

EL PALEOMARGEN PASIVO MESOZOICO DE LA AMÉRICA DEL NORTE EN CUBA

The passive mesozoic paleomargin of North America in Cuba

Jorge L. Cobiella-Reguera

E-mail: jcobiella@geo.upr.edu.cu

Universidad de Pinar del Río

RESUMEN

Cuatro dominios paleogeográficos y paleotectónicos se distinguen en los cortes mesozoicos cubanos. De norte a sur, ellos son: 1. Secuencias de un paleomargen pasivo septentrional (PPS); 2. El cinturón ofiolítico septentrional (COS); 3. El terreno de arcos volcánicos cretácicos (TAVK), y 4. Secuencias metamorfizadas de un paleomargen pasivo meridional (PPM). Tres tipos de cortes de secuencias de margen pasivo, geográficamente bien diferenciados, afloran en el norte de Cuba: A-Cortes de Guaniguanico, divisibles a su vez en tres subtipos: Sierra del Rosario, Sierra de los Órganos y Cinturón Cangre; B-Cortes del norte de Cuba Central, caracterizados por una manifiesta zonalidad estratigráfica y estructural, y C-Cortes de Maisí, caracterizados por el metamorfismo de bajo grado de sus rocas. En estas tres regiones los cortes más jóvenes, comenzando en el Jurásico Superior, son casi exclusivamente carbonatados, mientras que su parte inferior (Oxfordiano y más antiguo) es terrígena, exceptuando los más septentrionales, en Cuba central, donde están presentes evaporitas. Los cortes A y B presentan una discordancia que se correlaciona estrechamente con el Mid-Cretaceous Sequence Boundary, detectado en el sur del golfo de México y el estrecho de La Florida. Las similitudes, en particular entre las regiones A y B, indican una misma identidad geológica. Su posición actual, juxtapuestos a las plataformas de Bahamas y Yucatán de la placa norteamericana, y su bien confirmado tránsito a los cortes de Bahamas en el norte de Cuba central, indican que los cortes del PPS deben formar parte del margen pasivo mesozoico de la América del Norte. La continuación al este de los cortes de Guaniguanico es visible en varios afloramientos y registrada por numerosos pozos de prospección desde el oeste de La Habana hasta Matanzas. Por tanto, no hay razón para considerar los cortes de Guaniguanico como

parte de los “terrenos sudoccidentales”. Siguiendo esta idea, si las rocas de Guaniguanico pertenecen al mismo margen donde se generaron los yacimientos del norte de La Habana y Matanzas, ellas constituyen excelentes prospectos para futuras exploraciones.

PALABRAS CLAVE: Cuba, márgenes continentales, yacimientos de petróleo y gas.

ABSTRACT

Four paleogeographic and paleotectonic domains are present in the Cuban Mesozoic sections. They are, from north to south: 1- Northern sequences of passive paleomargin type (NPP), 2- The northern ophiolitic belt (NOB), 3- Cretaceous volcanic arcs terrane (KVA), 4- Metamorphic southern sequences of passive paleomargin type (MSPP). The three last are tectonostratigraphic terranes. Three types of northern passive margin sections, with a distinct geographic pattern, are well developed: A- Guaniguanico sections, in western Cuba, with three subtypes: Sierra del Rosario, Sierra de los Organos and Cangre belt, B-North central Cuba sections, with a distinct stratigraphic and tectonic zonation. C- Maisí sections in easternmost Cuba, with low degree metamorphic rocks. In the three regions, the younger sequences, beginning with the Upper Jurassic, are almost always carbonate rocks, meanwhile the lower part (Oxfordian or older) is terrigenous, except in northernmost central Cuba, where evaporites are present. A unconformity is present in sections in A and B, that could be correlated with the Mid-Cretaceous Sequence Boundary of the Gulf of Mexico and Florida Straits. Their similarities in stratigraphy and geologic history, along with their actual position, juxtaposed or very close to the Florida-Bahamas and Yucatan platforms of the North American plate, and their gradation to the Bahamas geology in northcentral Cuba, testifies that the NPP sections should be part of the passive Mesozoic margin of North

America. The continuity in an eastern direction of Guaniguanico deep waters sections is shown in several outcrops, and many wells for oil exploration from western Havana province to Matanzas. Therefore, there are not reasons to consider the Mesozoic Guaniguanico sections as part of the "Southwestern Tectonostratigraphic Terranes". Following this line of thought, if the Guaniguanico rocks belong to the same paleomargin where the oil and gas fields of northern Havana and Matanzas provinces were generated, they are excellent prospects for the future search for hydrocarbons.

KEY WORDS: Cuba, continental margins, oil and gas deposits.

INTRODUCCIÓN

El estudio del paleomargen pasivo de la América del Norte en Cuba es tema de gran atractivo académico y económico; en este último aspecto, no sólo por los yacimientos de hidrocarburos descubiertos en él en las últimas décadas (Echevarría *et al.*, 1991), sino por los de minerales metálicos (Valdés-Nodarse, 1998).

Evidentemente, un mejor conocimiento de su estratigrafía, deformaciones tectónicas, magmatismo asociado, entre otros, permite un acercamiento más certero a su evolución geológica y paleogeografía y, de aquí, obtener criterios mejor fundamentados para la prospección de sus riquezas minerales.

En las dos últimas décadas del siglo xx, la problemática del paleomargen mesozoico norteamericano en Cuba ha sido tratada por distintos autores (Pszczolkowski 1982, 1986, 1999; Iturralde-Vinent 1988, 1996, 1997; Marton y Buffler 1994, 1999; Cobiella-Reguera 1996a, 1996b, 2000; Hutson *et al.*, 1998; Álvarez Castro y otros, 1998; Gordon *et al.*, 1997; Haczewski, 1976), que han realizado diversas interpretaciones, a veces bastante alejadas unas de otras. En las líneas siguientes el autor presenta, en forma abreviada, algunos de los resultados de sus estudios de campo, gabinete y laboratorio, apoyado en la revisión crítica de las obras más importantes publicadas sobre el tema.

En los cortes mesozoicos cubanos (Fig. 1) se distinguen cuatro dominios paleogeográficos y paleotectónicos (Cobiella-Reguera, 1998, 2000), los cuales se extienden en fajas que siguen aproximadamente el rumbo de Cuba y que de norte a sur son:

- A- Secuencias de un paleomargen pasivo septentrional (PPS).
- B- El cinturón ofiolítico septentrional (COS).
- C- Terreno de arcos volcánicos cretácicos (TAVK).

- D- Secuencias de un paleomargen pasivo meridional metamorizadas (PPM).

El TAVK y el COS constituyen una zona axial que yace tectónicamente sobre las secuencias del PPS al norte y los PPM al sur. La soldadura de estas unidades para formar el basamento precenozoico transcurrió entre el Aptiano y el final del Cretácico, aunque los eventos orogénicos cenozoicos dieron el toque final a su configuración actual (Cobiella-Reguera, 2000).

EL PALEOMARGEN PASIVO SEPTENTRIONAL

Las secuencias del PPS aparecen en afloramientos discontinuos desde la Cordillera de Guaniguanico, en el occidente, hasta Maisí, en el extremo oriental del país (Fig.1). Los datos de geofísica y las perforaciones profundas muestran que en el subsuelo estas secuencias se extienden por todo el norte del país. De acuerdo con su estratigrafía y deformaciones es posible reconocer tres tipos de corte, los cuales se denominan aquí por sus áreas de afloramiento.

Cortes de Guaniguanico (Cuba occidental)

Están desarrollados en las montañas homónimas del occidente cubano, y constituyen el más amplio afloramiento del PPS (Fig. 2). Se diferencian tres variedades: cortes de Sierra de los Órganos, cortes de Sierra del Rosario-Esperanza y cortes del Cinturón Cangre; estos últimos sólo parecen comprender depósitos jurásicos (Pszczolkowski, 1978, 1994, 1999; Somin y Millán, 1981). Todos comienzan con una secuencia terrígena del Jurásico Preoxfordiano Superior (formaciones San Cayetano y Arroyo Cangre), cerca de cuyo techo pueden presentarse intercalaciones de mafitas, excepto en Sierra de los Órganos, a veces con espesores significativos (Fm. El Sábalo) (Pszczolkowski, 1994; Cobiella-Reguera, 1996 a,b). En el Oxfordiano Superior ocurre una transición carbonatado-terrígena hacia la sedimentación mayormente carbonatada que se inicia, posiblemente, en el Oxfordiano. La sedimentación carbonatada con abundante materia orgánica, comprende los sedimentos hasta el Cenomaniano. En contadas localidades de Sierra del Rosario hay capas turonianas (Pszczolkowski, 1978, 1994). En esta última se presentan intercalaciones terrígenas en todo el corte entre el Oxfordiano Superior y el Cenomaniano (formaciones Artemisa, Polier, Santa Teresa y Carmita).

