



# Estudio Geofísico de la Cuenca de Grenada

Nuris Orihuela Guevara <sup>1</sup>, Daniel Loureiro <sup>2</sup>

Universidad Central de Venezuela (U.C.V) <sup>1</sup>, Petróleos de Venezuela (PDVSA) - U.C.V <sup>2</sup>

## ABSTRACT

Se presentan los resultados de un estudio gravimétrico-magnético de la Cuenca de Grenada y su entorno, soportado con los datos sísmicos publicados de la región. Se describen respuestas anómalas de estos campos físicos que son representativos de la existencia de dos franjas dentro de la cuenca. La primera al sur del paralelo localizado en 15.5° Lat N. con tendencias gravimétricas regionales bien definidas que reflejan una cuenca de suficiente espesor de sedimentos como para permitir delinear los contrastes profundos de densidad asociados a la interfase corteza-manto. La segunda, al norte del paralelo antes citado, caracterizada por mapas anómalos altamente cargado de expresiones residuales, reflejo de la presencia de un basamento somero y fuertemente fallado.

El modelaje de un perfil en la franja sur de la cuenca permite establecer la existencia de bandas magnéticas asociadas al origen expansivo de la misma estableciéndose la posición del posible eje de esparcimiento sobre el perfil de estudio.

The results of a combined gravimetric-magnetic study of the Grenada Basin are presented. Two domains might be recognized based on the map patterns of the anomalies in the area. South of parallel 15.5° regional gravity shows a steep and steady gradient, presumably associated to the development of a relatively thick sedimentary basin. Modeling of a gravimetric profile suggests that the thickness of the crust varies from a maximum of about 25 km under the Aves Ridge, to less than 8km beneath the Grenada Basin, where it might be covered by as much as 7 km of sediments. This architecture is interpreted as a result of the development of the Grenada Basin in an extensional back-arc setting. Furthermore, the high frequency magnetic anomalies along the profile have been successfully matched using a model where the uppermost oceanic crust was divided into alternately normally and reversely magnetized blocks. The fact that no major uplift or ridge trace is actually present in the basin is regarded as a result of thermal subsidence enhanced by sediment loading postdating the sea floor spreading event.

The second domain, north of parallel 15.5°, is characterized by high frequency residuals probably indicating a shallow and strongly faulted basement.

---

## INTRODUCCIÓN

En años recientes se han realizado varios trabajos en la región oriental del Caribe incluyendo datos y análisis de la Cuenca de Grenada (Edgar 1971, Kearey 1974, Tomblin 1975, Clark, et al. 1978, Bouysse 1987, Pindell y Barrett, 1990, Speed y Walker 1991, entre otros) así como estudios destinados específicamente a la caracterización de esta cuenca (Bird et al. 1991 y 1993).

En este trabajo se presenta un análisis de las características de la Cuenca de Grenada obtenido del estudio de los mapas gravimétrico (Keary op.cit.) y magnético (Bird op.cit.). Adicionalmente se presenta un modelo 2D de la franja sur de la cuenca, el cual se controló con los datos sísmicos publicados (Edgar op.cit., Bouysse op.cit.) y se obtuvo por inversión de la respuesta gravimétrica-magnética con el apoyo de un programa de modelaje 2.5D.

## METODOLOGÍA

Para desarrollar este trabajo se cubrieron dos etapas, la primera destinada al análisis cualitativo de los datos geofísicos publicados hasta la fecha en la región oriental del Caribe (Fig.1) y la segunda fase, destinada al análisis cuantitativo de la Cuenca de Grenada. El análisis cualitativo de los mapas gravimétrico y magnético se realizó a partir de cartas a escala 1:1.500.000 y 1:2.500.000 respectivamente. Dada la elevada carga residual del mapa de anomalías magnéticas, este análisis se apoyó adicionalmente en el trazado de tres perfiles de orientación N82°W sobre la franja sur de la cuenca, en los cuales se reflejan las anomalías gravimétricas, magnéticas y la batimetría de cada perfil. Los perfiles citados se prolongan entre los 13°, 14°, 15° y los 13.5°, 14.5°, 15.5° de latitud norte, extendiéndose entre los 61° y 65° de longitud oeste.

