

Modelo integrado de información gravimétrica, geológica y de terrenos para los perfiles: Turbo - San José del Guaviare y Quibdó - Puerto Berrío

RAMIRO LEÓN DÍAZ CAMPOS

LEONARDO DÍAZ

YAQUELINE FIGUEROA BÁEZ

Grupo de investigación en Geofísica, Departamento de Geociencias,
Universidad Nacional de Colombia, e-mail: rldiaz@unal.edu.co

RESUMEN

El modelo estructural de la zona de estudio se genera a partir de la integración de la información gravimétrica, la geología regional y terrenos tectono-estratigráficos. Se analizan dos perfiles AA' (Turbo - San José del Guaviare) y BB' (Quibdó - Puerto Berrío), que permiten confirmar la existencia de dos zonas, una con corteza oceánica (oeste de Romeral) y otra con corteza continental (al este). Entre los dos perfiles se encuentra un punto de inflexión en el rumbo de la falla de Romeral a partir del cual se presentan cambios importantes en las componentes de acreción y de esfuerzos, dando origen a variaciones considerables en el modelo de subducción. Al norte del punto de inflexión aparecen dos zonas de subducción: una actual, asociada a la falla del Sinú, y otra fósil asociada a la falla de Romeral. Además, localmente se encuentran evidencias tanto de geología como en gravimetría de una zona de obducción. Al sur del mismo punto se determinaron tres zonas de subducción: la actual, asociada a la fosa del Pacífico, y otras dos fosilizadas asociadas a las suturas o fallas de Romeral y fallas del río Atrato. En el perfil AA', en la zona de corteza continental se observan bien definidos sectores de las cordilleras Central y Oriental, y de los Llanos Orientales, en el perfil BB' se aprecia hasta el valle medio del Magdalena. La diferencia entre estas zonas radica en el tipo de roca del basamento y en el estilo de deformación.

PALABRAS CLAVE: GRAVIMETRÍA, PROBLEMA INVERSO, MODELO

ABSTRACT

The structural model of the studied zone, was generated from the integration of the gravimetric, regional geology and area tectono-stratigraphics. Two profiles AA' (Turbo - San Jose del Guaviare) and BB' (Quibdo - Puerto Berrío), analyzed corroborate the existence of two zones, one with oceanic crustal (West of Romeral) and other with continental crustal (to the East); among both profiles there is a point of inflexion in the direction of the attitude of Romeral fault, from which they present important changes in the accretion components and efforts, giving origin to important variations in the model of subduction. To the North of the point of inflexion two zones of subduction appear, the current one associated with the Sinu fault and a fossil were area associated to the with Romeral's fault. Besides, locally they find evidences so much in surface geology as gravimetry of a obduction zone. To the south of this point theree subduction zones were determined, the current one associated to the Pacific grave and two fossilized associated to the sutures or Romeral's faults and of the Atrato river fault's. In the profile AA', in the zone of continental crust are observed the sectors of Cordillera Central, Cordillera Oriental and Llanos Orientales. In the profile BB' is appreciated until the Valle Medio del Magdalena. The differences among these areas they reside in the type of rock of the basement and the deformation style.

KEYWORDS: GRAVIMETRY, INVERSE PROBLEM, MODEL

ANTECEDENTES

En trabajos anteriores, Barrero (1979), Dengo (1993) y Gómez (2001), se presentan diferencias en el modelo de subducción y en la dirección de los perfiles, la cual es perpendicular a las estructuras geomorfológicas o a los trazos de los planos de falla; en este trabajo

se plantea paralela a la componente de acreción resultante de los sentidos de desplazamiento de las placas.

Para la elaboración de los modelos estructurales se utilizaron: el mapa geológico de Ingeominas (1998), el mapa de terrenos (Etayo *et al.*, 1996) y datos gravimétricos (IGAC, 1998).