Una gran discordancia, correspondiente a la Mid Cretaceous Sequence Boundary (MCSB) del golfo de

México (Angstadt *et al.*, 1985; Marton y Buffler 1994, 1999; Denny *et al.*, 1994), separa estas capas de las sobreyacentes, representadas en su mayoría por depósitos posiblemente vinculados al límite Cretácico/Terciario, como la Fm. Cacarajícara, en Sierra del Rosario (Pszczolkowski, 1999; Cobiella-Reguera, 2000), y las capas Moncada, en Sierra de los Órganos. Las distintas variedades de corte se encuentran en contacto tectónico; las de Sierra de los Órganos, caracterizadas por bancos calcáreos kimmeridgianos y ausencia de intercalaciones terrígenas en el corte carbonatado, ocupan una posición originalmente más septentrional (Iturralde-Vinent, 1997; Cobiella-Reguera, 1996b).

Las secuencias de Guaniguanico están emplazadas tectónicamente sobre los sedimentos mesozoicos y del Paleógeno Inferior en el sudeste del golfo de México (Iturralde-Vinent 1996). La estratigrafía mesozoica de esta región del Golfo guarda estrechas similitudes con los cortes expuestos en Cuba occidental (compare Figs. 3 y 4).

Cortes del norte de Cuba (Habana-noroeste de Holguín)

Presentan una gran variedad facial y estructural, muy claramente expresada en las provincias centrales, en especial entre el Aptiano y Maastrichtiano, hecho reconocido desde hace casi medio siglo (Hatten, 1967; Hatten *et al.*, 1988; Pardo, 1975). Las secuencias más norteñas: Canal Viejo, Cayo Coco y Remedios (Fig. 5), forman parte de la plataforma de Bahamas y su corte conocido comienza con sales (Fm. Punta Alegre y San Adrián), posiblemente del pre Jurásico Superior Calloviano? (Salvador, 1987) o base del Jurásico Superior y continúa con sedimentos sobre todo carbonatados neríticos hasta el Cenomaniano o Turoniano, excepto la zona Cayo Coco, donde del Aptiano al Turoniano se depositaron (Fig. 6) sedimentos de aguas profundas (Fm. Guaney o Casablanca). En estos cortes puede estar presente el MCSB, pues gran parte del Cretácico Superior, al menos del Coniaciano al Campaniano, está ausente, pero la precisión estratigráfica de la información publicada es baja, y a menudo contradictoria. La columna estratigráfica de la zona Camajuaní, al sur de las anteriores, contiene esencialmente sedimentos carbonatados clásticos, acumulados en un talud, al pie de los bancos carbonatados. En ciertos niveles del Cretácico Inferior y Cenomaniano son relativamente abundantes las silicitas (formaciones Margarita y Mata).

El corte más meridional corresponde a la zona Placetas (Fig. 5), en cuya base yacen clastitas arcóscicas

del Oxfordiano (Fm. Constancia), posiblemente depositadas sobre un basamento precámbrico (Somin y Millán, 1981; Pszczolkowski, 1986; Álvarez Castro y otros, 1998). En Camagüey, la posición inferior la ocupan (Fm. Nueva María) basaltos e hialoclastitas (Iturralde-Vinent, 1988, 1996). Más arriba, en la zona sigue un corte que se correlaciona estrechamente con el de Sierra del Rosario-Esperanza, tanto en el Jurásico como en el Cretácico (Cobiella-Reguera, 2000), incluyendo la discordancia antes citada (MCSB), y los depósitos del límite K/T (Fm. Amaro). En las zonas Camajuaní y, en especial, Placetas se localizan los mayores yacimientos de hidrocarburos del país. La zona Placetas se ha identificado en el subsuelo en el norte de la provincia de La Habana (Kuznetsov y otros, 1985; Iturralde-Vinent 1996).

Los trabajos de sísmica en las aguas profundas del golfo de México, al norte de la provincia de La Habana, muestran claramente (Fig. 7) que los carbonatos someros del Cretácico Inferior del megabanco Florida-Bahamas se extienden bajo el fondo marino, a sólo unos kilómetros de la costa norte habanera (Denny *et al.*, 1994). En las aguas al nordeste de Pinar del Río, el borde meridional del megabanco cretácico se une con el escarpe occidental de la plataforma carbonatada de La Florida.

Cortes de Maisí

Están enteramente constituidos por metamorfitas. Aparecen en el extremo oriental de Cuba (Fig. 1), en una pequeña área de gran complicación estructural y escasa aflorabilidad (Somin y Millán, 1981; Iturralde-Vinent, 1996; Cobiella-Reguera, 1983). Su asignación, más o menos condicionada, al paleomargen mesozoico norteamericano se basa en la composición del protolito, con restos fósiles de edad mesozoica y a su yacencia bajo las ofiolitas. La estratigrafía de este corte está poco elaborada, aunque es posible que se repita el modelo de un corte metaterrígeno inferior (Jurásico) y otro superior, metacarbonatado (Jurásico Superior- Cretácico). En Maisí el metaterrígeno, representado por la Fm. Sierra Verde (Cobiella-Reguera, 1983), presenta notables similitudes con los cortes terrígenos jurásicos de Cuba occidental (Fm. San Cayetano y equivalentes) y se manifiesta incluso la presencia de metamorfitas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las estrechas semejanzas entre los distintos cortes de margen continental pasivo mesozoico del norte de Cuba sugieren que, desde el Jurásico Tardío, las diferentes entidades geológico-geográficas que lo

componen debieron ocupar posiciones muy parecidas a las actuales (aunque no deben olvidarse los efectos de los sobrecorrimentos del Paleoceno Tardío- Eoceno Medio). Por otra parte, la yuxtaposición de esos cortes con las plataformas de Bahamas-Florida y Yucatán, y la transición de las secuencias del norte de Cuba central a los cortes del megabanco infracretácico Florida-Bahamas, evidencian claramente la pertenencia de los cortes del paleomargen pasivo septentrional al paleomargen mesozoico de la placa norteamericana (Meyerhoff y Hatten, 1974; Hutson *et al.*, 1998; Marton y Buffler, 1999; Díaz Otero y otros, 1992; Denny *et al.*, 1994). Esto último no es discutido para los cortes del norte de Cuba central, pero sí para los del extremo occidental de Cuba.

En la última década del siglo xx fue popular la idea de que los cortes de Guaniguanico pertenecen, junto a las secuencias metamórficas de la Isla de la Juventud y del Escambray, a los llamados “terrenos sudoccidentales” debido, esencialmente, a sus similitudes en la estratigrafía jurásica (Iturralde-Vinent, 1996, 1997; Pszczolkowski, 1999). La posición de estos terrenos en la estructura geológica de Cuba es muy diferente a la del paleomargen septentrional

mesozoico, donde se localizan los yacimientos de hidrocarburos (Tabla 1).

Debe agregarse que en los terrenos sudoccidentales no ha sido hallado yacimiento alguno de hidrocarburos, de lo cual se desprende que si Guaniguanico formara parte de estos terrenos, no debería tener relación directa con la cuenca gasopetrolífera Habana-Matanzas, que sí forma parte del margen continental de la América del Norte. Los yacimientos de hidrocarburos de la cuenca Habana-Matanzas se extienden hasta el este de Ciudad de La Habana, mientras que los cortes más orientales de Guaniguanico se encuentran en la región de Martín Mesa (Fig. 2), a unos veinte kilómetros al oeste de la capital (Pszczolkowski, 1999). En dicha localidad se explotan yacimientos de gas.

