos pueden jugar un rol importante debido a la versatilidad en campo, el bajo costo, el corto lapso de tiempo, la notable extensión a lo largo de un perfil establecido y los códigos computacionales de inversión 2D. De estos métodos, la tomografía de resistividad eléctrica han sido ampliamente utilizados en esta clase de estudios (Mendoza and Dahlin, 2008).

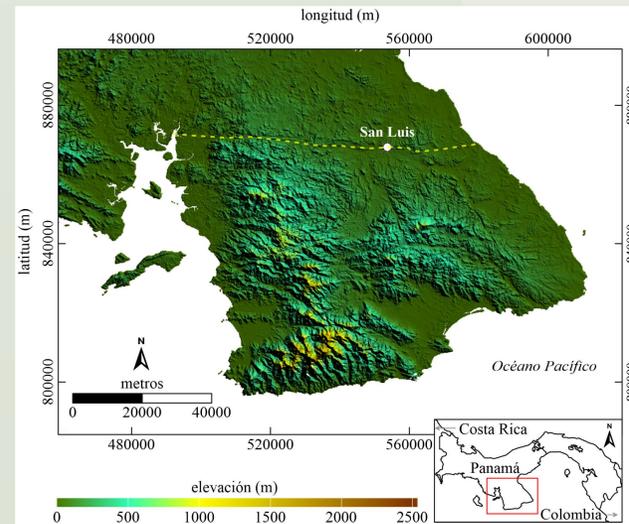


Figura 1. Ubicación geográfica del área prospectada (sector de San Luis) y falla geológica Ocu – Parita (línea amarilla punteada).

2. Objetivos del trabajo

- Delinear el cuerpo intrusivo alterado en el sector de San Luis, parte norte de la subcuenca del Río Estibaná, provincia de Los Santos (Figura 1) a través del desarrollo de dos tomografías eléctricas a lo largo de perfiles de 235 m de longitud.
- En base a la información obtenida de la geología superficial y estudios granulométricos, establecer cortes geológicos teóricos a fin de entender las principales estructuras geológicas que caracterizan la zona bajo estudio y por ende, su potencial hidrogeológico.
- Sintetizar los resultados geofísicos y geológicos a fin de establecer modelos teóricos con distribuciones específicas de anomalías eléctricas que permitan definir más claramente la estructura geológica del sitio mediante la comparación entre las inversiones de los datos de resistividad eléctrica aparente medidas en campo (observaciones) y las sintéticas (respuesta del modelo).

3. Materiales y métodos

3.1 Marco Geológico: Se han establecido mapas geológicos locales. Cuenta además con la presencia de secuencias sedimentarias asociadas al Cretáceo Superior sobreyaciendo a lutitas cristalizadas fracturadas y un cuerpo subintrusivo estéril de textura porfírica, con cristales de hornblendas bien desarrollados que aparece disconforme a las estratificaciones. La Figura 2 presenta un mapa geológico de la zona de San Luis.

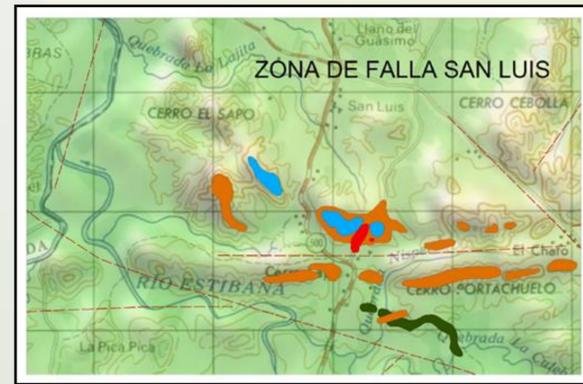


Figura 2. Geología local del sector de interés. En celeste: calizas cretácicas; en café: lutitas cristalizadas y en rojo: posible cuerpo intrusivo.

3.2 Tomografía de resistividad eléctrica 2D: Se definieron dos perfiles de 235 m de longitud (Figura 3), con 48 electrodos, 5 m de separación entre ellos, generándose un total de 529 datos de resistividad eléctrica aparente en cada perfil. Los datos fueron invertidos usando el Código BERT (Boundless Electrical Resistivity Tomography), ver Günther et al., (2006), el cual está basado en el establecimiento de una malla tetraédrica no estructurada y en el método de elementos finitos para el cálculo directo (Rücker et al., 2006).

