

Ajuste y procesamiento de la red gravimétrica de primer orden de República Dominicana

Adjustment and Processing of the First-order Gravimetric Network of the Dominican Republic

Subdirección de Cartografía y Geodesia¹

Dirección de Exploración y Producción de Hidrocarburos²

Resumen

Las redes gravimétricas de alta precisión son esenciales para el desarrollo de estudios geodésicos y geofísicos, así como para aplicaciones en la exploración de recursos naturales y la gestión territorial. Ante la ausencia en la República Dominicana de una red gravimétrica relativa de primer orden, debidamente densificada, ajustada y procesada bajo estándares internacionales de calidad, se estableció una red de este tipo en la región noroccidental del país, priorizando esta zona por su potencial para la exploración de hidrocarburos. Partiendo del diseño y planificación de la red previamente definidos, se ejecutó en primera instancia un circuito de calibración con gravímetros Scintrex CG-6, a fin de garantizar la confiabilidad de los factores de escala y el control de deriva instrumental. Una vez verificados dichos parámetros conforme a las especificaciones técnicas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se realizaron las mediciones de campo correspondientes. El procesamiento de los

Palabras clave:
capacitación, cooperación internacional,
geodesia, geofísica, gravimetría,
procesamiento de datos.

datos se efectuó siguiendo los estándares del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, aplicando correcciones aire libre, Bouguer y topográficas a los valores observados. Los mapas de anomalías gravimétricas generados mostraron coherencia con la geología y la tectónica regional, al reflejar la influencia de estructuras con orientación noroeste-sureste y el contraste entre cuencas sedimentarias y rocas del basamento. Estos resultados confirman la calidad de la red y la necesidad de aumentar su densidad para favorecer análisis más detallados y fortalecer su utilidad en la caracterización del subsuelo.

¹ Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia.

² Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana, Santo Domingo, República Dominicana.

Cómo citar

Subdirección de Cartografía y Geodesia y Dirección de Exploración y Producción de Hidrocarburos. (2025). Ajuste y procesamiento de la red gravimétrica de primer orden de República Dominicana. *Análisis Geográficos*, (58), XX-XX

Abstract

High-precision gravimetric networks are essential for the development of geodetic and geophysical studies, as well as for applications in natural resource exploration and territorial management. In response to the absence in the Dominican Republic of a densified, adjusted, and processed first-order relative gravity network that meets international quality standards, such a network was established in the northwestern region of the country, prioritized for its hydrocarbon exploration potential. Based on a previously defined network design and planning, an initial calibration circuit was carried out using Scintrex CG-6 gravimeters to ensure the reliability of scale factors and the control of instrumental drift. Once these parameters were verified according to the technical specifications of the Instituto Geográfico Agustín Codazzi, the corresponding field measurements were conducted. The data processing followed the standards of the Geocentric Reference System for the Americas, applying free-air, Bouguer, and topographic corrections to the observed values.

Keyword:

ecological balance, ecological fragmentation, environmental planning, urban planning, natural reserves.

The resulting gravimetric anomaly maps exhibited consistency with regional geology and tectonics, reflecting the influence of northwest-southeast oriented structures and the contrast between sedimentary basins and basement rocks. These findings confirm the network's quality and underscore the need to increase data density to enable more detailed analyses and strengthen its role in subsurface characterization.

Introducción

Las redes geodésicas nacionales están conformadas por un conjunto de vértices geodésicos definidos y materializados estratégicamente en el territorio, los cuales sirven como referencia para levantamientos y controles topográficos, geodésicos y geofísicos. Estas redes son esenciales para garantizar la uniformidad y precisión de la información espacial, que sustenta la generación de productos y el desarrollo de actividades en campos como la cartografía, la geografía, la agricultura, la gestión territorial, la infraestructura y la gestión del riesgo, entre otros (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2024; Henneberg, 1986).

En particular, las redes de gravedad se estructuran a partir de vértices diseñados para medir la aceleración de la gravedad en puntos con observaciones Global Navigation Satellite System (GNSS) y nivelación geodésica, lo que permite determinar con alta precisión el campo de gravedad terrestre. Estas redes constituyen la base para la definición de superficies equipotenciales y para el desarrollo de marcos internacionales como el Marco Internacional de Referencia de Altura (IHRF) y el Sistema Internacional de Referencia de Altura (IHRs), así como para el amarre de nuevas observaciones gravimétricas al datum gravimétrico internacional vigente, el *International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN71)* (Morelli et al., 1972). Además, permiten analizar fenómenos globales asociados con las variaciones del nivel medio del mar, la redistribución de masas entre océanos y continentes, la deformación vertical de la corteza terrestre y la prospección geofísica (IGAC, 2024). En síntesis, su relevancia radica en que constituyen un insumo clave para la construcción de modelos geoidales, el establecimiento de sistemas de referencia vertical y la caracterización de la estructura del subsuelo (Sansò y Sideris, 2013).

La vinculación de las redes nacionales a marcos de referencia internacionales, como SIRGAS, resulta indispensable para garantizar la interoperabilidad de los datos y su integración en el sistema geodésico global (Poutanen y Rózsa, 2020). SIRGAS, como den-

sificación regional del *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) en América Latina y el Caribe, asegura la consistencia, estabilidad y precisión del marco de referencia a lo largo del tiempo y respalda tanto las actividades geodésicas como diversas aplicaciones multidisciplinarias, entre ellas la gestión de riesgos, la exploración de recursos naturales y el monitoreo geodinámico (Tarrío et al., 2021).