Por otra parte, algunos geólogos, si bien consideran que los cortes de la Sierra del Rosario pertenecen a una misma unidad paleotectónica que los del norte de Cuba central, a la que denominan Dominio Las Villas, suponen que las secuencias afloradas en la Sierra de los Órganos se formaron en otra cuenca, a la que nombran Dominio Pinar (Álvarez Castro y otros, 1998). Las grandes similitudes (Fig. 3) en el corte estratigráfico mesozoico entre la Sierra del Rosario y

TABLA 1. COMPARACIÓN ENTRE LOS CORTES DE GUANIGUANICO Y LOS TERRENOS METAMÓRFICOS MERIDIONALES (ISLA DE LA JUVENTUD Y ESCAMBRAY)

	Guaniguanico	Isla de la Juventud	Escambray
Posición tectónica	Las secuencias de este corte contactan tectónicamente con los cortes del golfo de México y están cabalgadas desde el sur (región entre La Mulata y Mariel) por las ofiolitas y terrenos volcánicos.	Los terrenos metamórficos contactan tectónicamente con los terrenos de arcos volcánicos cretácicos y están sobrecorridos, posiblemente desde el norte, por éstos.	
Edad de las deformaciones tectónicas y metamorfismo	La estructura de nappes que lo caracteriza se formó durante el intervalo comprendido entre el Paleoceno Tardío y el Eoceno Temprano. El metamorfismo del cinturón Cangre precede a estas deformaciones y debe ser postjurásico.	El metamorfismo posiblemente fue cretácico, como lo indican los diques de rocas ácidas no metamorizadas, con edades paleocénicas.	El metamorfismo es de edad pre-Eoceno, por datos estratigráficos, y debió ocurrir en varios episodios cretácicos, de acuerdo con la evidencia estratigráfica, estructural y geocronológica
Olistostromas	Se desarrollan olistostromas genéticamente vinculados a los sobrecorrimentos (Fm. Manacas), a menudo ricos en clastos de rocas ofiolíticas. Su edad y composición son semejantes a los presentes en superficie y subsuelo sobre el paleomargen mesozoico en el norte de Cuba central.	Se desconocen estos depósitos.	
Megaturbiditas posiblemente asociadas al límite K/T	En Guaniguanico este tipo extraordinario de depósito está representado por la Fm. Cacarájara, que puede alcanzar más de 400 m de espesor. Estos sedimentos se extienden por el norte de Cuba central (Fm. Amaro).	Se desconocen estos depósitos	

la de los Órganos (semejanzas que se mantienen hasta el Eoceno Inferior, cuando las secuencias de la primera cabalgan a las segundas) hacen poco necesario acudir a términos tales como dominios para explicar las diferencias no sustanciales entre la estratigrafía de ambas regiones.

Como se señaló arriba, las estrechas similitudes que presentan los cortes de las secuencias de tipo margen continental pasivo en el norte de Cuba, sugieren que éstas deben formar parte de un mismo paleomargen. Los datos aquí presentados reafirman los criterios expuestos por diversos autores (Cobiella-Reguera, 1996a, 1996b, 1998, 2000; Marton y Buffler, 1999; Hutson *et al.*, 1998) y evidencian que los cortes de Guaniguanico son esencialmente una prolongación del paleomargen pasivo mesozoico del sudeste de la placa de América del Norte, en el cual se localizan los mayores yacimientos de hidrocarburos en Cuba. Este paleomargen se originó a partir de la apertura de Pangea en la región mesoamericana durante el Jurásico Tardío.

Los datos geológicos del subsuelo y superficie permiten trazar las facies profundas del paleomargen (zonas Placetas y Sierra del Rosario) desde Matanzas hasta el oriente de la Cordillera de Guaniguanico (Cobiella-Reguera, 2000) y más al oeste (Martínez y Vázquez, 1987). Particularmente, la cuenca gasopetrolífera del norte de La Habana y Matanzas debe prolongarse hacia el oeste, hacia la Sierra del Rosario y su continuación al noroeste, la llamada zona Esperanza (Pszczolkowski, 1999; Cobiella-Reguera, 1996a, 2000). Las grandes semejanzas en el corte mesozoico con el sudeste del golfo de México también testimonian a favor de un desarrollo común y, por tanto, no procede considerar los cortes de Guaniguanico como terrenos tectonoestratigráficos.

Discordancia en la base de la cubierta cenozoica de los nappes

Debe destacarse que en Pinar del Río pudieran presentarse yacimientos de similares rasgos a los del norte de La Habana y Matanzas. Tal situación ocurre en el noreste de la provincia, entre La Mulata y Mariel (provincia Habana), donde los cortes del paleomargen pasivo son cubiertos por las ofiolitas y los TAVK (Fig. 8). Sin embargo, cabe también esperar en Guaniguanico situaciones que no se presentan en las regiones más al este. Así, por ejemplo, en la porción occidental de la Sierra del Rosario, los cortes del tipo Sierra de los Órganos, con los grandes bancos carbonatados del Kimmeridgiano (Mb. San Vicente), con centenares de metros de espesor de rocas de una probable elevada porosidad (primaria y por

carsificación), y las rocas carbonatadas muy fracturadas del Oxfordiano (Fm. Jagua) y del Tithoniano-Cenomaniano (miembros El Americano, Tumbadero, Tumbitas y la Fm. Pons), con un elevado contenido de sustancias orgánicas (posibles rocas madre), deben yacer a relativa poca profundidad. Ellos son cubiertos por los nappes inferiores de la Sierra del Rosario, en cuya base yace la Fm. San Cayetano, y, localmente, escamas de la también terrígena Fm. Manacas, que pueden actuar como sellos (Cobiella-Reguera y otros, 2000) (Fig. 8). De esta forma, los requisitos básicos para la prospección: roca madre, colectores y sellos, están presentes en esa región, en una asociación que no aparece en otras partes de Cuba. Los abundantes hallazgos de hidrocarburos superficiales y aguas sulfurosas en Cuba occidental, y añaden un interés adicional (Linares Cala, 1999).

Otra situación interesante se presenta en las Alturas de Pizarras del Sur, donde los cortes carbonatados del tipo de la Sierra de los Órganos parecen hallarse a poca profundidad bajo la superficie, cubiertos por la Fm. San Cayetano, e incluso afloran en la ventana tectónica de los Cayos de San Felipe, pocos kilómetros al norte de la ciudad de Pinar del Río (Fig. 9).

Los casos enumerados no agotan las posibilidades teóricas de trampas estructurales en Guaniguanico, como se desprende de un estudio de la figura 8. Adicionalmente a este tipo de yacimiento, en el corte estratigráfico de Guaniguanico, se presentan situaciones atractivas vinculadas a la MCSB y al desarrollo del paleocarso, como ocurre con los bancos carbonatados de la Fm. Pan de Guajaibón (Albiano-Cenomaniano) de la Sierra del Rosario (Fig. 2) (Ponce y otros, 1985). Por otra parte, al norte de Guaniguanico se encuentra el golfo de México y la amplia zona de aguas de exclusividad económica de Cuba, con cortes estratigráficos atractivos (Schlager y Buffler, 1984), que constituyen una prolongación de los cortes de aguas profundas de la cuenca gasopetrolífera del norte de Cuba, con estructuras poco dislocadas, promotoras para el hallazgo de grandes yacimientos (Marton y Buffler, 1999; Denny *et al.*, 1994). De esta forma, una extensa región, parte en tierra y parte bajo las aguas del golfo de México, con variadas y atractivas posibilidades geológicas para la búsqueda de hidrocarburos, se presenta al oeste del paralelo 81° W.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ CASTRO, J., R. GARCÍA SÁNCHEZ, R. SEGURA SOTO, S. VALLADARES AMARO: "Historia geológica del desarrollo de las rocas del margen continental del dominio Las Villas, basada en la evolución sedimentaria de la paleocuenca". Memorias I Geología y Minería '98, 20-23, Centro Nacional de Información Geológica, La Habana, 1998.