LOCALIZACIÓN

Se analizan dos perfiles gravimétricos. El perfil AA' se localiza desde el Golfo de Urabá hasta los Llanos Orientales y el perfil B-B' Cabo Corrientes - Serranía de San Lucas (figura 1). A-A' tiene una dirección N45W y se eligió por ser perpendicular a la tendencia del rumbo andino y por tener en cuenta la componente de rumbo dextral generada por la acreción de los diferentes terrenos tectono-estratigráficos. El perfil B-B' tiene una dirección N45E perpendicular a A-A', es paralelo a la componente de acreción de terrenos y a los esfuerzos compresivos; adicionalmente, estos perfiles presentan un buen cubrimiento de datos gravimétricos.

INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El perfil A-A' Turbo - Bogotá - San José del Guaviare (figura 2) pasa por las fallas de Sinú, Romeral, Honda y Guacaramo, las cuales a su vez son límites de los terrenos Sinú, Cañas Gordas, Cajamarca, Cordillera Oriental y Llanos. El perfil B-B' Quibdó - Medellín - Puerto Berrío (figura 3) pasa por las fallas de Baudó, río Atrato, Cauca, Romeral y Palestina, que a su vez son límites de los terrenos Baudó, Chocó, Cañas Gordas, Cauca - Romeral, Cajamarca, Payandé y parte W de la Cordillera Oriental, cuyas características primordiales como tipo de roca predominante y ambiente tectónico en el cual se desarrollaron, se presentan en las tablas 1 y 2:

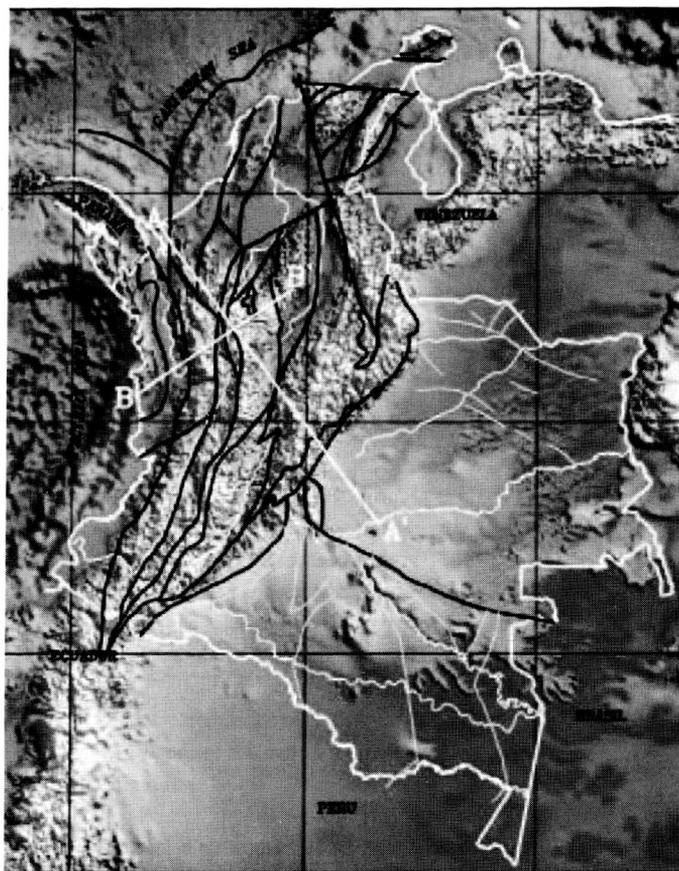


Figura 1. Localización perfiles.

Tabla 1. Tipo de roca predominante de cada uno de los terrenos

Terreno	Corte	Basamento cristalino	Rocas tipo	Densidad promedio (gm/cm ³)	Observaciones
Sinú	A	Corteza oceánica	Basaltos Tonalitas	2,7	Subducción actual
Baudó, Chocó	B	Corteza oceánica		2,7	Subducción actual
Cañas Gordas	A B	Corteza oceánica	Basaltos	2,7	Subducción fósil
Cauca Romeral	B	Corteza oceánica	Basaltos	2,7	Subducción fósil
Cajamarca	A B	Corteza continental	Metamórficos Alto grado	2,6	Subducción fósil Localmente se aprecia obducción perfil A
Payandé	B	Corteza continental	Ígneos y metamórficos	2,6	Bloque levantado y limitado por fallas
Cordillera Oriental	A B	Corteza continental	Ígneos y menor proporción metamórficos	2,6	Estructura invertida sobre sus dos flancos
Llanos	A	Corteza continental	Paleozoico sedimentario y metamórfico de bajo grado	2,6	Antepaís

Tabla 2. Cobertura del basamento cristalino y ambiente tectónico de cada uno de los terrenos.