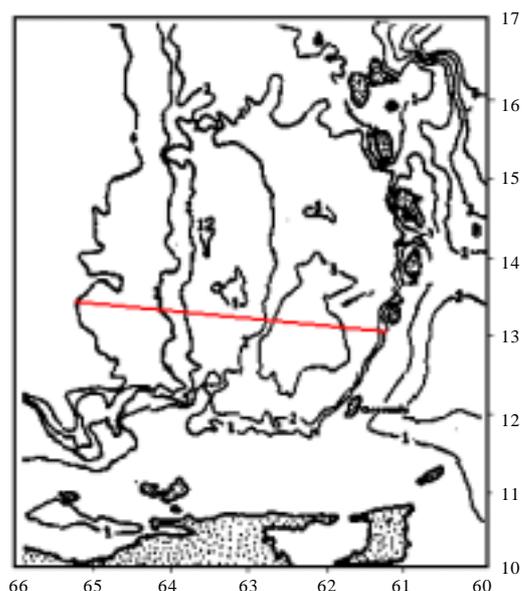


Fig. 1. Localización del área de estudio .  
(Modificado de Clark, et al. 1978)

En análisis cuantitativo, en este caso confinado al perfil del extremo sur de los tres antes citados, contó con el control de los datos batimétricos del área (Mapa Batimétrico del Caribe, ICH, 1985), con la información aportada por los datos sísmicos, en este caso velocidad de propagación de ondas P (N.T. Edgar op.cit.) y profundidad de basamento acústico (P. Bouysse op.cit.). El modelaje se realizó contando con un programa de estimación simultánea de efecto gravimétrico y magnético, y con la posibilidad de dar orientación relativa del perfil de trabajo respecto al rumbo de las estructuras.

#### ANÁLISIS CUALITATIVO

El mapa de anomalías gravimétricas del área (13°-16°Lat N y 61°-65°Log W) se caracteriza por una franja de alto gradiente (fig.2) en el extremo occidental, vinculado al contraste lateral de densidad a nivel del límite corteza-manto y asociado al cambio de espesor cortical al pasar de la Cuenca de Venezuela al Elevado de Aves. El efecto gravitatorio ejercido por Elevado de Aves tiene una expresión que solapa efectos profundos con contrastes superficiales donde dominan los residuos, parcialmente afectado por el fuerte efecto de fondo asociado al límite con la Cuenca de Venezuela; la anomalía gravimétrica refleja altos y bajos alternantes que son expresión del contraste lateral de densidad entre la cobertura sedimentaria y el basamento de carácter ígneo que ha sido descrito en la región.

A la Cuenca de Grenada se asocia una anomalía regional de orientación norte-sur fácilmente delineable entre los 13° y los 15.5° Lat. N. Esta expresión anómala se caracteriza por reflejar un alto relativo de 20 mgal. de amplitud promedio, expresión de contrastes profundos, poco perturbados por la carga residual superficial. Al norte de la latitud límite antes citada, el mapa de anomalías gravimétricas de la región (Lamina 7, GNA-H) se caracteriza por una elevada carga residual lo que dificulta la identificación de la tendencia regional. Esta conducta del mapa es consistente con la descripción geológica de la zona, en la cual se cita una disminución de la profundidad del basamento en la franja norte de la cuenca (P. Bouysse, op.cit.), así como la presencia de marcadas irregularidades del basamento acústico asociadas a actividad tectónica presumiblemente vinculada a la separación de los arcos interno y externo de las Antillas Menores (D. Bird, op.cit.).

El mapa de anomalías magnéticas de la región tiene una expresión altamente residual donde solo es posible establecer la presencia de fuentes anómalas a nivel superficial (interfase sedimentos-basamento e intracortical). Por las mismas razones expuestas en el párrafo anterior el mapa de anomalías magnéticas entre los 15.5° y 17°la N. incrementa su expresión residual dificultando la delimitación de fuentes anómalas.