En la República Dominicana, la ausencia de una red gravimétrica relativa de primer orden que cumpliera estas condiciones limitaba la integración de las observaciones gravimétricas nacionales al contexto internacional y dificultaba el respaldo a estudios con el nivel de precisión requerido frente a los desafíos actuales en geodesia y geofísica. Para atender esta necesidad, en el marco de la VII Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica, Científica, Educativa y Cultural entre Colombia y República Dominicana (Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia, APC, 2023), se implementó un proyecto binacional orientado al fortalecimiento de capacidades institucionales y técnicas en gravimetría, así como a la densificación de una red de gravedad de primer orden en la región noroccidental del país, priorizada por su potencial para la exploración de hidrocarburos.

El proyecto se desarrolló bajo las especificaciones técnicas de gravimetría establecidas por el IGAC, siguiendo los lineamientos de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) y de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) (IGAC, 2023), garantizando así la adopción de estándares internacionales de calidad. Estas especificaciones comprendieron:

1. La programación y planificación del levantamiento.
2. La selección de vértices materializados en sitios con condiciones óptimas de estabilidad y mínima interferencia externa.
3. El uso de gravímetros Scintrex CG-6 bajo protocolos rigurosos de operación, adaptados específicamente a las condiciones geográficas y logísticas del país anfitrión (Aly et al., 2020).

4. La obtención de ciclos de medición con desviaciones estándar menores a 0,05 mGal,
5. La conexión de los vértices a estaciones de orden superior, en este caso vértices de orden absoluto, para asegurar la consistencia de la red.

Asimismo, se contempló la ejecución de un circuito de calibración instrumental para determinar el factor de escala y controlar la deriva de los instrumentos, así como la aplicación de un ajuste por mínimos cuadrados y de las correcciones gravimétricas correspondientes (aire libre, Bouguer y topográfica) a los datos, mediante el uso de software especializado como GRAVDATA, GRAVNETG y GEOSOFT, respectivamente.

El objetivo de este documento es presentar las etapas de diseño y planificación de la red, el levantamiento gravimétrico y la ejecución del circuito de calibración, realizados de manera conjunta por el equipo técnico de la Subdirección Cartográfica y Geodésica del IGAC (Colombia) y la Dirección de Exploración y Producción de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana (MEM); el procesamiento y análisis de los datos, llevado a cabo en las oficinas del IGAC en Colombia; y, finalmente, la fase de capacitación técnica, orientada a la transferencia de conocimientos y buenas prácticas en conceptos y procedimientos de gravimetría al personal técnico del MEM.

Metodología

La cooperación técnica entre el IGAC y el MEM se inició mediante una serie de reuniones virtuales realizadas entre finales de 2023 e inicios de 2024, durante las cuales los profesionales de ambas instituciones abordaron los fundamentos de las mediciones gravimétricas. En estas sesiones se revisaron y discutieron las propuestas de planeación de los trabajos de campo, definiendo los escenarios para las mediciones relativas y coordinando la disponibilidad de personal y equipos con el fin de garantizar la captura de información dentro de los plazos establecidos.

Una vez completada la planificación, entre el 13 y el 28 de octubre de 2024 se llevaron a cabo las labores de campo en la República Dominicana, orientadas a la densificación de la red gravimétrica de primer orden. Estas jornadas incluyeron la adquisición de datos de aceleración de la gravedad y la realización de prácticas operativas, durante las cuales los profesionales locales manejaron los gravímetros relativos Scintrex CG-6 y aplicaron técnicas de control de calidad sobre los datos crudos.

Posteriormente, los datos recolectados durante el trabajo de campo fueron procesados en Colombia, donde se realizaron el control de calidad, el procesamiento de la información y la elaboración de los informes técnicos. Los resultados obtenidos fueron posteriormente compartidos con los responsables del proyecto en la República Dominicana.

Finalmente, la cooperación culminó con la visita a Colombia de una delegación de cuatro profesionales del MEM, realizada entre el 16 y el 20 de junio de 2025. Durante esta estancia, se impartió formación teórico-práctica en mediciones gravimétricas, control de calidad y procesamiento de datos, complementada con actividades de análisis de datos GNSS.

Trabajo virtual

De manera inicial y a través de medios virtuales, el equipo de la Subdirección de Cartografía y Geodesia del IGAC desarrolló doce sesiones durante el periodo 2023-2024, dedicadas a la capacitación, organización y planeación técnica del trabajo de campo en zonas previamente identificadas del territorio dominicano. Estas sesiones estuvieron dirigidas al personal de la Dirección de Exploración y Producción de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana, y abarcaron tanto el componente teórico como el práctico, con énfasis en los fundamentos de gravimetría, manejo de equipos gravimétricos, protocolos de levantamiento, procesamiento de datos y validación de resultados, siguiendo los lineamientos impartidos en capaci-

la densificación de la red gravimétrica de primer orden en el costado noroccidental del país (Figura 1), zona en la que el MEM concentra sus esfuerzos para fortalecer la red con fines de exploración de hidrocarburos.

Trabajo en campo: Ministerio de Energía y Minas de La República Dominicana

El 13 de octubre de 2024 se efectuó el desplazamiento del personal y los equipos del IGAC desde Colombia hacia la República Dominicana (Figura 2), con el propósito de iniciar las labores de campo orientadas a la transferencia de conocimientos teórico-prácticos a los profesionales dominicanos, en el marco de las actividades de densificación de la red gravimétrica de primer orden.

A partir de la información de gravedad absoluta suministrada por el MEM, que incluía la ubicación y los resultados de las mediciones realizadas en la República Dominicana, se propusieron distintas alternativas, priorizando finalmente aquellas orientadas a

Fuente: elaboración propia con datos del IGAC y el Ministerio de Minas y Energía de República Dominicana, 2024.

