



Cartografía y modelamiento geofísico de los "volcanes de Lodo" Pueblo Nuevo y el Totumo, Bolívar, NW de Colombia. Estudio de Caso.

Gloria Josefina Obando Erazo, INGEOMINAS Luis Eduardo Vásquez, INGEOMINAS José Henry Carvajal, INGEOMINAS

Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Abstract

In this article are presented the results of a geophysical study of the case Pueblo Nuevo and El Totumo "mud volcanoes" area, located in the NW of Bolívar Department of Colombia. Terrestrial gravity, magnetometry and electrical tomography in four sections data were acquired and processed, with stations spaced every 20 meters. The total magnetic field map and the anomaly magnetic field map was created, as well as transformed maps: vertical derivative of order 1 and 2; horizontal derivative X and Y of order 1 and 2; horizontal gradient, analytic signal amplitude, inclination of the analytical signal.

As a result of crossing the geophysical products were identified mud ducts, and some volcanic bodies, lineaments, mud volcanoes and mud diapir. The Interpretation of geophysical results was supported by geological fieldtrip evidence. The depth of the gravity and magnetic sources of the Pueblo Nuevo and El Totumo areas was estimated from radial power spectrum and of modeling using the software Geosoft v 7.2. The integrated map was made with Gmsys v 4.2. Finally, was elaborated Geophysical Integrated map in scale 1:15.000 using the ArcGis software v 9.2

Introdución

El diapirismo de lodo es un proceso que inicia con la formación de domos en subsuelo como resultado de presiones causadas por materiales de baja densidad que tienden a ascender entre los de mayor densidad.

Ésfuerzos que se involucran antes, durante y después del vulcanismo de lodo, junto con la densidad, viscosidad, y espesor controlan las manifestaciones de vulcanismo de lodo así como lo hace la historia geológica del área (0'Brien, 1968). El material arrojado por los volcanes de lodo es una mezcla de montmorillonita, Illita, caolinita y clorita. En Galerazamba adyacente al área de estudio la caolinita es la predominante (Vernette G., 1985)

El diapirismo de lodo preferencialmente se presenta en la naturaleza en zonas correspondientes a ambientes de abanicos aluviales y deltas progradantes y a lo largo de cuencas con sedimentos clásticos con variaciones de espesor y densidad (Hongxing G. *et. al,* 1997). Modelos reducidos muestran que el ascenso de material en la

formación del diapirismo esta influenciado por movimientos laterales y la variable tiempo (Koyi, 1998). En el Caribe Colombiano se tienen depósitos de los ríos Cauca y Magdalena que han variado su posición geográfica a través del tiempo en la zona costera colombiana. Los materiales clásticos depositados produjeron una influencia de sedimentos continentales sobre las zonas marinas. Esta condición relacionada con el movimiento relativo de las placas de Sudamérica y del Caribe genera una influencia de carácter deformacional que contribuye al fenómeno de diapirismo y de vulcanismo de lodo (Rosello., 2007). Este se presenta a nivel regional actualmente en el Cinturón del Sinú, siendo la mayor concentración de estos en el departamento de Córdoba, en Galerazamba y en algunas zonas submarinas del mar Caribe.

Las manifestaciones del vulcanismo de lodo en superficie en el Caribe colombiano se han presentado como emanación violenta de lodo cubriendo las áreas adyacentes, fracturamiento del terreno circundante, expulsión de bloques y de gases (Carvajal J. 2002). Adicionalmente se han generado flujos de lodo que son canalizados por los drenajes existentes. Las manifestaciones superficiales referidas son estimadas como amenazas geológicas que generan riesgo a la población y a la infraestructura.

Un estudio de caso para conocer la localización del domo, de los ductos de lodo y de la profundidad de la fuente de lodo fue realizada con estudios geofísicos en los volcanes de lodo de Pueblo Nuevo y del Totumo, (Bolívar, Colombia).



Fig.1 – Mapa de localización de estudio geofísico de caso. Volcanes de lodo de Pueblo Nievo y el Totumo, Bolívar, Colombia

Contexto geológico

La zona NW de Colombia posee una complejidad geológica por el hecho de que en esta región se presenta la unión de la placa de Suramérica, de Nazca, de Cocos y la placa del Caribe.

