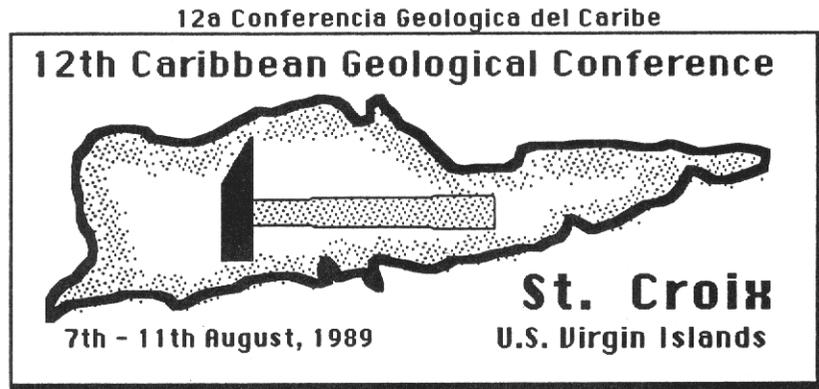


TRANSACTIONS OF THE 12TH CARIBBEAN GEOLOGICAL CONFERENCE

ST. CROIX, U.S. VIRGIN ISLANDS

August 7th - 11th, 1989



12me Conference Geologique de Caraibes

Edited by

David K. Larue

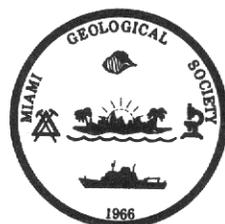
Department of Geology, University of Puerto Rico
Mayagüez, PR 00708, Puerto Rico

and

Grenville Draper

Department of Geology, Florida International University
Miami, FL 33199
U.S.A.

Additional copies of this book may be purchased from



Miami Geological Society
P.O. Box 431552
South Miami, FL 33243, U.S.A.

December 1990

INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOFISICOS CON FINES DE LA CARTOGRAFIA GEOLOGO-ESTRUCTURAL DE LA REPUBLICA DE CUBA

Manuel Pardo, Verania Bello, Hilda Amador, Sandor Taba, Oleg
Sousin, Ileana Matamoros y Irio de Moya

Instituto de Geología y Paleontología, Ministerio de Industrias
Básicas, La Habana, CUBA

RESUMEN

Se exponen los principales resultados en a interpretación geológica de los datos gravimétricos, aeromagnéticos y aerogamma-espectrométricos, con fines de la cartografía geólogo-estructural de la República de Cuba. Se incursiona en el problema de la naturaleza geológica de las principales fuentes de anomalías gravimagnéticas residuales y, aeroespectrométricas. Como resultado, se establece el carácter, fundamentalmente, rocoso de las primeras y, la probable vinculación de las últimas con la concentración de distintos óxidos en la parte superior de la corteza de intemperismo (suelos), a consecuencia de su evolución en las condiciones de clima tropical. En base a la regionalización conjunta (visual) de los campos gravitatorio y aeromagnético se confecciona un esquema interpretativo geólogo-estructural de Cuba; se delimitan las principales unidades o bloques geólogo-geofísicos y, se comenta, especulativamente, sobre su posible naturaleza y relación. Finalmente, se aborda la identificación de los complejos estructuro-rocosos reconocidos en el esquema anterior, con su homologos estructuro-metalogénicos.

ABSTRACT

Gravimetric, aeromagnetic and airborne gamma-spectrometry data, collected during structural-geological mapping of the Cuba, are interpreted. Gravimetric and magnetic anomalies are related to the character of the bedrock, and airborne gamma spectrometry anomalies are probably reflect concentrations of oxides developed in the overlying tropical soils. On the basis of a visual analysis of gravity and aeromagnetic fields, a scheme of geological-geophysical provinces is defined and their character discussed. This

scheme correlates well with known metallogenic provinces.