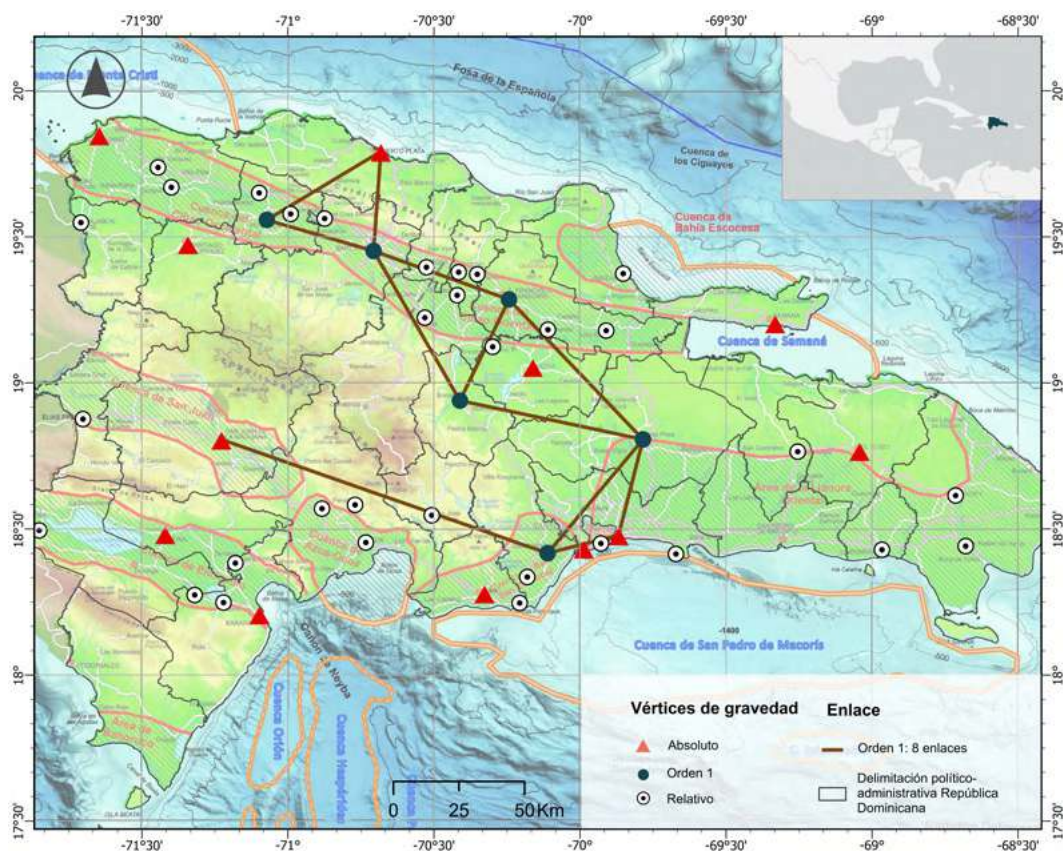


Figura 2 - Envío de gravímetros Scintrex CG6 de Bogotá - Colombia a Santo Domingo - República Dominicana

Fotografía tomada por el grupo de Geofísica del IGAC, 2024.

El 14 de octubre de 2024 se llevó a cabo el recibimiento de la comisión de trabajo del IGAC por parte de los funcionarios del Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana (Figura 3). Durante este encuentro se socializaron las labores a desarrollar y se realizaron los últimos ajustes con los profesionales del MEM para dar inicio a las actividades de campo planificadas.

Entre el 15 y el 26 de octubre de 2024 se llevaron a cabo las labores de campo correspondientes a la toma de medidas de gravedad relativa, con el propósito de densificar la red gravimétrica de primer orden de la República Dominicana. Durante estas jornadas, el personal del IGAC impartió a los profesionales del MEM una capacitación práctica sobre la adquisición de datos de aceleración de la gravedad (Figura 4). El 15 de octubre

se inició la medición del circuito de calibración de los gravímetros, destinada a la verificación de los equipos de gravimetría que se utilicen en futuras campañas.

El 27 de octubre de 2024 se efectuó el retorno del personal desde el último punto de medición, ubicado en Puerto Plata, hacia Santo Domingo, con el propósito de realizar el alistamiento de los equipos para su regreso a Bogotá. Durante esta jornada también se finalizaron los cálculos preliminares para la presentación inicial de resultados ante el Ministerio de Energía y Minas antes del retorno a Colombia.

Finalmente, el 28 de octubre se llevó a cabo el cierre oficial de la campaña de campo (Figura 5), mediante la presentación preliminar de los resultados obtenidos ante las directivas y profesionales del MEM. En

Figura 3 - Diseño red gravimétrica primer orden aprobado MEM - IGAC

Fotografía tomada por el Ministerio de Minas y Energía de República Dominicana, 2024.

Figura 4. - *Transferencia de conocimiento gravimetría y toma de datos en campo*



Fotografía tomada por el Grupo de Geofísica del IGAC, 2024.

esta sesión participó de manera virtual el director de Gestión de la Información Geodésica del IGAC, ingeniero Anderson Puentes, quien acompañó el

acto de clausura de las actividades de transferencia de conocimiento teórico-práctico desarrolladas en el marco de la cooperación IGAC-MEM.

Figura 5. - *Cierre protocolario de comisión de campo IGAC - MEM*



Fotografía tomada por funcionarios del Ministerio de Minas y Energía de República Dominicana, 2024.