En el extremo NW de Colombia se han definido dos cinturones: el Cinturón de Slnú y el Cinturón de San Jacinto. El área de objeto de este trabajo se localiza en la región noroeste Colombia y de Suramérica, específicamente en la región del Cinturón del Sinú

El Cinturón de San Jacinto se encuentra limitado al oriente por la falla de Romeral y al occidente por el lineamiento Sinú que lo separa del Cinturón del Sinú (Duque – Caro, 1978). El segundo está limitado el oriente por el lineamiento del Sinú y al occidente por la falla de Uramita. Ambos cinturones se encuentran yaciendo sobre basamento oceánico. (Duque – Caro, 1978).

Las sedimentitas del cinturón de San Jacinto comenzaron a depositarse a finales del Cretácico, marcando la acreción de la corteza oceánica en este sector., entretanto las sedimentitas del Cinturón del Sinú son más jóvenes que las del cinturón de San Jacinto, siendo en su mayoría del Mioceno hasta el Reciente. Debido a estas características se considera que el cinturón del Sinú corresponde a una fase posterior de acreción de corteza oceánica que continúa en la actualidad y cuyo rasgo más representativo es la presencia del intenso diapirismo y vulcanismo de lodo, rasgo que determina las características estructurales de la zona.



Figura 2. Mapa de localizacion del contexto geológico regional del área de estudio, con los rasgos estructurales mas importantes. Tomado de Guzman et al 2004

Metodología

Adquisición de datos.

Los datos fueron adquiridos en diciembre de 2008. Los datos se distribuyeron en 4 perfiles separados en promedio 150 m. Las estaciones se realizaron con espaciamiento de 20 metros. Tres perfiles con dirección E-W y el cuarto con dirección N-S. El campo magnético total fue adquirido con dos magnetómetros digitales de marca Envimag con una precisión de 0.01 nT. Los datos de gravedad observada fueron adquiridos con un gravímetro CG5 digital de precisión de 0.0005 mGals; los datos de perfilaje eléctrico fueron adquiridos con el equipo ABEM SAS 1000 usando el arreglo Wenner Beta con electrodos espaciados cada 20 metros.

Procesamiento de los datos.

Los datos gravimétricos y magnéticos así como el modelamiento fueron procesados con el software Geosoft V 7.2. Se obtuvieron los mapas de Aire Libre, Bouguer Simples, Bouguer Completa, Campo Magnético Total, Campo Magnético Anómalo, Campo Magnético Anómalo reducido al polo y los mapas transformados.

Se realizo también el modelamiento en los cuatro perfiles utilizando el modulo de GmSys v 4.2., para ello se realizaron pruebas utilizando diferentes propiedades físicas hasta obtener el ajuste necesario entre la curva de campo y la curva resultante del modelamiento. Se tomo como referencia el conocimiento de las unidades geológicas del área.

Los resultados de los perfiles de tomografía eléctrica representan en abcisas la resistividad en Ohm/m y en ordenadas la elevación topográfica en metros. Sus

resultados se tomaron como facilitar la posición de los ductos a una profundidad máxima de 30 m.

Las imágenes finales se interpretaron utilizando el software ArcGis V 9.2 extrayendo de las imágenes procesadas los cuerpos, los ductos, los lineamientos y la forma y distribución areal del material en subsuelo por contraste de las propiedades físicas de las rocas.

Finalmente se integraron los resultados e se obtuvo una cartografía geofísica a escala 1:15.000

Resultados

Se obtuvo la cartografía geofísica de la región del volcán de lodo de Pueblo Nuevo y del Totumo (Bolívar, Colombia) y la diferenciación de unidades con contraste de densidades y de susceptibilidad magnética, lineamientos, y ductos de lodo. Los ductos más profundos están a 1950 m y 1250m.

Se definieron los siguientes unidades: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7. M8, M9, M10, M11. Si mismo las unidades G1, G2, G3, G4 y las unidades MG1, MG2, MG3, MG4, y MG5. Adicionalmente se determinaron lineamientos geofísicos.

Para la comprensión de la forma de integración de las unidades geofísicas las unidades definidas a partir del campo magnético se denominaron con la letra M, las definidas por el campo gravitacional con la letra G y las combinadas con MG.