- ANGSTADT, D., J. AUSTIN AND R. BUFFLER: "Seismic stratigraphy and geological history of the southeastern Gulf of Mexico-southwestern Straits of Florida", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 69: 977-995, 1985.
- COBIELLA-REGUERA, J.: "Sobre la posición tectónica de la secuencia metaterrestre-carbonatada de la región de Maisí", *Minería y Geología* 1:71-82, 1983.
- : "El magmatismo jurásico (caloviano?) - oxfordiano) de Cuba occidental: ambiente de formación e implicaciones regionales", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51(1):15-28, 1996a.
- : "Estratigrafía y eventos jurásicos en la cordillera de Guaniguanico, Cuba occidental", *Minería y Geología*, 13(1):11-25, 1996 b.
- : "The Cretaceous System in Cuba - an overview", *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, H.3-6, 431-440, 1998.
- : "Jurassic and Cretaceous geological history of Cuba", *International Geology Review* 42 (7):594-616, 2000.
- COBIELLA-REGUERA, J., A. HERNÁNDEZ-ESCOBAR, N. DÍAZ-DÍAZ, S. GIL-GONZÁLEZ: "Estratigrafía y tectónica de la Sierra del Rosario, Cordillera de Guaniguanico, Cuba occidental", *Minería y Geología* XVII (1):5-15, 2000.
- DENNY, W., J. AUSTIN Y R. BUFFLER: "Seismic Stratigraphy and Geological History of Middle Cretaceous Through Cenozoic Rocks, Southern Straits Florida", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 78(3): 461-487, 1994.
- DÍAZ-OTERO, C., G. FURRAZOLA-BERMÚDEZ, M. ITURRALDE-VINENT: "Estratigrafía del banco carbonatado cretácico 'Remedios' del área Cuba norte-Las Bahamas", *Minería y Geología* 3(3):19-32, 1992.
- ECHEVARRÍA-RODRÍGUEZ, G., G. HERNÁNDEZ-PÉREZ, J. LÓPEZ-QUINTERO, J. LÓPEZ-RIVERA, R. RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, J. SÁNCHEZ-ARANGO, R. SOCORRO-TRUJILLO, R. TENREYRO-PÉREZ, J. YPARAGUIRE-PENA: "Oil and gas exploration in Cuba", *Journal of Petroleum Geology* 14(3): 259-274, 1991.
- GORDON, M., P. MANN, D. CÁCERES, R. FLORES: "Cenozoic tectonic history of the Northamerican-Caribbean plate boundary in western Cuba", *Journal of Geophysical Research* 102:10055-10082, 1997.
- HACZEWSKI, G.: "Sedimentological reconnaissance of the San Cayetano Formation: an accumulative continental margin in the Jurassic of western Cuba", *Acta Geologica Polonica* 26 (2):331-353, 1976.
- HATTEN, C.: "Principal features of Cuban geology: Discussion", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 51:780-789, 1967.
- HATTEN, C., M. SOMIN, MILLÁN G., P. RENNÉ, R. KISTLER, J. MATTINSON: "Tectonostratigraphic units of central Cuba". Transactions 11th Caribbean Geological Conference, :1-14, Barbados, 1988.
- HUTSON, F., P. MANN, P. RENNE: "40Ar/39Ar dating of single muscovite grains in Jurassic siliciclastic rocks (San Cayetano Formation): Constrains in the paleoposition of western Cuba", *Geology* 26 (1) :83-86, 1998.
- ITURRALDE-VINENT, M.: "Consideraciones generales sobre el magmatismo de margen continental de Cuba", *Revista Tecnológica* XVIII (4) :17-24, 1988.
- : "Introduction to Cuban geology and geophysics", en M. Iturralde-Vinent, ed.: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, pp. 3-35, IGCP, Project 364. Special Contribution no. 1, Miami, 1996.
- : "Introducción a la geología de Cuba", en G. Furrazola-Bermúdez, K. Núñez Cambra, comp.: *Estudios sobre la geología de Cuba*, pp. 35-68, Centro Nacional de Información Geológica, La Habana, 1997.
- KUZNETSOV, V., J. SÁNCHEZ, G. FURRAZOLA, R. GARCÍA: "Nuevos datos sobre la estratigrafía de los mantos tectónicos de la costa norte de Cuba", *Serie Geológica* 2:106-118, 1985.
- LINARES CALA, E.: "Manifestaciones superficiales y someras de hidrocarburos y aguas sulfurosas en Cuba: relaciones con unidades tectonoestratigráficas y yacimientos gasopetrolíferos", *Minería y Geología*, XVI(2):39-45, 1999.
- MARTÍNEZ, D. Y M. VÁZQUEZ: "Alturas Pizarrosas del Norte, extremo occidental de la subzona Sierra del Rosario", en Memorias del III Encuentro Científico-Técnico de Geología: 57-71, Sociedad Cubana de Geología, Filial Pinar del Río, 1987.
- MARTON, G. Y R. BUFFLER: "Jurassic Reconstruction of the Gulf of Mexico Basin", *International Geology Review* 36 :545-586, 1994.
- : "Jurassic-Early Cretaceous Tectono-Paleogeographic Evolution of the Southeastern Gulf of Mexico Basin", en P. Mann, ed.: *Caribbean Basins*: 63-91, Elsevier, Amsterdam, 1999.
- MEYERHOFF, A. Y C. HATTEN: "Bahamas salient of North America", en C. Burk, y C. Drake, ed.: *The Geology of Continental Margins*: 429-446., Springer-Verlag, New York, 1974.
- PARDO, G.: "Geology of Cuba", en A. Nairn y F. Stehli, eds.: *The Ocean Basins and Margins*, v. 3: 553-613, New York, Plenum Press, 1975.
- PONCE, N., L. DANILUK, O. RAZOMOSK, M. DILLA, A. DOMÍNGUEZ Y V. OSIPOV: "El yacimiento de bauxitas Pan de Guajaibón en la isla de Cuba", *Revista Tecnológica*, 15:51-60, 1985.
- PSZCZOLKOWSKI, A.: "Geosynclinal sequences of the Cordillera de Guaniguanico in western Cuba: their lithostratigraphy, facies development and paleogeography", *Acta Geologica Polonica* 28 (1) :1-96, 1978.
- : "Cretaceous sediments and paleogeography in the western part of the Cuban miogeosyncline", *Acta Geologica Polonica*, 32 :135-161, 1982.
- : "Secuencia estratigráfica de Placetas en el área limítrofe de las provincias de Matanzas y Villaclara (Cuba)", *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* 34 (1) :67-79, 1986.
- : "Lithostratigraphy of Mesozoic and Paleogene rocks of Sierra del Rosario, western Cuba", *Studia Geologica Polonica* 105: 39-66, 1994.
- : "The Exposed Passive Margin of North America in Western Cuba", en P. Mann, ed.: *Caribbean Basins, Sedimentary Basins of the World*, 4 p.93-121 (Series Editor: K.J. Hsu), Elsevier, Amsterdam, 1999.
- SALVADOR, A.: "Jurassic paleogeography and origin of the Gulf of Mexico Basin", *American Association of Petroleum Geology Bulletin* 71:419-451, 1987.
- SCHLAGER, W. Y R. BUFFLER: "Deep Sea Drilling Project Leg 77, southeastern Gulf of Mexico", *Geological Society of America Bulletin*, 95:226-236, 1984.
- SOMIN, M. Y G. MILLÁN: *Geología de los complejos metamórficos de Cuba*, Nauka, Moscú, 1981 [en ruso].
- VALDÉS-NODARSE, E.: "Pb-Zn sedex deposits and their cooper stockwork roots, western Cuba", *Mineralium Deposita* 33:560-567, 1998.