Visita profesionales MEM a Bogotá - Colombia

Recibimiento personal del MEM de República Dominicana

Entre el 16 y el 21 de junio de 2025 se recibió en Bogotá al personal del Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana, conformado por cuatro profesionales del área de exploración de hidrocarburos (Figura 6). Durante su estancia, los participantes recibieron transferencia de conocimientos teórico-prácticos en gravimetría, incluyendo la adquisición de información en campo, el manejo de gravímetros, el control de calidad y el procesamiento de datos, aplicados a la densificación de redes gravimétricas bajo los lineamientos técnicos del SIRGAS.

Asimismo, se desarrollaron sesiones de capacitación en la adquisición de información mediante el GNSS, utilizando metodologías estáticas y en tiempo real,

con transmisión en red de RTCM a través del Protocolo de Internet (NTRIP). También se abordaron los fundamentos del procesamiento de datos GNSS empleando tanto software comercial como de código abierto, entre ellos *Leica Infinity*.

Capacitación teórica gravimetría

Se desarrolló una capacitación teórica sobre los fundamentos de la gravimetría aplicada a redes geodésicas (Figura 7), que incluyó el reconocimiento y manejo de los equipos de medición —gravímetros relativos Scintrex CG-6—, así como la aplicación de técnicas de control de calidad de los datos. Además, se abordó el procesamiento de la información mediante software especializado, siguiendo los lineamientos técnicos de SIRGAS, utilizando los programas *GRAVDATA* y *GRAVNETG*.

Figura 6. - Recibimiento comisión MEM y transferencia de conocimiento gravimetría



Fotografía tomada por el Grupo de Geofísica del IGAC, 2025.

Figura 7. - Capacitación teórico gravimetría de redes aplicada a geodesia



Fotografía tomada por el grupo de Geofísica del IGAC, 2025.

Capacitación práctica gravimetría

Los profesionales del MEM de la República Dominicana realizaron prácticas de campo orientadas al manejo de los gravímetros Scintrex CG-6 (Figura 8), durante las cuales operaron directamente los equipos en la ejecución de mediciones de gravedad relativa dentro del circuito gravimétrico del IGAC en Bogotá.

Capacitación generalidades de GNSS y procesamiento

Los profesionales de la Red Activa del IGAC impartieron capacitación sobre la adquisición de información mediante el GNSS (Figura 9). La formación incluyó el uso de metodologías estáticas y en tiempo real, empleando el transporte en red de RTCM a través del NTRIP, así como los fundamentos del procesamiento de datos utilizando el software comercial *Leica Infinity*.

Resultados

Determinación del factor de escala y deriva instrumental en el circuito de calibración

Como parte de la planificación técnica, se seleccionaron los vértices de gravedad absoluta EG-03, EG-04 y EG-45 para conformar el circuito de calibración instrumental, tal como se muestra en la Figura 10. Estos puntos fueron elegidos por su estabilidad, su vinculación al datum gravimétrico internacional y su ubicación en sitios con condiciones óptimas de accesibilidad, seguridad y mínima interferencia externa. Asimismo, se consideró la necesidad de incluir cambios representativos de elevación y de garantizar las condiciones logísticas necesarias para completar el recorrido en menos de 24 horas, requisito fundamental para la determinación confiable del factor de escala y la deriva instrumental de los gravímetros.

Figura 8. - Capacitación práctica gravimetría de redes aplicada a geodesia. Manejo de equipos y captura de información



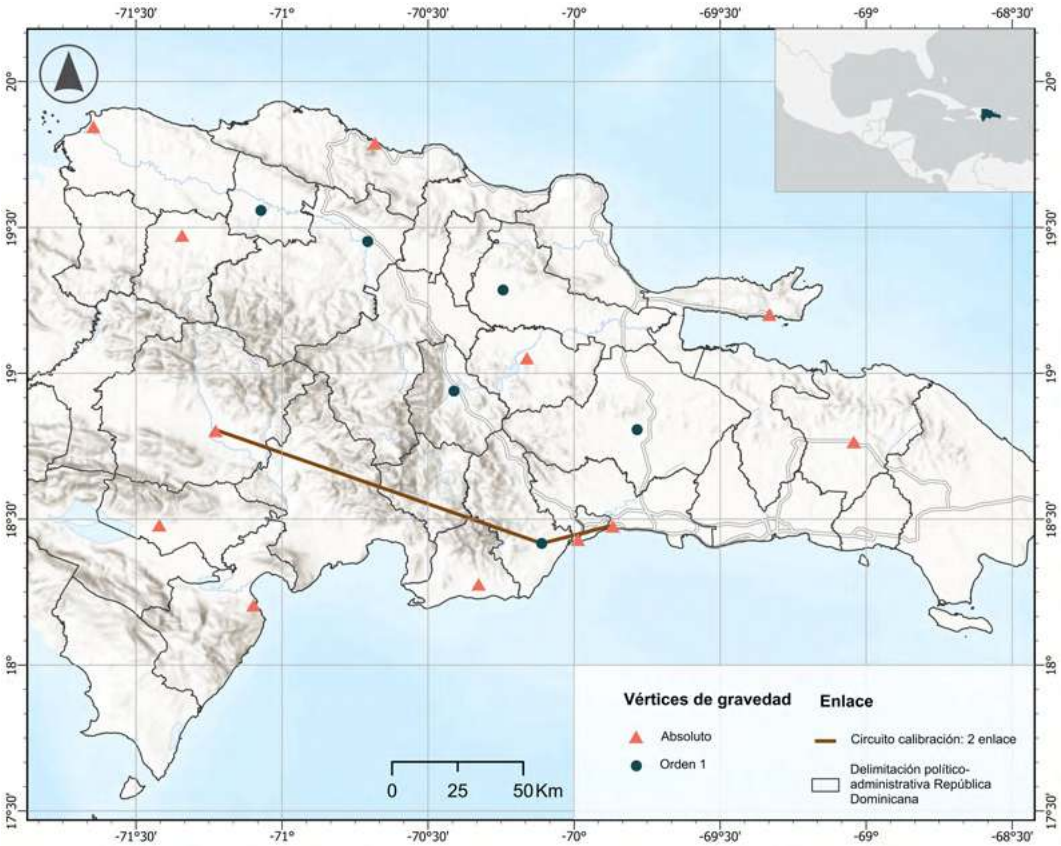
Fotografía tomada por el Grupo de Geofísica del IGAC, 2025.