Terreno	Corte	Cobertura del basamento cristalino	Densidad promedio (gm/cm3)	Observaciones
Sinú	A	Terciario sedimentario	2.3	Alta deformación de escama gruesa
Baudó, Chocó	B	Terciario sedimentario	2.3	Alta deformación de escama gruesa
Cañas Gordas	A B	CretácicoTerciario	2,42.3	Alta deformación de escama gruesa
Cauca Romeral	B	CretácicoTerciario	2,42.3	Alta deformación de escama gruesa
Cajamarca	A B	No es importante la cobertura sedimentaria		Alta deformación de escama gruesa
Payandé	B	Cobertura sedimentaria muy delgada a inexistente		Deformación de escama gruesa
Cordillera Oriental	A B	CretácicoTerciario sedimentarios en espesores de miles de metros	2.42,3	Alta deformación de escama gruesa y delgada
Llanos	A	Cretácico Terciario sedimentarios; predomina el Terciario en espesores	2,42,3	Baja deformación de escama gruesa

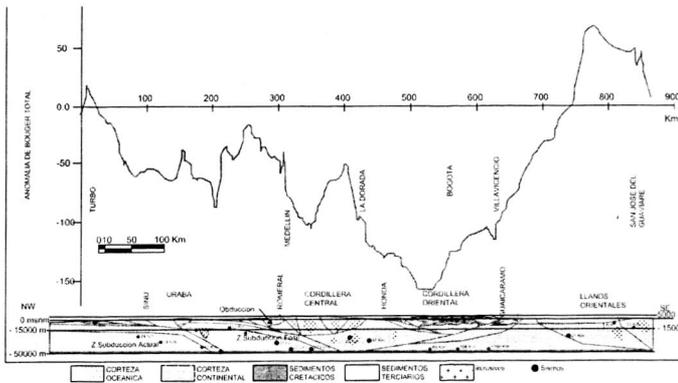


Figura 2. Perfil gravimétrico AA' con interpretación geológica. Se observa cómo varían los cambios de anomalía a partir de las zonas de falla principales.

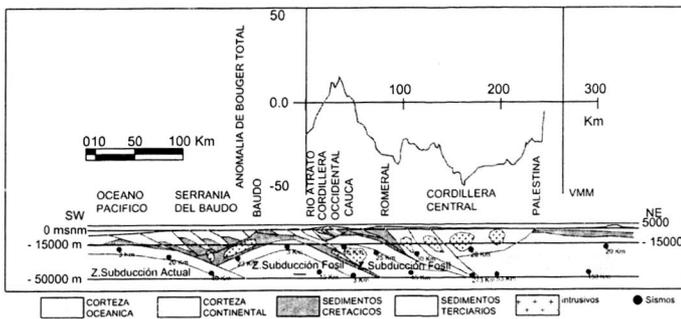


Figura 3. Perfil gravimétrico BB' con interpretación geológica.

MODELO ESTRUCTURAL

La variación de la anomalía bouguer total registra una correlación con la geología regional y con los terrenos tectono-estratigráficos cuyos límites son fallas de carácter regional. Con base en la interpretación gravimétrica y el modelamiento geológico se observaron los dos grandes dominios de basamento uno, corteza oceánica al oeste de la falla de Romeral, y el otro, la corteza continental al este (figuras 4 y 5).