Al sur de la latitud antes indicada, el mapa se caracteriza por la alternancia de los signos de la anomalía en franjas de orientación NE-SW con fuerte distorsión de esta tendencia en el flanco oriental del Elevado de Aves y sobre el mismo. La amplitud promedio de las anomalías alternas sobre la cuenca oscila de +50 a -50  $\gamma$ , con una longitud de onda promedio de 60 Km (Fig. 3)

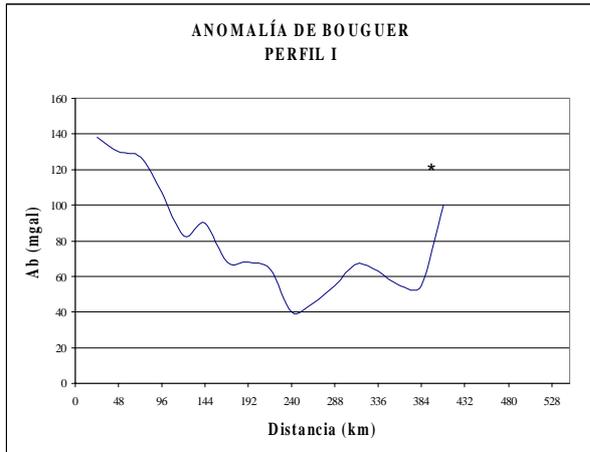


Fig. 2. Perfil de Anomalía Gravimétrica

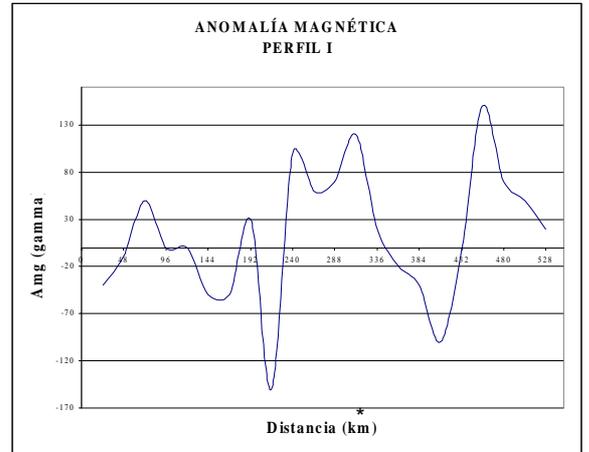


Fig. 3. Perfil de Anomalía Magnética

ANÁLISIS CUANTITATIVO.

La figura 4 muestra el modelo geológico propuesto para el perfil localizado entre los 13° - 13.5° Lat. N y 65°-61° Log. W. El modelo está conformado por 12 cuerpos representativos de: agua (1), cobertura sedimentaria (2 al 4), sedimentos profundos de la Cuenca de Grenada (5), corteza (11), Manto (12) y cuerpos volcánicos de origen expansivo en el tope del basamento de la cuenca (6 al 10). La tabla 1 refleja las propiedades físicas asignadas a cada uno de estos cuerpos para alcanzar el nivel de ajuste reflejado en la figura antes citada.

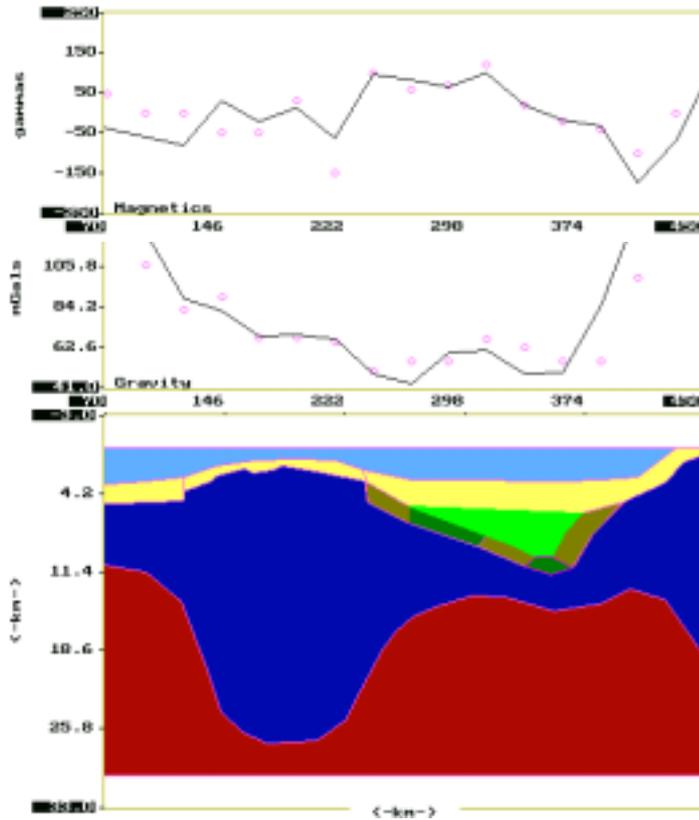
El Elevado de Aves se expresa como un arco maduro con raíz desarrollada de 27 km de profundidad, cobertura sedimentaria delgada con un máximo de 1.4 km de sedimentos y un basamento marcado por la presencia de fallamiento normal.