Figura 9. - Capacitación teórico-práctica GNSS. Método estático y NTRIP



Fotografía tomada por el Grupo de Geofísica del IGAC, 2025.

Figura 10. - Circuito de calibración de la red gravimétrica de primer orden de República Dominicana



Fuente: elaboración propia con datos del IGAC y el Ministerio de Minas y Energía de República Dominicana, 2024.

Los datos obtenidos fueron procesados en oficina mediante los softwares *GRAVDATA* y *GRAVNETG*, herramientas desarrolladas y promovidas por SIR-GAS para la conversión de lecturas, la corrección de mareas, el cálculo del factor de escala y la deriva instrumental, así como el ajuste de redes gravimétricas por mínimos cuadrados (Drewes, 1978).

Los resultados de la solución individual se presentan en la Tabla 1, mientras que los correspondientes a la solución combinada se muestran en la Tabla

2. Como se observa, los factores de escala de los gravímetros CG-6 211 y CG-6 503 fueron cercanos a 1,0, y las desviaciones estándar junto con las derivas instrumentales se mantuvieron por debajo de los valores de referencia —0,05 mGal y 0,01 mGal, respectivamente—, cumpliendo con las especificaciones técnicas del IGAC (IGAC, 2024).

Estos resultados confirman la calidad y confiabilidad de los equipos, lo que permitió avanzar con el levantamiento de la información de la red gravimétrica.

Tabla 1. - Resultados de la solución individual: factor de escala y deriva instrumental de los gravímetros Scintrex CG-06 (211 y 503)

Solución individual			
Gravímetro	Valores Calculados		Desviación estándar (mGal)
Scintrex CG-06 211	Factor de escala	0,999458	0,000005
	Deriva instrumental	0,003375	0,000081
Scintrex CG-06 503	Factor de escala	0,999210	0,000013
	Deriva instrumental	0,000203	0,000229

Tabla 2. - Resultados de la solución combinada: factor de escala y deriva instrumental de los gravímetros Scintrex CG-06 (211 y 503)

Solución combinada			
Gravímetro	Valores calculados		Desviación estándar (mGal)
Scintrex CG-06 211	Factor de escala	0,999459	0,000008
	Deriva instrumental	0,003351	0,000134
Scintrex CG-06 503	Factor de escala	0,999208	0,000008
	Deriva instrumental	-0,000179	0,000133

Cálculo de los valores de gravedad

Correcciones de gravedad

- Para obtener las anomalías de gravedad es necesario aplicar un conjunto de correcciones que permiten aislar el efecto del campo gravitacional terrestre sobre las observaciones. Entre ellas se destacan:
 1. Corrección aire libre, que compensa la influencia gravitacional causada por la altura del punto de observación por encima del geoide, eliminando el efecto asociado a la elevación.
 2. Corrección Bouguer simple, que reduce la contribución gravitacional de las masas comprendidas entre el nivel medio del mar y el punto de observación.
 3. Corrección topográfica, que ajusta el efecto gravitacional de las irregularidades del relieve circundante, eliminando la influencia de las masas del relieve próximas al punto de observación (Moritz, 2005).
- En primera instancia, las correcciones aire libre y Bouguer simple fueron aplicadas manualmente a los datos recopilados en campo para la Red Gravimétrica de Primer Orden de la República Dominicana, utilizando las fórmulas correspondientes previamente mencionadas para cada una.
- A partir de estos resultados, se calculó la corrección de Bouguer total mediante el software GEOSOFT, empleando como insumo el modelo digital de elevación SRTM1 México, Centroamérica y el Caribe, el cual también fue utilizado para realizar la corrección topográfica.

El análisis resultante reveló rangos de altura entre -42 m y 3.035 m, valores que reflejan la relación

inversa entre altitud y gravedad. La mayor elevación se identificó en el vértice EG-38, ubicado en la Gobernación Provincial Monseñor Nouel, con una altura elipsoidal de 143,2 m.

Anomalías de gravedad

Los cálculos de las anomalías de gravedad se realizaron utilizando la fórmula cerrada Somigliana para la gravedad teórica, en conformidad con la Resolución 7ª de la *International Union of Geodesy and Geophysics*. Como marco de referencia geodésico se adoptó el Geodetic Reference System 1980 (GRS80) (Moritz, 2000), donde la gravedad normal se define como el gradiente del potencial normal referido al elipsoide:

$$\gamma = 978032.67715(1 + 0.005302440112 \text{sen}^2(\varphi) - 0.0000058 \text{sen}^2(2\varphi))$$

Posteriormente, el cálculo de la gravedad teórica referida a una altura $H^N \gamma_p$ se efectuó mediante:

$$\gamma_p = \gamma [1 - 2/a (1 + f + m - 2f \text{sen}^2(\varphi)) H^N + 3/a^2 (H^N)^2]$$

Finalmente, la anomalía de aire libre se determinó para cada punto medido de la red mediante la ecuación de Stokes:

$$g = g_p - \gamma_q$$

Donde g_p representa la gravedad observada sobre la superficie terrestre y γ_q la gravedad teórica referida al elipsoide de nivel, llevada a la altura del teluroide a lo largo de la línea perpendicular al elipsoide (altura normal H^N).

