

Determinación de la anomalía gravimétrica para analizar la estructura del edificio volcánico del Nevado del Ruiz

Determination of the gravimetric anomaly to analyze the structure of the Nevado del Ruiz volcanic building

Kevin Rojas¹, & Michael Rivera²

Para citar este artículo: Rojas, K. y Rivera, M. (2019). Determinación de la Anomalía gravimétrica para analizar la estructura del edificio volcánico del volcán Nevado del Ruiz. *Revista de Topografía Azimut* (10), pp xx-xx

Fecha de Recepción: 13 de marzo de 2019

Fecha de Aceptación: 20 de mayo de 2019

Resumen

El volcán Nevado del Ruiz ha sido objeto de diferentes estudios utilizando todo tipo de instrumentos, se han estudiado anomalías gravimétricas que reflejan resultados en los que se encuentran “distintos tipos de anomalías que son asociables con el cruce de fallas geológicas” (González, 2012), cráteres, geología estructural, sísmica, entre otros. Se encuentra ubicado en las coordenadas 4°53'43” N y 75°19'21”W, con una altura máxima de 5321 m.s.n.m.m sobre la cordillera Central; además, es clasificado como un estratovolcán activo con una historia eruptiva de 1.8 millones de años, lo que significa que inició su actividad en el Plioceno. Se encuentra entre el límite de los departamentos de Caldas y Tolima, entre las jurisdicciones de Villamaría y Murillo (CHEC, 1983).

Palabras clave: Bouguer, gravimetría, volcán.

Abstract

Volcano nevado del Ruiz has been the object of different studies using all types of instruments, gravimetric anomalies have been studied that reflect results in which are found "different types of anomalies that are associated with the crossing of geological faults"(Gonzalez García, 2012) craters, structural geology, seismic, etc. (Ramírez Cadena *et al.*, 2010), (Erazo Chamorro *et al.*, 2015), (Rayo Rocha, 2012). It's located at coordinates 4°53'43” N and 75°19'21”W with a maximum height of 5321 m.a.s.l., over the Cordillera Central; classified as an active stratovolcano with an eruptive history of 1.8 million years, which means that it began its activity in the Pliocene, it is located between the border of the departments of Caldas and Tolima, between the jurisdictions of Villamaría and Murillo (CHEC, 1983).

Keywords: Bouguer, Gravimetry, Volcano.

¹Ingeniería Catastral y Geodesta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: kfrojasg@correo.udistrital.edu.co

²Ingeniería Catastral y Geodesta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: msriverae@correo.udistrital.edu.co

Introducción

El volcanismo es característico de una zona con un ambiente geodinámico de margen continental activo, el cual da origen a fallas de carácter regional que influyen directamente en los focos volcánicos (CHEC, 1983); la tectónica cambiante favorece el desarrollo del fracturamiento que sirve como canal de circulación de fluidos y fallas sobre las que se localizan fuentes termales (Bohórquez *et al.*, 2005). Algunas de las fuentes termales más conocidas del departamento de Nariño son La Calera, Aguas Calientes, Aguas Blancas, El Coquito y Hacienda Granates (Garzón, 2001).

La cordillera Central es el producto de la convergencia entre las placas de Nazca y Suramérica, a su vez, dicho proceso de convergencia es el responsable del dinamismo presente en la zona y de la creación de diferentes estilos estructurales (Taboada, 2000). En el área colindante al volcán se destacan tres sistemas de fallas: en el primer grupo se encuentran las fallas Palestina y San Jerónimo, las cuales tienen una geomorfología evidente; el segundo grupo de fallas contiene las fallas Villamaria-Termal Río Claro, San Eugenio, Campoalegrito, Campoalegre, Nereidas y San Ramon, las cuales son muy estudiadas debido a su asociación con los conos volcánicos recientes y las fuentes hidrotermales; por último, se ubica la falla Santa Rosa que ejerce control sobre el cauce del río Guali y corta la falla palestina (López, 2010).

Se busca realizar un análisis de la anomalía gravimétrica con datos satelitales en la zona de estudio del volcán Nevado del Ruiz y sus alrededores, lo anterior con el fin de aportar a los diferentes estudios realizados a este estratovolcán, debido a que se encuentra actualmente activo, así como verificar los valores de anomalía de Bouguer total para poder definir los cambios de densidad en el volcán y sus alrededores.