INTRODUCCION

Durante los años 1986-1987, el Grupo de Geofísica de IGP realizó un trabajo dirigido al completamiento de la abase geofísico-cartográfica para el Mapa Metalogénico de la República de Cuba en escala 1:500 000. La confección de los materiales geofísicos y esquemas interpretativos geólogo-geofísicos) preveía la utilización de la información más actual del modo más integral posible con le fin de resolver las tareas planteadas en la etapa de confección de la maqueta de autor. Entre estas tareas se encontraba el apoyo de la cartografía de distintos complejos rocosos (ultramáfico-máfico, de granitoides, vulcanógeno-sedimentario, metamórfico, y sedimentario); contribuir al esclarecimiento de la estructura de los cinturones ultramáfico-máfico y de granitoides, así como al desciframiento de la tectónica y a la cartografía de otras estructuras geológicas (cuencas, domos, estructuras vulcano-tectónicas (plutónicas y otras). A tales propósitos se elaboraron los siguientes materiales:

-mapa esquemático de anomalías gravimétricas residuales (R = 2,5 km) de la República de Cuba, en escala 1:250 000.

-Mapa esquemático (no unificado) de anomalías aeromagnéticas residuales (R = 3 y 5 km) de la República de Cuba, en escala 1:250 000 (polígonos aerogeofísicos).

-Mapa esquemático (no unificado) de anomalías aerostrométricas (U (Ra), Th, y K) de la República de Cuba, en escala 1:250 000 (polígonos aerogeofísicos).

-esquemas interpretativos geologo-geofísicos en escala 1:250 000.

El presente trabajo resume los principales resultados de la interpretación geológica de los datos geofísicos con fines de la cartografía geólogo-estructural de la República de Cuba. Como quiera que el cumplimiento de la base geofísica resulta aún insuficiente para el cumplimiento de los objetivos propuestos, sumado a otros factores como son: su carácter esquemático, la no utilización de métodos numéricos para el análisis multivariado de la información; y dado el insuficiente nivel de generalización sobre el conocimiento de las propiedades físicas de las rocas, los resultados aquí presentados tienen un carácter preliminar, y deben verse sólo como una alternativa de contribución al conocimiento de las regularidades geólogo-geofísicas en el territorio de la República de Cuba.

SOBRE LA INTERPRETACION GEOLOGICA DE LAS ANOMALIAS GRAVIMETRICAS Y AEROMAGNETICAS RESIDUALES

La distribución de las anomalías gravimétricas y aeromagnéticas residuales refleja, en general, la regularidad espacial en la distribución de las heterogeneidades más superficiales del corte (0-2 km aproximadamente).

Las anomalías gravimétricas positivas responden, fundamentalmente, a la presencia de depresiones rellenas con rocas vulcanógeno-sedimentarias, y a la presencia o proximidad de ultramafitas poco serpentinizadas, mafitas, granitoides, y evaporitas. Las anomalías negativas responden, fundamentalmente, a la presencia de depresiones rellenas con rocas sedimentarias, y a la presencia o proximidad de granitoides y/o serpentinitas. En el campo gravimétrico residual, análisis, se reconocen sistemas anulares (semianulares) de anomalías (positivas y/o negativas) que se relacionan, al parecer, con estructuras morfotectónicas de distintos tipos.

Las anomalías aeromagnéticas positivas de mayor intensidad y extensión, frecuentemente dispuestas en forma de cadenas, responden a la presencia o proximidad de ultramafitas poco serpentinizadas, mafitas, granitoides, o rocas scarnizadas. Las anomalías negativas con iguales características responden, fundamentalmente, a la presencia de serpentinitas, o depresiones lineales con potentes espesores de rocas sedimentarias. El carácter de mosaico del campo aeromagnético residual resulta característico para las zonas de ultramafitas y mafitas afloradas, o muy próximas a a superficie. Del mismo modo, el carácter moteado,

regularmente, es indicativo de la presencia o proximidad de vucanitas (fundamentalmente, de composición medio-básica). Dentro de las zonas de desarrollo de estas rocas, se reconocen sistemas anulares (semianulares) de anomalías, como regla, con un centro de anomalías negativas, y una zona exterior de anomalías positivas, los cuales se relacionan, probablemente, con estructuras morfotectónicas de carácter magmatógeno.