Para el perfil AA' en la zona donde predomina la corteza oceánica se aprecian variaciones marcadas por las fallas de Sinú y Romeral; estas variaciones responden a la ubicación respecto a los frentes de falla. Como podemos observar en el "front - dip" del Sinú, la anomalía marca el prisma acrecentivo del Sinú, lo que puede explicarse por los apilamientos estructurales de "Fore arc".

La zona de subducción actual asociada a la falla del Sinú y la zona de subducción fósil asociada a la falla de Romeral presentan diferencias debido a que la acreción no fue perpendicular en todos los sectores y generó una serie de esfuerzos transpresivos; el no desarrollo de un arco volcánico en la parte norte por la convergencia oblicua y la geometría generada por la variación del rumbo de la falla de Romeral marca el límite entre las placas de Sur América y Nazca en la parte NW.

Con base en la situación anterior se produjo un evento de obducción, que se evidencia y manifiesta geológicamente con la presencia de escamas de corteza oceánica en el bloque colgante de la falla de Romeral, y se manifiesta en la anomalía de bouguer total (figura 4).

En la anomalía de bouguer total se notan apreciables cambios entre la zona de corteza continental, cordillera Central y cordillera Oriental, debido posiblemente al cambio de roca dominante. Las

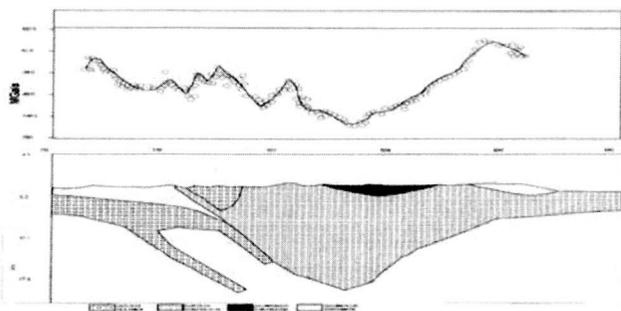


Figura 4. Modelamiento geofísico del perfil gravimétrico AA'.

fallas en el área de la cordillera Central tienen trazos muy rectos con alto grado de buzamiento y escamación gruesa y de rumbo fuerte, exhumando rocas del Paleozoico y Precámbrico. En la Cordillera Oriental las fallas son de bajo ángulo involucrando cobertera sedimentaria del Terciario y Cretácico. Por tal motivo el basamento se encuentra mucho más abajo, dando como resultado una raíz más profunda que se refleja muy bien en el perfil gravimétrico interpretado. Geométricamente se observa un cambio muy marcado en la cordillera Oriental que representa una estructura tipo "Pop Up", con una raíz profunda.

Hacia el Piedemonte Llanero se encuentra la falla de Guaycaramo, como límite este del basamento tipo cordillera (raíz profunda); en el bloque yacente de esta falla el basamento es el Escudo de Guyana (raíz superficial).

El perfil BB' con orientación S45W - N45E desde el océano Pacífico pasando por el cabo Corrientes hasta el valle medio del Magdalena a la altura de la Serranía de San Lucas, en el área de corteza oceánica (al W de Romeral) presenta una deformación de fallas de cabalgamiento a inversas con una vergencia principalmente al W y de tipo de escama delgada; localmente se aprecia decapitada por fallas con vergencia este. El desarrollo del sector estuvo dominado por acreciones consecutivas de diferentes terrenos tectono-estratigráficos a lo largo de las suturas de Romeral, río Atrato, que demarcan dos zonas de subducción fosilizadas; las series de cabalgamientos enmarcan un ámbito tectónico de "fore arc" para cada una de las subducciones.