Descripción del área de estudio

El Nevado del Ruiz posee una forma alargada en dirección noreste-sudoeste, tiene un diámetro mayor en su base de 15 km de longitud, con un cráter elíptico activo que tiene un largo de 870 metros y un ancho de 830 metros, su profundidad es de 247 metros y es llamado Arenas; el edificio volcánico nace de los ríos Gualí, Lagunillas y Recio. Este volcán se encuentra en la intersección de cuatro grupos de fallas y han ocurrido tres estadios —Ruiz ancestral, Ruiz viejo y Ruiz—, en los que se incluye la generación y la destrucción alternada de tres edificios volcánicos donde se arroja lava, flujos piroclásticos y lahares; sus productos son fundamentalmente andesitas de dos piroxenos con variaciones de dacitas y andesitas basálticas (Garzón, 2001).

Planteamiento del problema

Realizar una determinación gravimétrica cobra gran valor cuando se da sobre áreas que pueden presentar varias alteraciones, para el presente caso, la constante actividad volcánica del Nevado del Ruiz permite generar tanto avances como estudios científicos y académicos que contribuyan al avance en términos geofísicos del país.

A su vez, lo anterior permite la determinación y verificación de la afectación en Bouguer total con respecto a la variabilidad en términos de baja o alta densidad en la corteza, adicionando datos geotérmicos podría hacerse una verificación de fuentes anómalas en la tierra por la actividad intrínseca dentro de estos, lo cual permitiría que, mediante análisis geofísicos, se realicen estudios geológicos con el fin de determinar las características físicas obtenidas por los suelos con influencias volcánicas que generen investigación y proporcionen herramientas para futuras indagaciones en los diferentes puntos de

actividad volcánica en Colombia.

Materiales y métodos

La adquisición de los datos se da mediante un sistema de la Universidad de California que se puede encontrar de manera libre, este permite la descarga de los datos del satélite Topex- Poseidon, los cuales corresponden con valores de topografía y anomalía de aire libre de gravedad.

El procesamiento del presente artículo toma en consideración diferentes anomalías y correcciones que son esenciales en los procesos geofísicos, inicialmente se toma la gravedad teórica basada en la fórmula internacional de gravedad, la cual se expresa como:

$$g_t = 978031,8 \left(1 + 0,0053024 \sin^2(\phi) - 0,0000058 \sin^2(2\phi) \right) mGal \quad (1)$$

Con la anterior, se desarrolla un valor de gravedad para cada uno de los puntos que se obtuvieron mediante descarga de la información de la zona, este valor se expresa en miligales y da una clara muestra de los valores de gravedad en la zona de estudio (Pardo y Vásquez, 2012). Posterior a esto, se realiza la corrección de Bouguer, la cual toma en cuenta los excesos de masa entre el elipsoide de referencia y el punto de observación, realizando una aproximación al punto de observación; este proceso se realiza mediante la siguiente fórmula (Mironov, 1977):

$$C_B = 0,04193 \rho h mGal \quad (2)$$

Donde ρ es equivalente a la densidad, la cual se toma como $2.67/cm^3$ y h simboliza la altura en metros.

Esta corrección permite la obtención de la anomalía de aire libre, la cual determina el restante que subsiste después de la corrección

de una medida por gravedad teórica, para esto se utiliza la ecuación (Mironov, 1997):

$$A_{AL} = g_o \gamma + C_{AL} \quad (3)$$

Donde A_B es la anomalía de Bouguer, g_o equivale a la gravedad observada, C_{AL} es la corrección por altura y C_B equivale a la corrección de Bouguer.

Posteriormente, se procede con la etapa del modelamiento, en la cual se genera un mapa con la información corregida mediante el método anterior, de allí se genera el mapa de anomalía de Bouguer simple (ABS), en el cual se evidencian valores entre los -174.4 y 22.2 miligales. Se debe tener en cuenta que entre menor sea el valor de ABS se puede hablar de excesos de masa y a valores más altos de profundidades.

Resultados

En la Figura 1 se representa el mapa de la topografía del área de estudio, precisamente la altimetría, logrando distinguir la máxima altura en la cumbre del estratovolcán objeto de estudio, la cual es 4959.6 metros

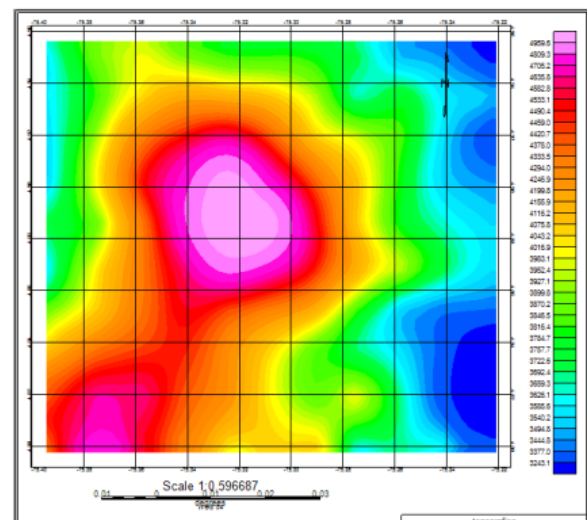


Figura 1: Mapa topográfico

La Figura 2 representa el mapa de anomalías de Bouguer simple.