A modo de resumen, en la Tabla 1, se presenta la caracterización gravimétrica y aeromagnética (campo residual) - de algunos complejos recosos y estructuras morfotectónicas.

SOBRE LA INTERPRETACION GEOLOGICA DE LAS ANOMALIAS AEROGAMMA-ESPECTROMETRICAS

Debido a las condiciones climáticas de Cuba, la contribución fundamental al campo aerogammaespectrométrico está dada por la cortezas de intemperismo y los suelos, desarrollados, en mayor o menor grado (generalmente en condiciones autóctonas) sobre los distintos complejos rocosos. El estudio de la relación espacial de las anomalías aerospectrométricas (U, Ra, Th y K) con la cortezas de intemperismo (y suelos correspondientes), permiten establecer, al menos, en un nivel empírico, la probable vinculación las anomalías con la concentración de distintos óxidos en los primeros horizontes del perfil de la corteza (suelo). De acuerdo con este resultado se plantea que:

-en general, una evolución prolongada de las cortezas (y suelos correspondientes) condiciona el enriquecimiento de Fe_2O_3 y Al_2O_3 en los primeros horizontes, favoreciendo así su capacidad para la retención del (Ra) y el Th en migración. En dependencia del predominio de uno de estos óxidos, la naturaleza de la anomalía tendrá un carácter thorico-uranífero (Fe_2O_3) o uranothorífero (Al_2O_3).

-la cortezas (y suelos correspondientes) desarrolladas sobre rocas calcáreas fosfatadas, tienen, como regla, una naturaleza uranífera, la cual puede tener su causa en la concentración superficial de P_2O_5 . Igual naturaleza presentan los suelos Calizos Rojos y Latosólicos Típicos, desarrollados sobre calizas duras, pero aquí la causa se atribuye, probablemente, a la fertilización (aplicación de superfosfatos). En estos suelos (históricamente cultivados con caña de azúcar) los contenidos de Fe_2O_3 y Al_2O_3 son altos. Ambos

Tabla I. Caracterización gravimétrica y aeromagnética de los principales complejos rocosos y estructuras morfotectónicas.

DESCRIPCION GEOLOGICA.	CARACTERIZACION	
	GRAVIMETRICA	AEROMAGNETICA
Complejos ultramáfico-máfico y máfico.	Cadenas de anomalías residuales positivas (0-6 mgal)	Cadenas de anomalías residuales, fundamentalmente, positivas (50-500 nT). Campo residual tipo "mosaico" para las zonas afloradas o muy próximas a la superficie.
Complejo de granitoides.	Cadenas de anomalías residuales negativas (0-2 mgal). Cadenas de anomalías residuales positivas (0-4 mgal). Campo residual indiferenciado	Zona de mínimos del campo total anómalo. (+50-200nT). Cadenas de anomalías residuales positivas (50-300nT). Campo total anómalo de valores positivos bajos (0-100 nT) con un carácter moteado.
Complejo vulcanógeno-sedimentario (fundamentalmente, de composición medio-básico.)	Dentro de máximos regionales.	Campo residual moteado para las zonas afloradas o muy próximas a la superficie. Campo total anómalo > 100nT.
Complejo metamórfico meridional.	Faja de mínimos gravimétricos regionales.	Campo total anómalo poco diferenciado de valores negativos bajos (0-100 nT).
Complejos sedimentarios.	Campo residual indiferenciado	Ausencia de anomalías residuales (> 50nT).
Estructuras anulares de carácter magmatógeno.	Dentro de máximos regionales.	Sistemas anulares (semianulares) de anomalías positivas con un centro de anomalías negativas.
Estructuras anulares de carácter tectónico y no establecido.	Sistemas, anulares (semianulares) de anomalías residuales, positivas y/o negativas.	Campo indiferenciado.
Depresiones superpuestas.	Cadenas de anomalías residuales negativas (0-2 mgal).	Cadenas de anomalías residuales negativas (0-200 nT). Campo total anómalo < -100 nT.

óxidos son grandes fijadores del fosfato, lo que dificulta su asimilación por las plantas. Se requiere entonces de una frecuente fertilización, la cual conlleva a una sobresaturación de P_2O_5 artificial en los primeros horizontes del perfil.