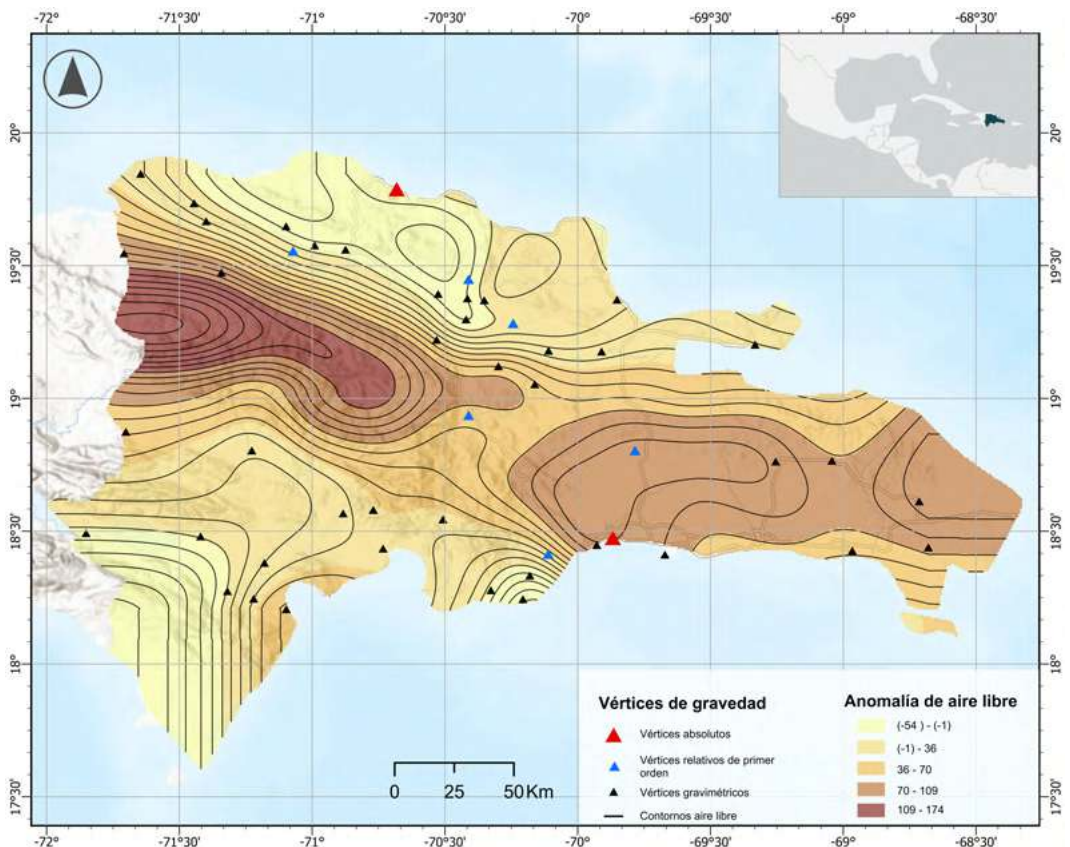
El análisis de las anomalías de aire libre reveló una clara correlación entre las mismas y las unidades geológicas de la zona. Las anomalías positivas se asociaron predominantemente con áreas de altos topográficos, donde afloran unidades geológicas más antiguas, como las rocas cristalinas. Por otro lado, las anomalías negativas se vincularon generalmente a zonas de menor elevación, caracterizadas por depósitos sedimentarios recientes. Para consultar el mapa geológico completo de la República Dominicana, se recomienda acceder a la versión oficial disponible en el portal del Servicio Geológico Nacional.

La influencia de las principales estructuras tectónicas regionales, con tendencias noroeste-sureste, se evidenció en la orientación de las anomalías posi-

tivas y negativas. Esto sugiere que fallas y pliegues tectónicos controlan tanto la exposición de unidades geológicas antiguas como la acumulación de depósitos sedimentarios recientes. En concordancia con esta dinámica estructural y geológica, los valores de anomalía de aire libre que varían entre un máximo de 93,24 mGal y un mínimo de -36,015 mGal reflejan contrastes significativos en la densidad de las formaciones rocosas y en el relieve del terreno (Figura 11).

En contraste, las anomalías de Bouguer total reflejan la distribución de masas en el subsuelo. Las anomalías gravimétricas bajas suelen coincidir con zonas de menor densidad en los materiales subyacentes, comúnmente asociadas al desarrollo de cuencas sedimentarias. Por el contrario, las anomalías positivas

Figura 11. - Mapa de anomalías aire libre de la red gravimétrica de primer orden de la República Dominicana