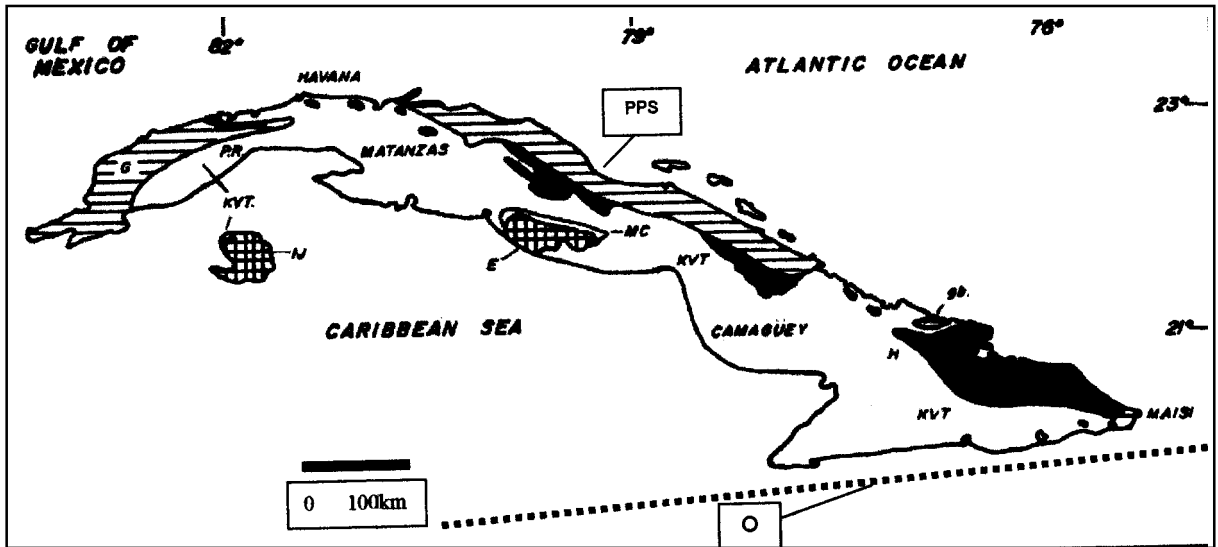


Figura 1. Unidades tectónicas precenozoicas de Cuba. M: Complejo Mabujina (anfibilas y granitoides), G: Cordillera de Guaniguanico.

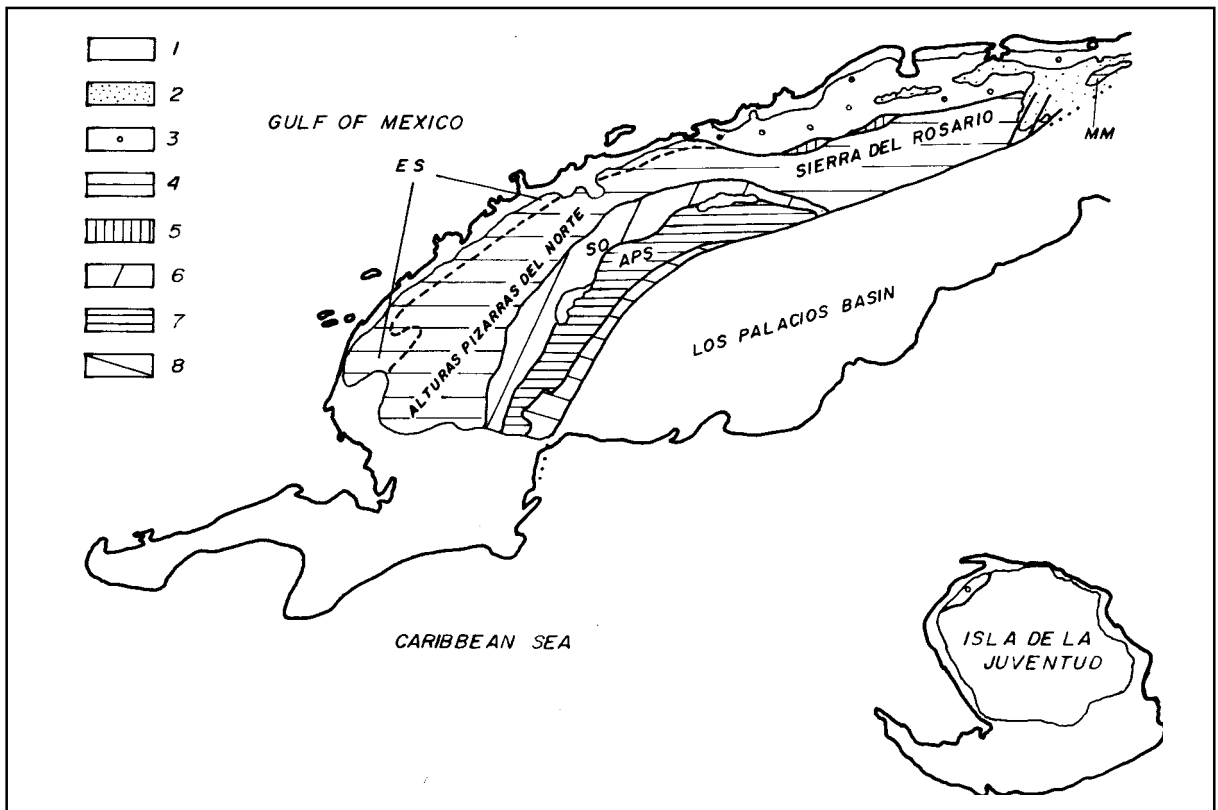


Figura 2. Mapa tectónico de la Cordillera de Guaniguanico y áreas adyacentes. Punteado en el inserto, la Cordillera de Guaniguanico. 1- Nappes de Sierra de los Órganos. 2- Nappes de las Alturas de Pizarras del Sur. 3- Cinturón Cangre (metamorfitas). 4- Nappes de la Sierra del Rosario y Alturas de Pizarras del Norte. 5- Nappes de la Fm. Guajabón (bancos carbonatados del Albiano-Cenomaniano). 6- Terreno de arcos volcánicos cretácicos (TAVK) y ofiolitas. 7- Secuencias flyschoidales terrígeno-carbonatadas del Eoceno Inferior 8- Sedimentos del Neógeno-Cuaternario (y algunas rocas paleogénicas en la cuenca Los Palacios). 9- Terrenos metamórficos meridionales. FP: falla Pinar. En la estructura, los nappes de la Sierra de los Órganos ocupan la posición más baja y los TAVK+ofiolitas, la superior. Los depósitos flyschoidales son posteriores al emplazamiento de los nappes.