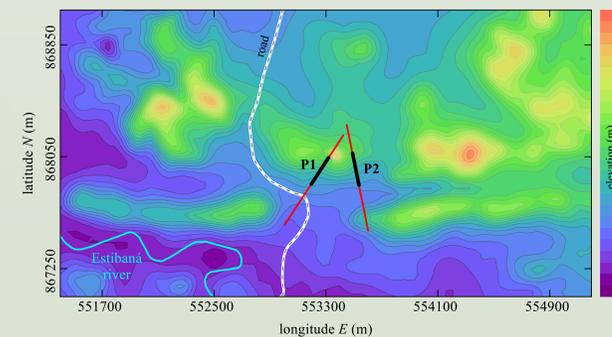


Figura 3. Distribución de los perfiles geológicos (líneas rojas) y eléctricos (líneas negras) en un mapa topográfico del sector de San Luis.

3.3 Perfiles geológicos propuestos: Definidos en base al estudio geológico desarrollado en el sitio, ver Figura 4.

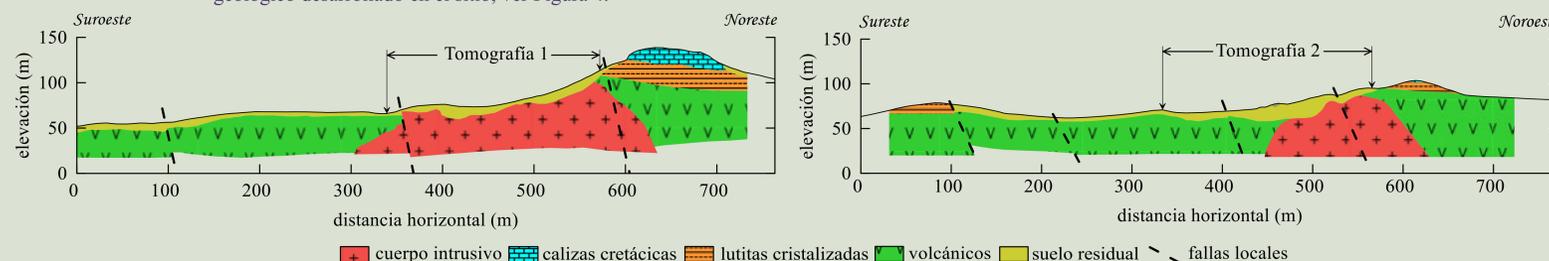


Figura 4. Cortes geológicos hipotéticos propuestos para los perfiles establecidos en la Figura 3.

4. Resultados experimentales

4.1 Tomografías de resistividad eléctrica 2D.

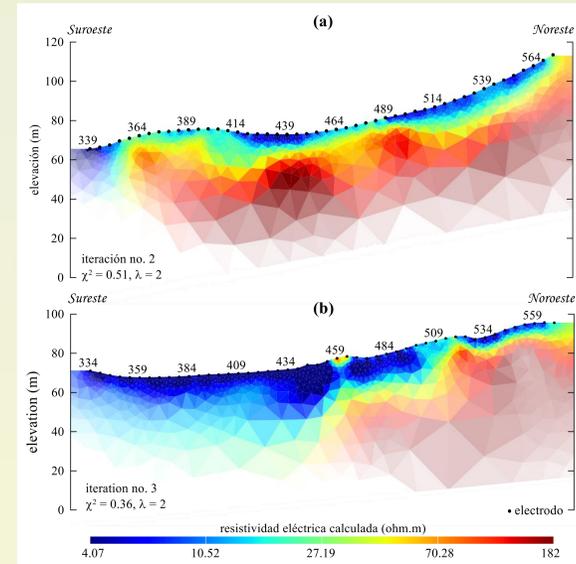


Figura 5. Resultados de la inversión 2D de los datos de campo obtenidos en los dos perfiles eléctricos.