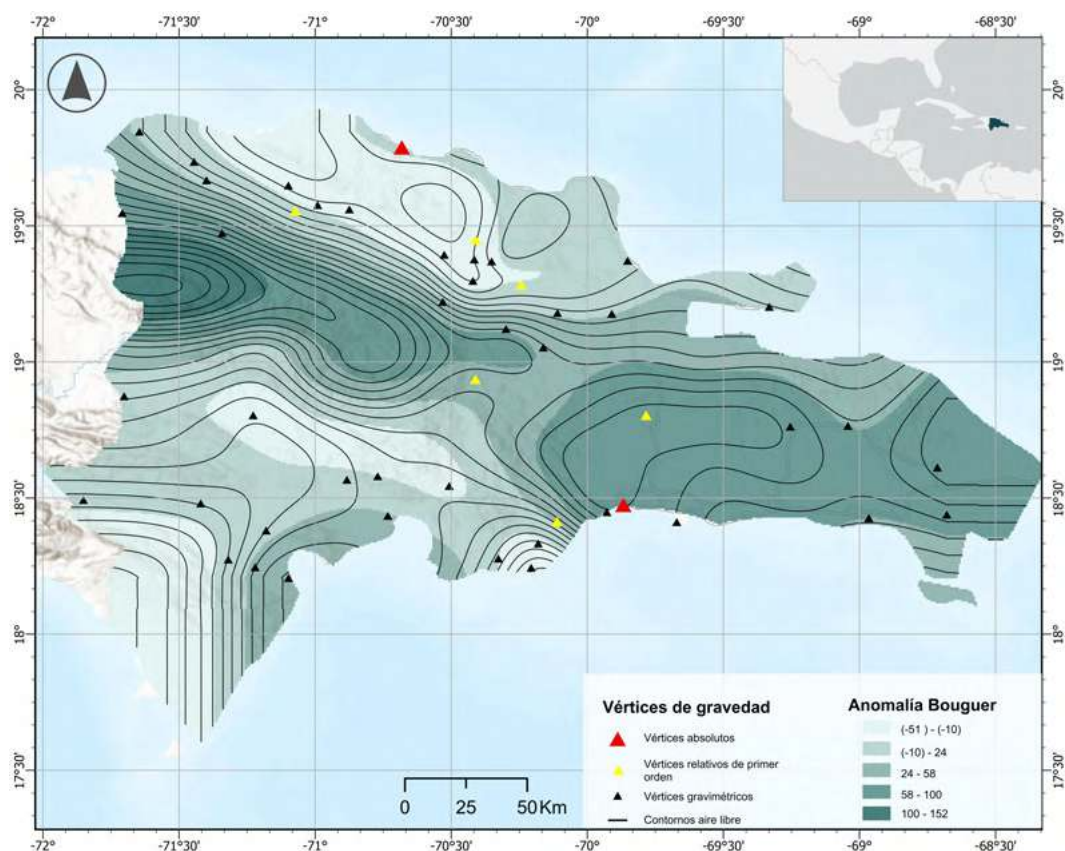
Fuente: elaboración propia con datos del IGAC y el Ministerio de Minas y Energía de República Dominicana, 2024.

están relacionadas con rocas de mayor densidad, frecuentemente vinculadas a altos de basamento.

El mapa de anomalía de Bouguer total de la República Dominicana, calculado a partir de las observaciones disponibles, reveló una marcada tendencia noroeste-sureste, con alineaciones de altos y bajos gravimétricos que reflejan la disposición regional de las estructuras geológicas dominantes del país. Se identificaron bajos gravimétricos coincidentes con la cuenca del Cibao, al norte, y con las cuencas de San Juan, Azua y San Cristóbal, al sur, separadas por una zona de anomalías positivas correspondiente a las rocas densas de la Cordillera Central (Figura 12).

Para lograr una mejor comprensión de la geología del subsuelo, es fundamental aumentar la densidad de los datos de gravedad disponibles. Una mayor densidad permitiría generar un mapa de anomalía de Bouguer con mayor nivel de detalle, lo que facilitaría la aplicación de una separación residual-regional. Este procedimiento consiste en descomponer la anomalía total en su componente residual, que refleja la geometría del tope del basamento, y su componente regional, que representa las contribuciones de onda larga asociadas a estructuras profundas o de carácter regional.

Figura 12 - Mapa de anomalías Bouguer total de la red gravimétrica de primer orden de la República Dominicana



Fuente: elaboración propia con datos del IGAC y el Ministerio de Minas y Energía de República Dominicana, 2024.

Con la densidad actual de datos, no es posible captar adecuadamente las anomalías de onda corta; por ello, realizar una separación residual-regional en estas condiciones no resultaría apropiado para un análisis más detallado de las estructuras del subsuelo.

Es importante destacar que una red gravimétrica de alta calidad constituye la base para el desarrollo de

estudios geofísicos precisos y confiables. Los vértices que la integran actúan como puntos de referencia fundamentales para futuras observaciones, y su calidad y estabilidad determinan de manera directa la fiabilidad de los resultados obtenidos en trabajos posteriores. Los valores derivados del procesamiento se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3 - Resultados de la red gravimétrica de primer orden de la República Dominicana

Vértice	Latitud	Longitud	Gravedad (mGal)	Altura elipsoidal (m)	Altura ortométrica (m)
EG-03	18,4788611	-69,8678278	978.632,180	-1,93	34,24
EG-10	19,7921389	-70,6819444	978.617,988	-25,34	1753
EG-04	18,4167806	-70,1110528	978.569,804	9,68	45,21
EG-07	18,8066111	-69,7842056	978.646,685	16,27	52,42
EG-47	19,2855556	-70,2431528	978.566,154	7056	107,24
EG-38	18,9392250	-70,4110806	978.588,312	143,2	175,02
EG-35	19,4515833	-70,4110806	978.540,289	141,18	176,28
EG-16	19,5580556	-71,0719972	978.593,486	41,23	76,01