- las cortezas (y suelos correspondientes) desarrolladas sobre rocas predominantemente terrígenas, con abundancia de areniscas arcósicas, polimícticas, cuarzo-feldespáticas, aleurolitas carbonosas, y otras, tienen, como regla, una naturaleza potásica, la cual se explica por la acumulación de K_2O en los primeros horizontes del perfil. Lo mismo ocurre para las cortezas (y suelos correspondientes) poco evolucionadas, desarrolladas sobre rocas ígneas intrusivas de composición ácido-media-alcalina (litomarge), así como sobre rocas máfico-alcalinas y vulcanógenas ácido-alcalinas. Se conoce también que algunos suelos calizos pardos desarrollados sobre rocas calcáreas pobres en K_2O artificial, pudiera explicar entonces la contribución aumentada en este elemento para algunas localidades. Debe señalarse, además, que el fácil lavado y transporte del K_2O condiciona, en ocasiones, su concentración a lo largo de corrientes de agua depresiones lineales del terreno que le sirven como cursos intermitentes.

- la cortezas (y suelos correspondientes) poco evolucionadas, desarrolladas sobre rocas con distintos tipos de alteraciones secundarias se reconocen, en ocasiones, por una contribución anómala (diagnóstica) en algunos de los canales espectrométricos. Como ejemplos, podemos citar: la naturaleza predominantemente uranífera de los sombreros de hierro; a naturaleza predominantemente potásica de muchas metasomatitas; y la naturaleza predominantemente torífera de los sombreros de pirolusita.

- se reconocen por una contribución notablemente disminuida en todos los canales espectrométricos, las cortezas (y suelos correspondientes) poco evolucionadas, desarrolladas sobre rocas ultramáficas (y máficas) y sobre vulcanitas de composición medio-básica, así como las desarrolladas en sectores con contracciones locales de SiO_2 y/o CO_3Ca .

En lo que respecta al canal total, su intrínseca naturaleza holística (integradora) favorece su utilización para la cartografía general del terreno, incluyendo a la cartografía geológica.

SOBRE LA REGIONALIZACION DE LOS CAMPOS GRAVIMETRICO Y AEROMAGNETICO Y SU INTERPRETACION GEOLOGICA

Algunos de los resultados de la interpretación geológica en base a la regionalización conjunta (visual) de los campos gravimétrico y aeromagnético, son presentados de forma simplificada en el esquema de la Fig. 1. En el mismo se ha minimizado, con toda intención, la carga tectónica, con el propósito de resaltar las regularidades en la distribución de distintos complejos rocosos, así como algunas estructuras morfoestructurales bien manifestadas en los campos físicos. Para la delimitación de los distintos complejos y estructuras se consideraron los criterios geofísicos resumidos en la Tabla 1. En lo relativo desciframiento de la tectónica disyuntiva, realizado, fundamentalmente, en base a los datos aeromagnéticos se revela un cuadro general de intenso desmembramiento, típico para una compleja geología alpina.

Partiendo de la generalización del esquema cartográfico referido (Fig. 1), se delimitan las principales unidades o bloques geólogo-geofísico (Fig. 2) y se establece su posible relación con la interpretación del cuadro geólogo-estructural de Cuba.

Unidad Pinar del Río

Esta compuesta por un complejo carbonatado-terrágeno mesocenoico con apariencia de cuña tectónica. A juzgar por el patrón de distribución semianular de las anomalías gravimétricas residuales, parece constituir un domo regional elíptico deformado. La constitución particular y la posición de esta unidad (formando un ángulo aproximado de 120° con respecto a la dirección principal cubana), hace pensar en un brazo o rift abortado (aulacogeno) de una antigua unión triple. El límite meridional de esta unidad lo constituye la falla Pinar, interpretada como una falla transcurrente siniestra. Las rocas ultramáficas y máficas con que contacta este complejo, al norte, y supuestamente al sur, tienen una distribución lineal alargada, lo que hace suponer que puedan estar suturada. Analizando la correspondencia existente entre el cambio de la dirección del cordón ultramafítico-máfico norte, con la distorsión en la configuración elíptica de la supuesta estructura dómica, (en la porción oriental donde ambos complejos rocosos contactan entre sí) surge la idea, de que la unidad Pinar del Río se comprimió contra el borde de la plataforma de Bahamas producto de la colisión (desde el sur) de otro bloque continental.