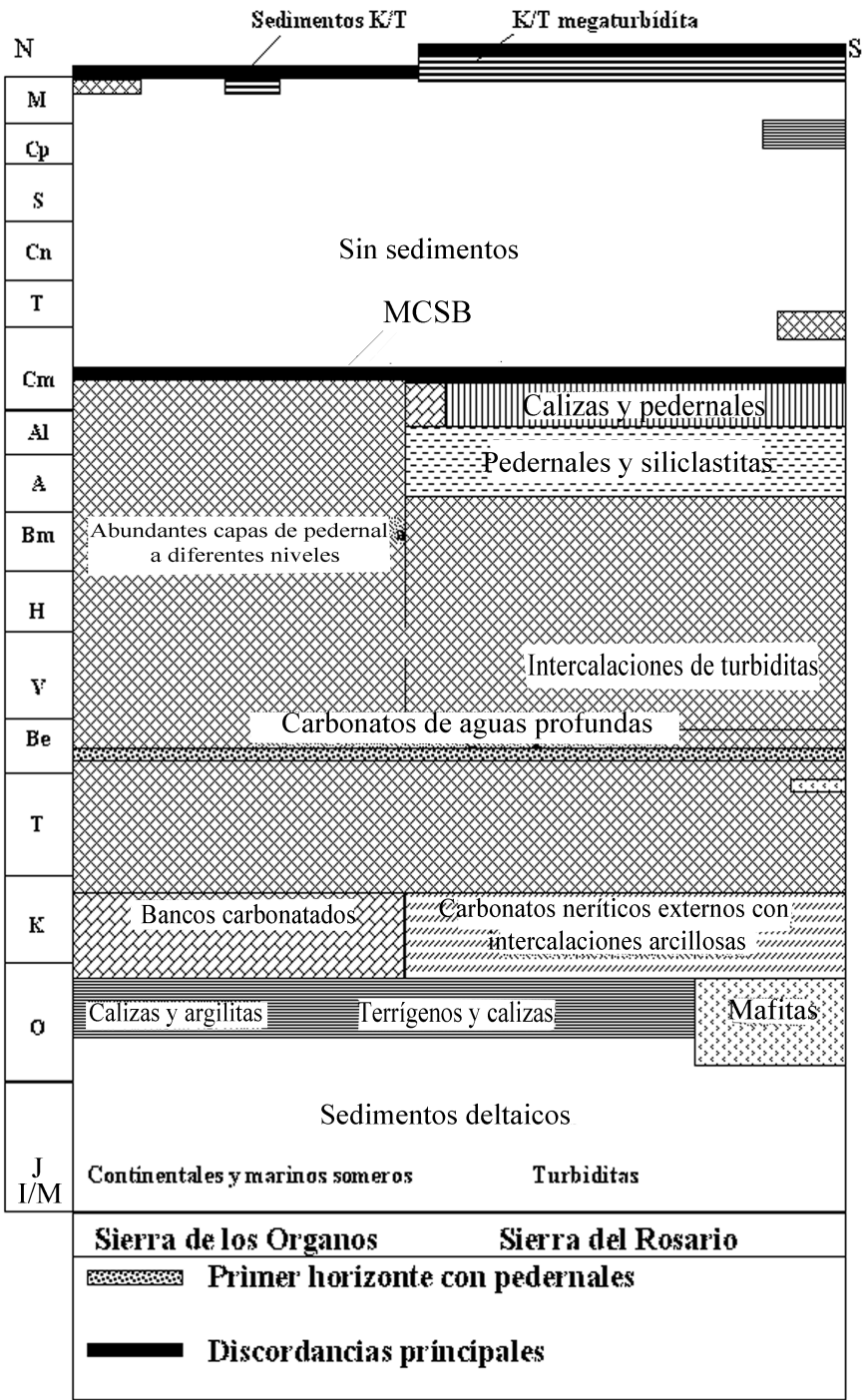


Figura 3. Columnas estratigráficas esquemáticas de las secuencias precenozoicas principales de la Cordillera de Guaniguanico.

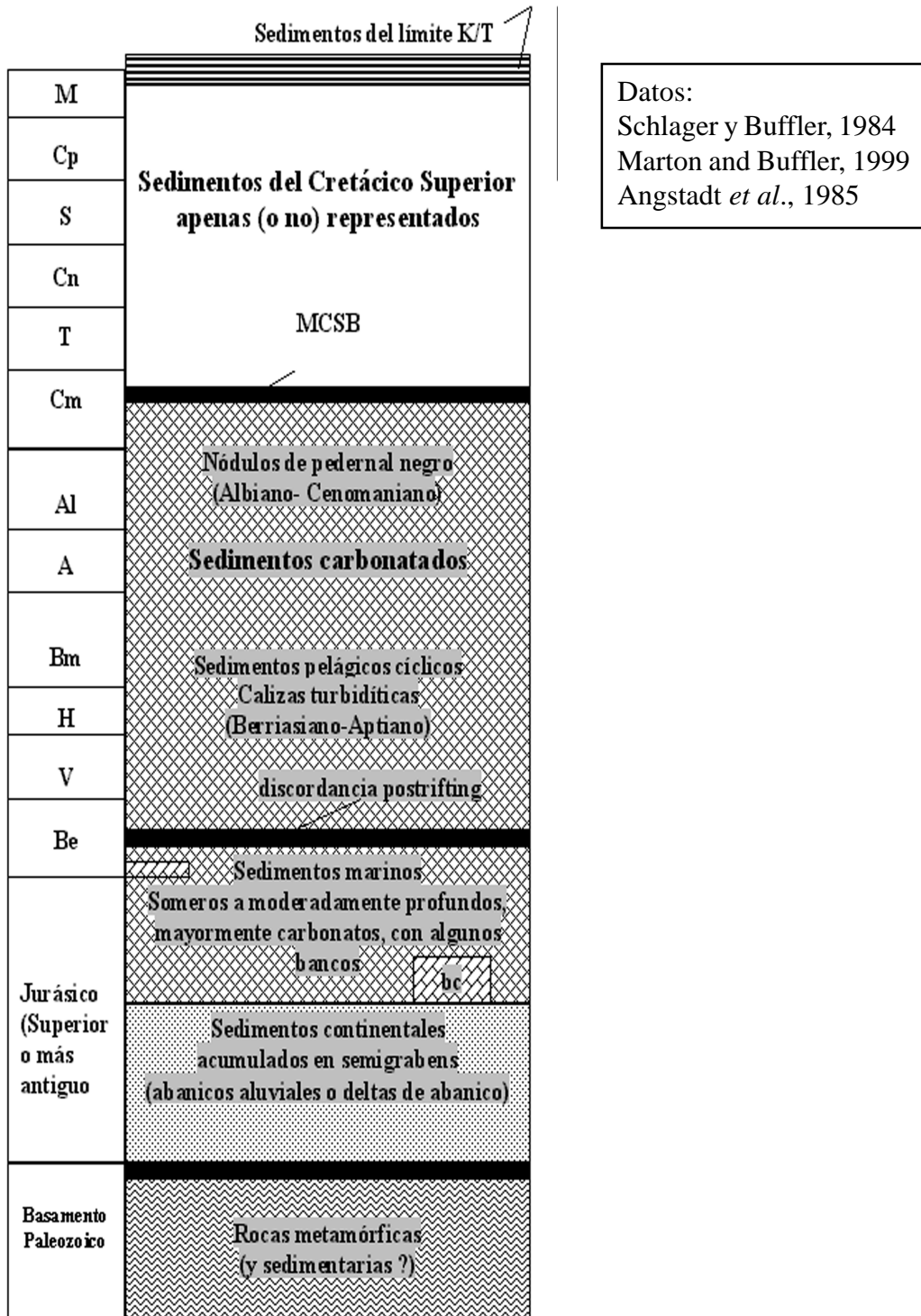


Figura 4. Columna estratigráfica precenozoica simplificada de las principales secuencias del SE del golfo de México.