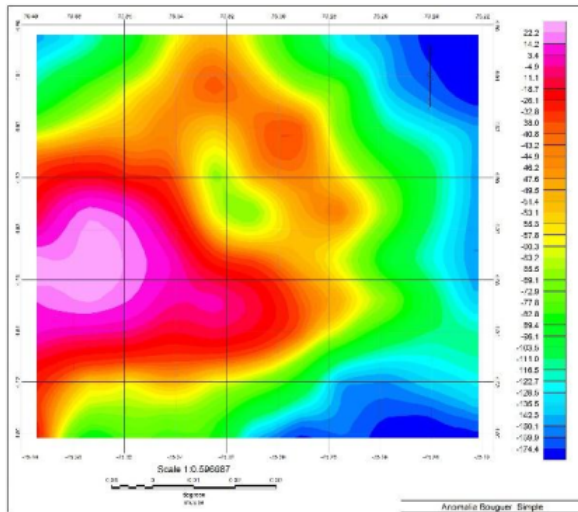


Figura 2: Mapa de anomalía de Bouguer simple

Mediante los resultados anteriores se puede evidenciar que se está ante una zona cuyos valores de altura oscilan entre 3243,10 y 4959,60 metros, y valores de anomalía en Bouguer simple oscilantes entre -174.4 y 22.2; al realizar la comparación es posible evidenciar que los valores altos de anomalía se encuentran ubicados en la parte central de la actividad volcánica, lo cual muestra que los cambios de densidad en esta zona son bastante diferenciados en comparación con el restante de la zona de estudio.

Conclusiones

Se realiza la determinación gravimétrica del Nevado del Ruiz y se evidencia la confirmación de estudios anteriores por los valores de anomalía Bouguer total, el dinamismo estructural y tectónico del área, al encontrarse una cámara magmática principal activa donde se denotan las diferentes densidades que se aprecian en la zona objeto de estudio.

El resultado de la investigación permite definir de manera asertiva la actividad volcánica, mostrando en los valores de anomalía de Bouguer total una respuesta con valores positivos, en sus alrededores se puede

evidenciar la respuesta de los cambios de densidad que se han podido presentar a los alrededores del volcán debido a la actividad magmática que ha emergido y afecta las densidades de los terrenos alrededor.

Referencias bibliográficas

- Bohórquez, O., Monsalve, M., Velandia, F., Gil, F. y Mora, H. (2005). Marco tectónico regional para la cadena volcánica más septentrional de la cordillera Central de Colombia. *Boletín de Geología*, 27(1), 55-79.
- Canaria, U. d. (2018). Reducciones y Anomalías Gravimétricas.
- Central Hidroeléctrica de Caldas [CHEC]. (1983). Investigación geotérmica macizo volcánico del Ruiz. *Boletín Ingeominas*, 1.
- Garzón, F. (2011). *Modelamiento estructural de la zona límite entre la microplaca de Panamá y el bloque norandino a partir de la interpretación de imágenes de radar, cartografía geológica, anomalías de campos potenciales y líneas sísmicas*. (Tesis de maestría). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Garzón, G. (2001). Catálogo de fuentes termales del Parque Nacional Natural de los Nevados. Recuperado de <https://docplayer.es/53965598-Catalogo-de-fuentes-termales-del-parque-nacional-natural-de-los-nevados.html>
- López, J. (2010). Análisis Estructural de fracturas zona Nevado del Ruíz. Informe Ingeominas.
- Mironov, V. (1977). *Curso de prospección gravimétrica*. Málaga: Editorial Reverté.
- Taboada, A. et al. (2000). Geodynamics

of the northern Andes: Subductions and Intracontinental deformation. *Tectonics*, 19(5).

Pardo, Y. y Vásquez, A. (2012). Modelamiento

geofísico 2D en un área de la vereda Los Arrayanes, municipio de Facatativá (Cundinamarca). *UD y la Geomática*, 6, 129-143.