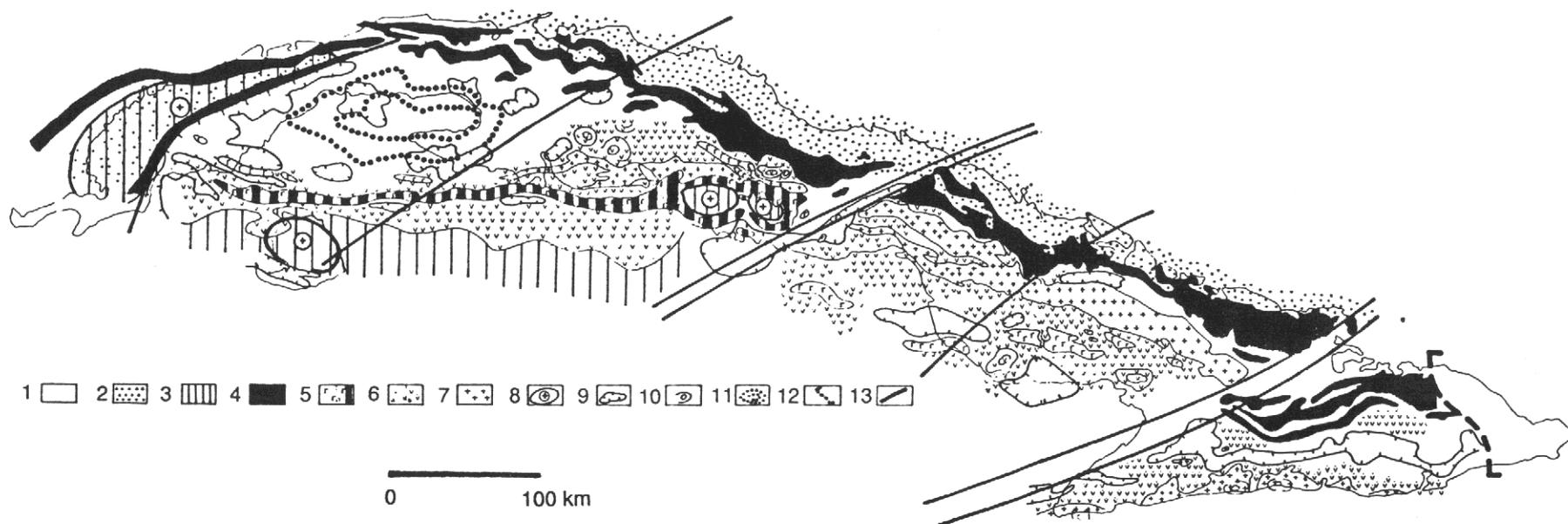


Fig. 1 Esquema interpretativo geólogo-geofísico (simplificado) en base a la regionalización conjunta (visual) de los campos gravimétrico y aeromagnético. (1) Rocas sedimentarias de la cobertura N-Q; (2) Rocas sedimentarias del margen continental de la Plataforma de Bahamas; (3) Rocas metamórficas; (4) Rocas ultramáficas-mafíticas; (5) Rocas mafíticas; a) supuestamente de la base del arco volcánico cretácico; (6) Rocas vulcanógeno-sedimentarias: a) del complejo de Arco Insular Paleógeno; (7) Granitoides; (8-11). Estructuras morfotectónicas: (8) Domos regionales; (9) Depresiones superpuestas; (10) Estructuras vulcano-tectónicas (plutónicas); (11) Configuración aproximada de la región central (núcleo) del "Macizo de Batabanó"; (12) Límite del territorio noestudiado; (13) Fallas transcurrentes.