La integración de los resultados de procesamiento de magnetometría, gravimetría e perfilaje eléctrico posibilita una interpretación que permitió dar una mayor veracidad a los resultados.

Con la cartografía geofísica fue posible determinar la posición donde se encuentran los ductos de lodo que están en subsuelo.

Con el perfilaje eléctrico logramos definir la distribución de la resistividad del material en los 3 m más superficiales en los perfiles realizados.



Figura 3. Mapa resultante de la integración de Geología y los resultados de la interpretación geofísica terrestre en el área de los volcanes de lodo de Pueblo Nuevo y el Totumo. (Bolivar, Colombia).

Conclusiones

La interpretación de los diferentes productos geofísicos se baso en el cruce y superposición de las diferentes imágenes resultantes Lo anterior junto con ell modelamiento geofísico arrojo la localización de las fuentes en los diferentes perfiles.

El modelamiento requiere un conocimiento previo de las características de la evolución y del fenómeno del vulcanismo de lodo. Y de sus características para obtener el modelo mas próximo al real.

Los resultados de cartografía geofísica muestran que hay sectores fuente del lodo a diferentes profundidades.. Dichas áreas fueron definidas una vez hecho ell procesamiento de los mapas transformados, de cartografía geofísica y su interpretación.

Agradecimentos

Los autores expresan su mas sincero agradecimiento a INGEOMINAS por el apoyo logístico y económico. Asi como por facilitar los equipos de campo y el software para el procesamiento de datos. Igualmente agradecemos al equipo de trabajo del proyecto Anden Caribe de forma especial a Domingo Mendivelso, Fredy Diaz Mila, Edgar Joaquín Carrillo, a la Subdirección de Geología Básica de INGEOMINAS y a todo el personal que de una u otra manera contribuyeron con sus aportes, discusiones técnicas, ayudas y sugerencias al logro de los objetivos de este trabajo.

Referencias

Blakely R. 1996. Potential Theory in Gravity & magnetic Applications. 441p

Carvajal J. H. 2002 Amenazas Geológicas Asociadas al vulcanismo de lodos. 15 p. Inedito INGEOMINAS

Duque – Caro 1978. Geotectónica y Evolución de la Región Noroccidental Colombiana Boletín geológico. INGEOMINAS, Volumen 23, No.3. Bogotá.

Duque – Caro 1979. Major structural elements and evolution of northwestern Colombia. In Geological and Geophysical Investigations of Continental Margins (edited by J.S. Watkins, L. Montadert, and P.W. Dickerson). Amer. Ass. Petrol. Geol., Memoir 29,p. 329-351.

Duque – Caro 1984. Structural style, diapirism and accretionary episodes of the Sinú-San Jacinto terrane, southwestern Caribbean borderland. *In* Bonini, W.E., Hargraves, R.B. and R. Shagam (Eds), The South American-Caribbean Plate Boundary and RegionalTectonics. Geol. Soc. Amer. Mem. 162, p. 303-316

Guzman G. 2007 Stratigraphy and sedimentary environment, and implications n the Plato basin and the san Jacinto Belt Norwessten Colombia. Thesis for the doctor degree in Science. 275 p **Hongxing G.** *et. al,* **1987**. Kinematics and dinamics of SALT tectonics driven by propagation. A.APG. v. 81. P 398 – 423.

Koyi Hemin 1998. The shaping of salt diapirs. Journal of Structural Geology. Elsevier Science Ltd Eds Great Britain.V 20. n 4 , p 221 – 338.

O'Brien. G. D., 1968. Survey of diapiris and diapirism en Brausteim , J. , and O'Brien, G. D. eds: Diapirism and diapirs: American Association of Petroleum geologist, Memoir 8 p 1-9 Tulsa E. U. S. A.

Rosello. E. 2007. El margen Caribeño Colombiano: Un balance dinámico de escenarios Tectosedimentarios pasivos y trasnpresivos. Resumen expandido. XI Congreso colombiano de geologia Bucaramanga.

Vernette George 1985. La plataforme continentale Caraibe de Colombie. Importance du diapirisme argeliaux Sur la Morphologie et la Sedimantation. 387 p . These de doutorat Universidade de Bordeaux. Francia.