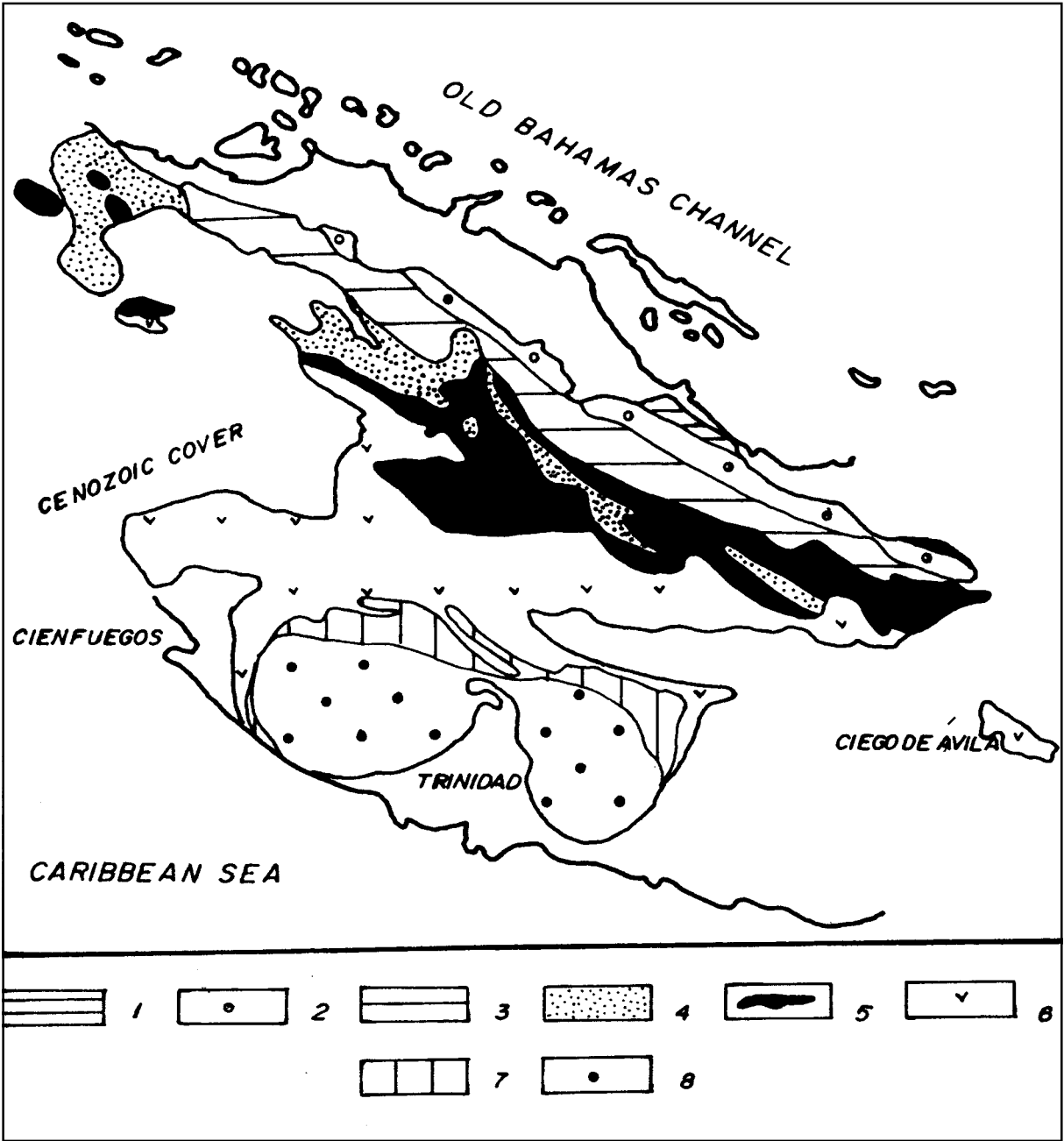


Figura 5. Mapa tectónico con las unidades precenozoicas en Cuba central.
Zonas del paleomargen:
1-Zona Cayo Coco, 2- Zona Remedios, 3- Zona Camajuaní, 4- Zona Placetas,
Otras unidades:
5- Ofiolitas, 6- Terreno de arcos volcánicos cretácicos, 7- Complejo Mabujina (basamento del TAVK), 8- Terreno metamórfico meridional (macizo Escambray).

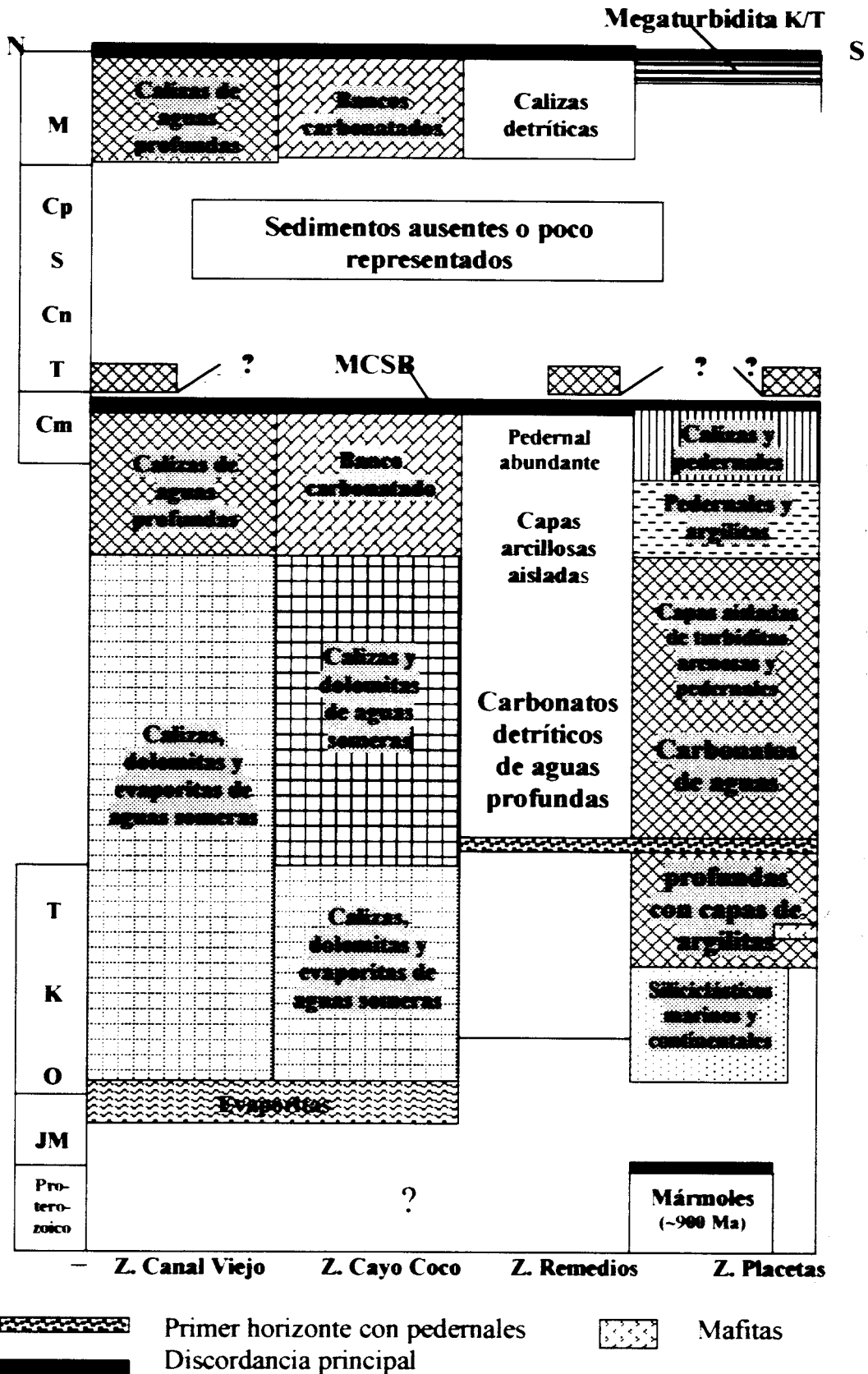


Figura 6. Columnas estratigráficas precenozoicas simplificadas de las principales secuencias de Cuba central.