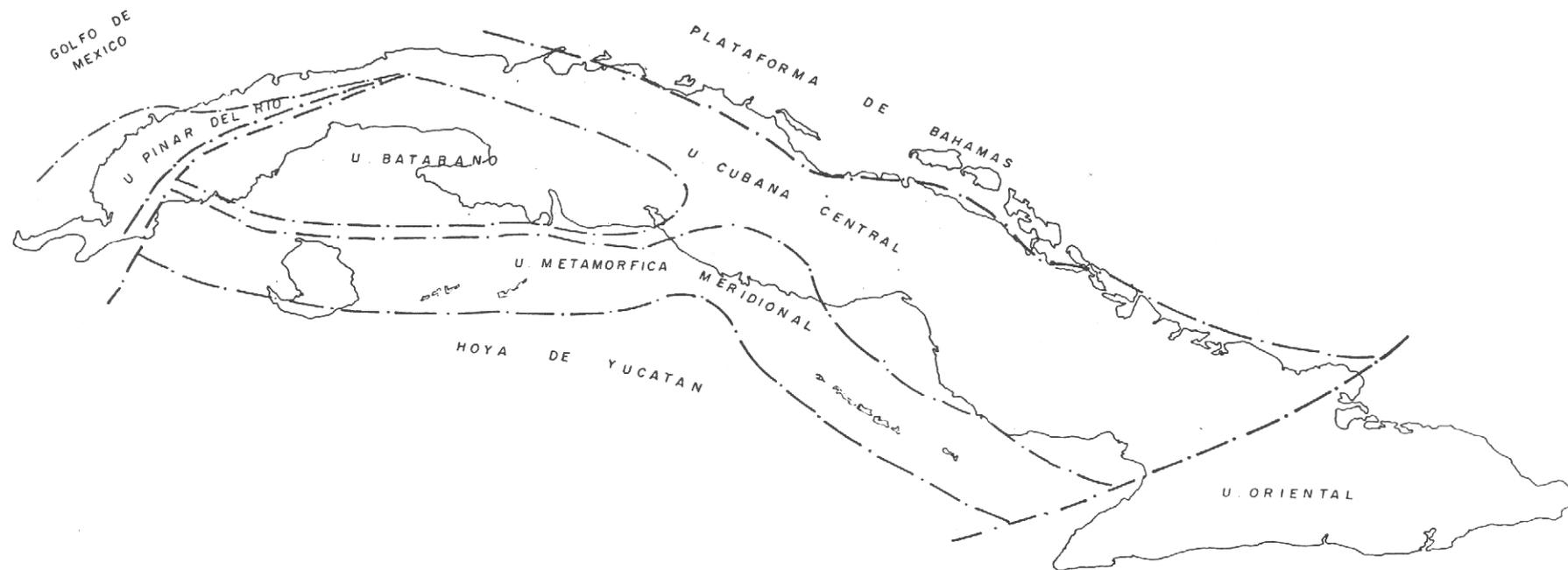


Fig. 2. Esquema de localización de las unidades geólogo-geofísicas propuestas.