4.2 Modelos geoelectrónicos teóricos 2D propuestos.

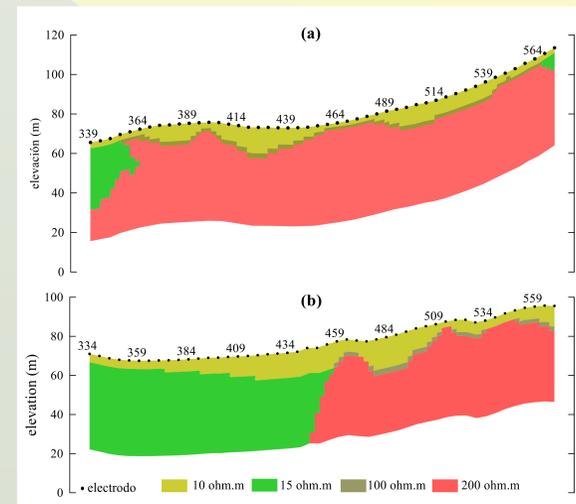


Figura 6. Modelos geoelectrónicos teóricos establecidos en base a los resultados geofísicos y la información geológica propuesta.

4.3 Inversión de los datos de resistividad eléctrica aparente sintéticos generados a partir de los modelos de la Figura 6.

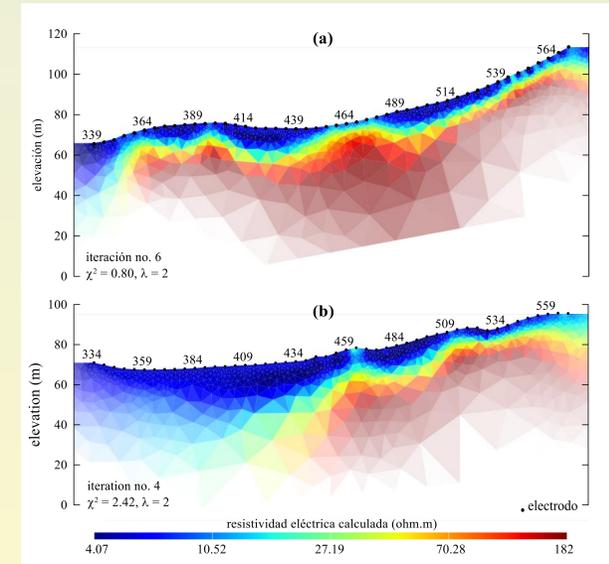


Figura 7. Resultados de la inversión 2D de los datos de sintéticos obtenidos en los dos perfiles eléctricos teóricos establecidos en este trabajo.

5. Conclusiones

- Los errores de medición ($Q < 1\%$) y de cálculo (χ^2) son bastante aceptables, hecho que revela una buena calidad en los resultados obtenidos.
- Las tomografías de resistividad eléctrica obtenidas a partir del análisis de los datos de campo, permitió delinear tanto el cuerpo intrusivo alterado como la zona de falla, ambos propuestos en los perfiles geológicos establecidos en el área de estudio.
- Una comparación realizada entre los resultados de la inversión 2D de los datos de campo y sintéticos generados (generados estos últimos a partir de los modelos geoelectrónicos teóricos propuestos) indica que los mismos se ajustan bien a la realidad geológica del área de estudio.
- Estos resultados podrán servir de base para la exploración de acuíferos y el establecimiento de modelos matemáticos que permitan una adecuada gestión o manejo de aguas subterráneas en este importante sector del país.

6. Referencia bibliográfica

- Acworth, I. 2001. The electrical image method compared with resistivity sounding and electromagnetic profiling for investigation in areas of complex geology: A case study from groundwater investigation in a weathered crystalline rock environment. *Exploration Geophysics*, 32, 119-128.
- Mendoza, J.A.; Dahlin, T. 2008. Resistivity imaging in steep and weathered terrains. *Near Surface Geophysics*, 6 (2), 105-112.
- Günther, T.; Rücker, C.; Spitzer, K. 2006. Three-dimensional modelling and inversion of dc resistivity data incorporating topography – II. Inversion. *Geophysical Journal International*, 166, 506-517.
- Rücker, C.; Günther, T.; Spitzer, K. 2006. Three-dimensional modelling and inversion of dc resistivity data incorporating topography – I. Modelling. *Geophysical Journal International*, 166 (2), 495-505.

7. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la SENACYT por el financiamiento de este proyecto (IOMA17-006) y de igual forma al SNI; al Centro Regional de la UTP en Azuero, al CEI-UTP y al IDAAN por todo el apoyo brindado.