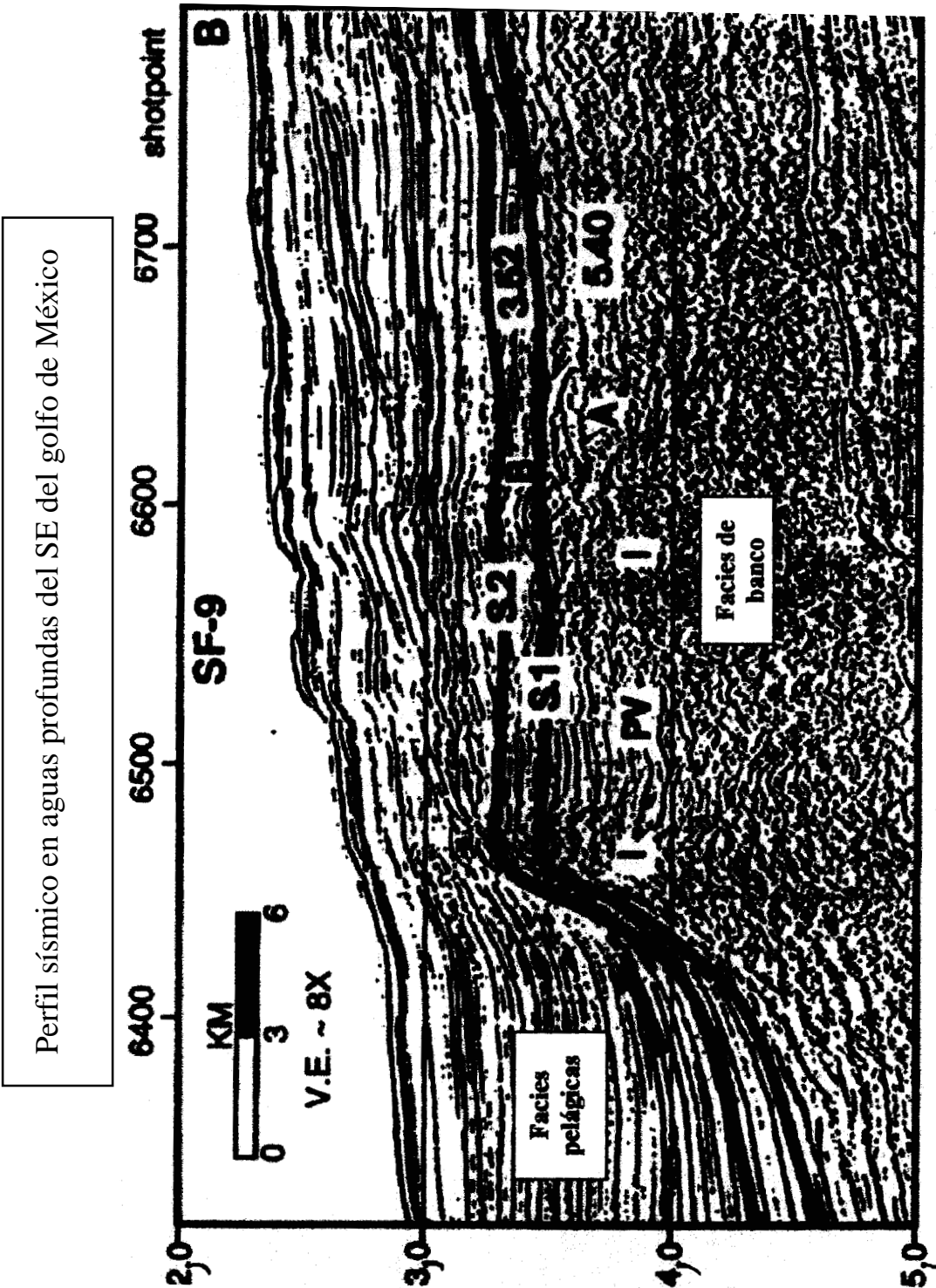


Figura 7. Perfil sísmico del borde del megabanco carbonatado Florida-Bahamas en las aguas del SE del golfo de México, al norte del límite entre las provincias de Pinar del Río y La Habana, según Denny *et al.*, 1994 (ligeramente modificado). S1 es interpretada como un límite de secuencia sísmica que refleja el paleorrelieve del Albiano tardío. El brusco salto en el relieve indica el tránsito de facies de cuenca (izquierda en la figura) a una plataforma carbonatada. S2 es la MCSB (Cenomaniano medio), que refleja una situación paleogeográfica similar. Observe la desaparición de la facies de banco por encima de S2.

1	2	3	4	5	6	7
SR			CC	SR		Cz
			APS			TAVK
			Mel	APN	SR	
				Mélange 2		O
APN	APN	SO	SO	SO	APN ?	Mélange 1
	Mélange 2	Mélange 3			Mélange 2	SR
Mélange 2 ?						
SO ?	SO ?	?	?	?	SO ?	APN?
						Mélange?
						SO?

Figura 8. Columnas geológicas esquemáticas con la sucesión de nappes en la Cordillera de Guaniguanico y áreas cercanas. En todos los casos, el espesor del "edificio tectónico" debe superar los 5 km.

Columnas:

1-NW de Pinar del Río (zona Esperanza), 2- Alturas de Pizarras del Norte, 3- Sierra de los Órganos, 4- Alturas de Pizarras del Sur y Cinturón Cangre, 5- Sierra del Rosario occidental, 6- Sierra del Rosario oriental, 7- NE de Pinar del Río y NW de La Habana (zona Bahía Honda).

Simbología:

SO: nappes con el corte estratigráfico de Sierra de los Órganos (Jurásico Superior- Eoceno Inferior). APN, APS: nappes formados casi exclusivamente por terrígenos jurásicos- Fm. San Cayetano. SR: nappes con el corte estratigráfico de la Sierra del Rosario (Jurásico Superior- Eoceno Inferior). CC: nappes con metamorfitas jurásicas (Cinturón Cangre). O: ofiolitas (Jurásico Superior- Cretácico Inferior). TAVK: nappes con rocas del terreno de arcos volcánicos cretácicos. Melanges 1,2,3: olistostromas muy deformados en la base de diferentes paquetes de nappes. Sedimentos cenozoicos (Eoceno Inferior- Cuaternario) que yacen discordantes sobre nappes.

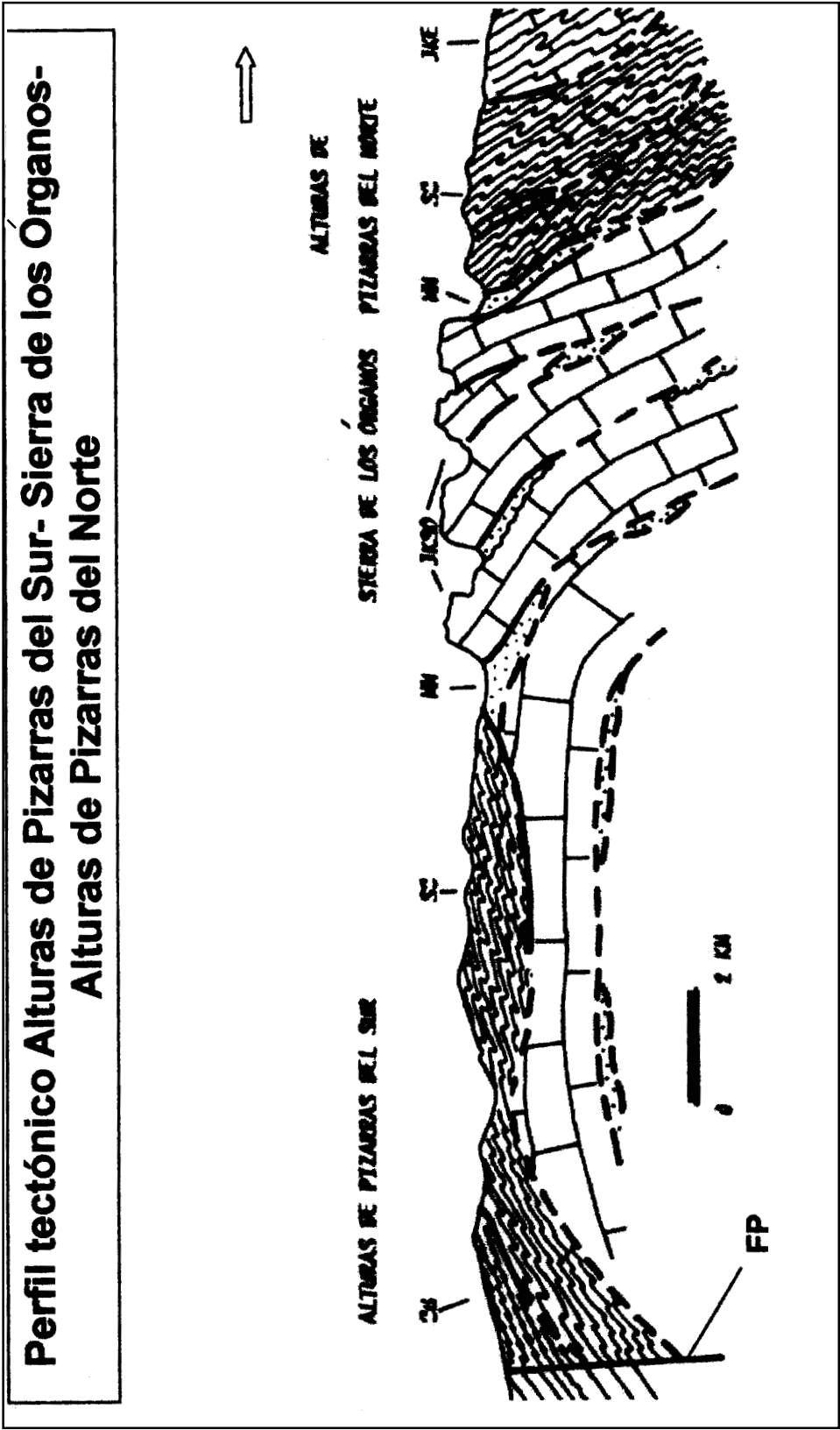


Figura 9. Perfil tectónico generalizado de la porción central de la Cordillera de Guaniguanico.
CB: cinturón Cangre; metamorfitas jurásicas de alta presión/baja temperatura, SC: Fm. San Cayetano (complejo de depósitos deláicos jurásicos), MN: Fm. Manacas (olistostromas tectonizados del Paleoceno Superior-Eoceno Inferior), JKSO: cortes mesozoicos de la Sierra de los Órganos, JKE: cortes mesozoicos de la zona Esperanza (prolongación al oeste de los nappes inferiores de la Sierra del Rosario), LP: cuenca Los Palacios.