Unidad Batabanó

Constituye un bloque con la forma aproximada de un gran triángulo isósceles, el cual controla gran parte del cuadro geólogo-geofísico de las provincias occidentales. Desde el punto de vista geológico, se interpreta como un antiguo macizo, presumiblemente continental, enterrado ("Macizo de Batabanó"). La actual coincidencia espacial de un mínimo local del espesor de la corteza terrestre (por datos sismológicos y gravimétricos; Sousin y Sousina, 1988) con una anomalía local del geoide (por datos altimétricos de radar; Bowin, 1980), otorgan un carácter singular (único) a este bloque, y permiten suponer la ocurrencia de un proceso de basificación relacionado con un posible acercamiento local del manto. La aparente configuración triangular de esta unidad pudiera relacionarse con la supuesta unión triple antes referida. Su flanco meridional contacta, al parecer tectónicamente, con la Unidad Metamórfica Meridional. La presencia de un cinturón lineal y estrecho de rocas supuestamente mafíticas, (2 ultramafíticas?), que se extienden con rumbo sublatitudinal desde las inmediaciones al sur de la ciudad de Pinar del Río hasta la provincia de Sancti Spiritus, se interpreta como la sutura resultado de la colisión de dos bloques continentales: el "Macizo de Batabanó" y el Bloque Metamórfico Meridional. Con este cinturón mafítico (ultramafítico?) deben también relacionarse las rocas que presumiblemente corresponden a la base del arco volcánico cretácico, las cuales afloran en el extremo oriental del referido cinturón representadas por el complejo anfibolítico Mabujina. Como resultado de la mencionada colisión, debió ocurrir, posiblemente, la compresión y volcamiento de las secuencias del complejo de Arco Insular Cretácico en ambos sentidos, hacia el norte y hacia el sur, respectivamente, sobre el "Macizo de Batabanó" y sobre el Bloque Metamórfico Meridional. Con posterioridad, estas secuencias fueron recubiertas por depósitos neogénicos. Por la interpretación de los datos gravimétricos, el bloque de Batabanó se concibe estructuralmente hundido (y adelgazado) en su parte central (núcleo), la cual presenta una configuración elíptica de grandes proporciones. Hacia los flancos, el macizo de Batabanó, presumiblemente, se extiende mucho más allá de los límites de la estructura elíptica mencionada. Cabría suponer entonces, que el cambio notorio de dirección del cinturón de granitoides con respecto a la dirección del cinturón ultramafítico-mafítico en los límites de las provincias Villa Clara y Cienfuegos (en toda la porción centro-oriental ambos con subparalelos) pudiera estar determinada por la terminación oriental, en forma de cuña, de este bloque. Análogamente, el aumento del espesor de la corteza terrestre (por

datos sismológicos y gravimétricos; Sousin y Sousina, 1988) en las regiones de la Ciénaga de Zapata y de la Unidad Pinar del Río pudiera explicarse considerando que el basamento de las secuencias afloradas en estas dos regiones corresponde, al menos parcialmente, a este bloque.

Unidad Metamórfica Meridional

Por la interpretación de los datos gravimétricos y aeromagnéticos, este bloque de características continentales, se extiende con rumbo sublatitudinal, al menos entre los macizos metamórficos de la Isla de la Juventud y del Escambray, enlazando ambos macizos. Al norte contacta, presumiblemente de forma tectónica, en su extremo occidental, con la Unidad Cubana Central. Recubren parcialmente este bloque, supuestamente de forma tectónica (producto de la colisión), rocas vulcanógeno-sedimentarias del complejo de Arco Insular Cretácico en la Isla de la Juventud (Sabana Grande), y rocas del mismo complejo y el complejo anfibolítico en el Escambray. Los afloramientos del complejo metamórfico, al menos en los macizos de la Isla de la Juventud y el Escambray, se interpretan como ventanas tectónicas con apariencia cupular, desarrolladas, presumiblemente, como domos diapíricos regionales. Al sur esta unidad limita con la Hoya de Yucatan. Por el oeste contacta, presumiblemente de forma tectónica, con la Unidad Pinar del Río, y por el este, se extiende, al parecer cubierto por rocas vulcanógeno-sedimentarias del complejo de Arco Insular Cretácico y otros complejos más jóvenes, hasta la región oriental, pudiendo estar allí representada por las metamorfitas carbonato-terrágenas del extremo oriental del macizo del Purial.

Unidad Cubana Central

Se extiende desde la provincia de Pinar del Río hasta la provincia de Holguín, limitando: por el este, con la Unidad Oriental; por el norte, fundamentalmente, con la Plataforma de Bahamas; y por el sur, en su parte occidental, con las unidades Pinar del Río y Batabanó, y en su parte centro-oriental, con el Bloque Metamórfico Meridional. Esta unidad está constituida, básicamente, por el apilamiento tectónico de tres complejos estructuro-formacionales; de norte a sur: el complejo sedimentario del margen continental de la Plataforma de Bahamas, el complejo ultramafítico-mafítico, y el complejo de Arco Insular Cretácico. La manifestación en los campos geofísicos de sobre corrimientos respectivos de estos tres complejos de sur a norte, así como de los desplazamientos del bloque (en

igual dirección) en forma escalonada a lo largo de fallas transcurrentes siniestras (Isla de la Juventud-Rancho Veloz, L Troch, Camagüey, y Oriente), atestiguan sobre la colisión (desde el sur) del Bloque Metamórfico Meridional con el complejo de Arco Insular Cretácico, contra el margen continental de la Plataforma de Bahamas. El referido escalonamiento parece estar condicionado por las propias irregularidades del frente de choque.