En las figuras 2 y 3 se muestra un modelo integrado de los perfiles AA' y BB' que contienen la información de geología regional, los terrenos tectono-estratigráficos y las anomalías gravimétricas. Estos modelos integrados están soportados por modelos geofísicos en 2D (figuras 4 y 5), ajustados utilizando las anomalías de bouguer total y referenciados a los hipocentros de algunos sismos que evidencian los buzamientos de las zonas de subducción. Se presenta una muy buena correlación entre las anomalías calculadas y las anomalías medidas, lo cual permite plantear con una alta

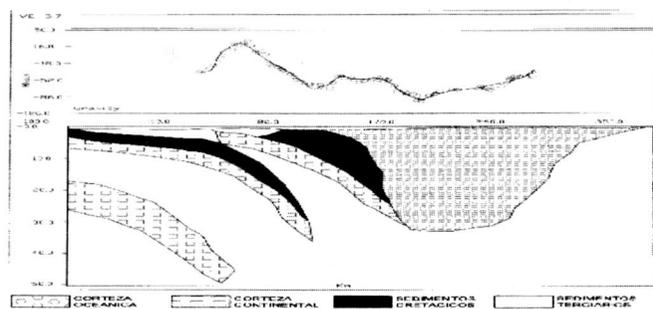


Figura 5. Modelamiento geofísico del perfil gravimétrico BB'.

probabilidad las estructuras regionales. Se utilizó el programa computacional GMSYS para realizar los cálculos de ajuste para las anomalías.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El modelo con base en estos dos perfiles proporciona una visión muy aproximada de la estructura regional.

Entre los perfiles AA' y BB' casi perpendiculares entre sí, se observa un punto de inflexión (figura 6) o cambio de dirección de las suturas como se presenta en la falla de Romeral. El cambio de dirección de estas suturas se manifiesta en la variación del sentido de acreción de los terrenos.

La componente de acreción para el corte AA' es oblicua a Romeral con un ángulo aproximado de 40°; para el corte BB', las componentes de esfuerzos son perpendiculares a Romeral; esto

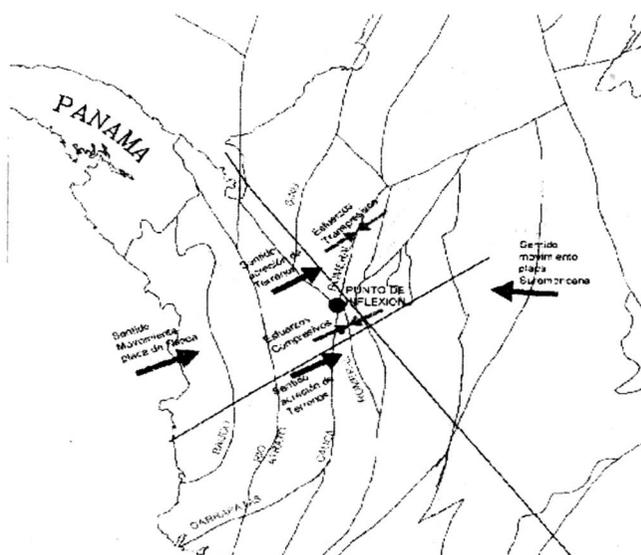


Figura 6. Esquema de fallas y punto de inflexión de Romeral

marca muy fuertemente la diferencia de deformación y subducción para las márgenes Pacífica y Caribe, como se aprecia en los cortes.

CONCLUSIÓN

Los cambios de dirección de las suturas generan variaciones morfológicas muy importantes en los mecanismos de subducción, las cuales se reflejan en el modelo estructural que se plantea en este trabajo. Este modelo está soportado por la correlación que existe entre la información de geología regional, la división de terrenos tectono-estratigráficos, el modelamiento geofísico de la anomalía bouguer total en 2D y la información sísmológica de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRERO, D. 1979. Geology of Western Cordillera, west of Buga and Roldanillo Colombia. Pub. Geol. Esp. Ingeominas 4.
- DENGO C. and COVEY M. 1993. Structure of the Eastern Cordillera of Colombia: implications for trap styles and regional tectonics. AAPG Bulletin, vol. 77, pp. 1315-1337.
- ETAYO *et al.* 1996. Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia. Ingeominas.
- GÓMEZ E. (2001). Tectonic control underline cretaceous to cenozoic sedimentary field of the Middle Magdalena Valley basin. Eastern Cordillera and Llanos basin Colombia. Ph. D. degree tesis, Cornell University.
- IGAC. 1998. Gravimetría.
- INGEOMINAS. 1998. Mapa Geológico de Colombia.