La Cuenca de Grenada de geometría asimétrica, con un espesor de sedimentos que alcanza los 7km, un basamento caracterizado por la presencia de cuerpos de propiedades magnéticas alternantes y simétricas respecto a la posición 331 km (medido respecto al meridiano 65) y una interfase corteza-manto localizada a un máximo de 15 km de profundidad.

En la tabla 1 se visualiza una aparente igualdad de propiedades magnéticas entre corteza inferior y manto. Esto es reflejo de que el mapa en estudio expresa esencialmente contrastes originados en los primeros 12 km. de profundidad, lo que se expresa en anomalías de baja amplitud y alta frecuencia.

Tabla1. Propiedades físicas de los cuerpos que conforman el modelo

Cuerpo	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\kappa$ ( x10 <sup>-6</sup> )	I (°)
1	1.03	0	-
2	2.35	0	-
3	2.20	0	-
4	2.35	0	-
5	2.57	0	-
6	2.70	3.75X10 <sup>-5</sup>	80
7	2.70	2.50X10 <sup>-4</sup>	23
8	2.70	1.50X10 <sup>-4</sup>	55
9	2.70	2.50X10 <sup>-4</sup>	23
10	2.70	3.75X10 <sup>-5</sup>	80
11	2.80	2.00X10 <sup>-5</sup>	45
12	3.30	2.00X10 <sup>-5</sup>	45



La Cuenca de Grenada es modelada magnéticamente como una cuenca de origen expansivo, con una geometría que expresa una historia de subsidencia dominada por efectos termales y de compactación. Se identifican 5 bandas magnéticas con inclinaciones que oscilan de 80° a 23° reflejando el incremento y la disminución respecto a la inclinación actual (45°), propias de la existencia de polaridades alternas para la fecha de origen del basamento de la cuenca.

**REFERENCIAS**

Bird, D. E., S.A. Hall, J.F. Casey y P.S. Millegan 1991 *Integrated geophysical interpretation of the Grenada Basin: en, 61 st Annual International Meeting Expanded Abstracts, pp. 172-178 SEG, Houston, Texas.*  
 Bird, D. E., S.A. Hall, J.F. Casey 1993 *Interpretation of magnetic anomalies over the Grenada Basin. Tectonics, Vol. 12, No. 5, pp. 1267-1279.*  
 Bouysse, P. 1988 *Opening of the Grenada back-arcBasin and evolution of the Caribbean plate during the Mesozoic and Early Paleogene. Tectonophysics 149, pp.121-143.*  
 Clark, T. F., B. J. Korgen, D. M. Best 1978 *Heat Flow in the Eastern Caribbean. Journal of Geophysical Research, Vol.83, No. B12, pp. 5883-5891.*  
 Edgar, N. T. 1971 *Seismic refraction and reflection in the Caribbean Sea, Am. Assoc. Petr. Geo. Bull., 55, 833-870.*  
 Keary, P. 1974 *Gravity and seismic reflection investigation into the crustal structure of Aves Ridge, Eastern Caribbean. Geophys. J.R. Astron. Soc., 38: 435-448.*  
 Mapa Batimetrico del Caribe. 1985. Escala 1:2.000.000. Instituto Cubano de Hidrografía.  
 Pindell, J.L., y S.F. Barrett. 1990 *Geological evolution of the Caribbean region; a plate tectonic perspective, en The Caribbean Region , Decade of North American Geology ,vol. H,(GNA-H) editado por G. Dengo y J.E. Case, pp.405-432.*  
 Speed, R.C. y J.A. Walker 1991 *Oceanic crust of the Grenada Basin in the southern Lesser Antilles arc platform, J. Geophys Res., 96, 3835-3851.*  
 Tomblin, J.F. 1975 *The Lesser Antilles and Aves Ridge, en The Ocean Basins and Margins, vol.3, editado por A.E. M. Nairn y F.G. Stehli, 467-500.*