Vértice	Gravedad teórica (mGal)	Corrección aire libre (mGal)	Gravedad en el punto AE (mGal)	Gravedad en el punto AO (mGal)	Anomalía de aire libre (mGal)
EG-03	978.551,60983	-0,60	978.552,2057	978.541,0472	91,1328138
EG-10	978.624,97492	-7,82	978.632,7980	978.619,5750	-15870179
EG-04	978.548,24819	2,99	978.545,2597	978.534,3742	35,4297573
EG-07	978.569,51803	5,02	978.564,4950	978.553,3290	93,3559925
EG-47	978.596,16964	21,77	978.574,3859	978.563,2574	2,8965504
EG-38	978.576,84046	44,19	978.532,6306	978.523,0936	65,2184246
EG-35	978.605,54097	43,57	978.561,9551	978.551,3523	-11,0632717
EG-16	978.611,58638	12,72	978.598,8577	978.588,2342	5,2517545

Vértice	Corrección Bouguer simple (mGal)	Anomalía de Bouguer simple (mGal)	Anomalía isostática (mGal)	Corrección topográfica (mGal)	Bouguer total (mGal)
EG-03	3,831	87,3013578	87,5059	11,1585	87,3016
EG-10	1,962	-3,5486249	-3,4333	13,2230	-3,5455
EG-04	5,059	30,3707583	30,7119	10,8854	30,3695
EG-07	5,866	87,4901945	87,7824	11,1660	87,4881
EG-47	12,000	-9,1036056	-8,3083	11,1285	-9,1125
EG-38	19,585	45,6336866	46,8850	9,5371	45,6154
EG-35	19,726	-30,7890037	-29,5836	10,6029	-30,8067
EG-16	8,506	-3,2537645	-2,7110	10,6234	-3,2589

Conclusiones

La colaboración entre el Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia y el Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana permitió no solo la transferencia efectiva de conocimientos teóricos y prácticos en gravimetría, sino también el fortalecimiento de capacidades técnicas locales, aspecto clave para continuar con la densificación de las redes gravimétricas nacionales.

Como resultado de este esfuerzo conjunto, se logró la implementación exitosa de un avance en la red gravimétrica de primer orden en la región noroeste del país, lo que representa un paso significativo en el desarrollo de la infraestructura geodésica y geofísica de la República Dominicana.

Los valores obtenidos en el circuito de calibración y en el procesamiento de los datos gravimétricos, como los factores de escala y las derivas instrumentales, se mantuvieron dentro de rangos altamente precisos, lo que confirma la calidad de las mediciones y el correcto funcionamiento de los gravímetros utilizados. No obstante, y pese a los avances alcanzados, persiste la necesidad de continuar con la densificación de la red gravimétrica para mejorar el cubrimiento nacional y posibilitar estudios más detallados sobre la estructura del subsuelo.

Este proyecto sienta las bases para la ampliación y fortalecimiento de la red gravimétrica nacional conforme a estándares internacionales, contribuyendo directamente al desarrollo de redes alineadas con los lineamientos SIRGAS, a la exploración de recursos naturales, a la gestión del territorio y al avance de los estudios científicos en la República Dominicana.

Finalmente, la cooperación técnica internacional se consolidó como una estrategia efectiva para acelerar el desarrollo de capacidades institucionales en gravimetría, al aprovechar la experiencia y tecnología del IGAC y adaptarlas a las necesidades específicas del territorio dominicano. Este proceso fortaleció los vínculos bilaterales, fomentó el intercambio de conocimientos y dejó instalada una base metodológica

sólida que permitirá al país avanzar de manera autónoma en futuras campañas geodésicas y geofísicas.

Referencias

- Aly, O. S., Elsaka, B. y Al Khatibi, E. A. (2020). Practical Experiences with the First Relative Gravimeter of Type Scintrex CG-6 Autograv in Dubai, The United Arab of Emirates. *World Journal of Engineering and Technology*, 8(2), 237-247. <https://doi.org/10.4236/wjet.2020.82019>
- Cancillería. (21 de abril de 2023). *Colombia y República Dominicana aprueban Programa de Cooperación 2023–2025 con 13 proyectos en áreas estratégicas*. Noticias. <https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/colombia-republica-dominicana-aprueban-programa-cooperacion-2023-2025-13-proyectos>
- Drewes, H. (1978). Zur Ausgleichung von Gravimeternetzen. *ZfV*, 103(10): 485-496.
- Guimarães, G. (14-16 septiembre de 2022). Introducción a los aspectos de la gravimetría. Capacitación IGM Bolivia: Procesamiento y ajuste de redes gravimétricas. GT-III SIRGAS.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2023). Instructivo especificaciones técnicas de gravimetría. Bogotá, Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2024). Centro de Control Geodésico Nacional. <https://redgeodesica.igac.gov.co/>
- Morelli, C., Gantar, C., Honkasalo, T., McConnell, R., Tanner, J., Szabo, B., Uotila, U. y Whalen, C. (1972, mayo 31). The International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN71). *International Association of Geodesy, Special Publication No. 4*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA006203>

Moritz, H. (2000). Geodetic Reference System 1980. *Journal of Geodesy*, 133.

Moritz, H. (2005). *Physical geodesy* (2nd ed.). Austria.

Poutanen, M., y Rózsa, S. (2020). The Geodesist's Handbook 2020. *Journal of Geodesy*, (94), 109. <https://doi.org/10.1007/s00190-020-01434-z>

Sansò, F. y Sideris, M. G. (Eds.). (2013). Geoid Determination: Theory and Methods. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74700-0>

Tarrío, R., Martínez, R., Martínez, C., Torres, M. y Hernández, R. (2021). Red geodésica SIRGAS-CON: Acceso al marco de referencia terrestre internacional en las américas (Informe técnico). *Instituto Geográfico Nacional*.