Unidad Oriental

La presencia de una brusca disminución del espesor de la corteza terrestre (por datos gravimétricos y sismológicos; Sousin y Sousina, 1988) a la cual se asocia una intensa anomalía local del geoide (por datos altimétricos de radar; Bowin, 1980), determinan la separación de esta unidad como un bloque independiente. Sus límites: al norte y al este con el Océano Atlántico; al sur con la Fosa de Bartlet, y al oeste con la Unidad Cubana Central, a través de un sistema de fallas transcurrentes, al parecer, siniestro. En base de la interpretación de los datos gravimétricos y aeromagnéticos, la parte centro-septentrional de esta unidad, se compara, desde el punto de vista composicional, con el bloque anterior. En la parte meridional, están presentes las rocas de complejo de Arco Insular Cretácico y ultramafítico-mafítico. A juzgar por los datos geofísicos, la estructuras asociadas al arco paleógeno pudieran estar presentes también al sur de la costa meridional de la provincia de Camagüey.

SOBRE LA INTERPRETACION METALOGENICA

El esquema geólogo-estructural confeccionado en base de la interpretación de los datos geofísicos (Fig. 1), toda vez que refleja la distribución y desarrollo de los principales complejos estructuro-rocosos, puede ser utilizado para la regionalización estructuro-metalogénica de Cuba. Con tal propósito se realizó la identificación de dichos complejos con los correspondientes estructuro-metalogénicos, reconocidos en el Esquema de Regionalización Metalogénica de Cuba en escala 1:2 500 000 (Cabrera, y otros, 1988):

Complejos Continentales (Pb, Zn, Cu, Au, W, Al)

-Complejo de rocas sedimentarias del margen continental de la Plataforma de Bahamas.

-Complejo de rocas metamórficas que componen el Bloque Metamórfico Meridional.

Complejos Oceánicos (Cr, Cu)

-Complejo de rocas ultrabásicas y básicas que componen el (¿s?) cinturón ultramafítico-mafítico cubano.

-Complejos de Arco Insulares (Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Au, Ag)

-Complejo de rocas vulcanógeno-sedimentarias y granitoides del Arco Insular Cretácico.

-Complejos de rocas vulcanógeno-sedimentarias y granitoides del Arco Insular Paleógeno.

Complejos de cobertura (Ni, Fe, Co, Au, Cr, Al, Mn)

-Complejo de rocas sedimentarias de la cobertura neogenocuaternaria.

REFERENCIAS

- Bowin, C., 1982, Gravity and geoid anomalies of the Caribbean: Transactions, 9th Caribbean Geological Conf. , Santo Domingo, 1980.
- Cabrera R., R. Lavandero, J.L. Kramer, y otros, 1988, Esquema de regionalización metalogénica de Cuba en escala 1:2 500 000; recuadro del Mapa Metalogénico de Cuba en escala 1:500 000: (original de autor - inédito), Instituto de Geología y Paleontología, La Habana, 1988.
- Pardo, M., 1982, Investigaciones geofísicas regionales para minerales sólidos en la República de Cuba: (inédito), Instituto de Geología y Paleontología, La Habana.
- Pardo, M., V. Bello, H. Amador, y otros, 1987, Nota explicativa de la base geofísica del Mapa metalogénico de Cuba en escala 1:500 000: (inédito), Instituto de Geología y Paleontología, La Habana, 33 p.
- Susin, O.A. y E.A. Susina, 1988, Breve resumen y análisis del esquema de relieve de la superficie de Mohorovicic de la región Caribe-Mexicana y de Cuba, y la evaluación de su influencia gravitacional: (inédito), Instituto de Geología y Paleontología, La Habana 19 p., 1988.