

FIGURA 1. Posición estratigráfica de las metamorfitas cubanas. Afloramientos de secuencias del margen continental de Norteamérica; 2. Complejo Arribabito Mabujina; 3. Sierra de los Organos; SR. Sierra de los Organos; FC. Faja metamórfica Cangre; E. Macizo ultrabásico serpentizada; 4. Complejo Arribabito Mabujina; 5. Complejo Arribabito Mabujina; 6. Complejo Arribabito Mabujina; 7. Complejo Arribabito Mabujina; 8. Complejo Arribabito Mabujina; 9. Complejo Arribabito Mabujina; 10. Complejo Arribabito Mabujina; 11. Complejo Arribabito Mabujina. En negro aparecen diferentes formaciones metamórficas referidas: loc. 1 diapiro yesífero de San Adrián; loc. 2. Área donde se distribuyen las exposiciones de mármol silíceo proterozoico cortados por granitos Jurásicos; loc. 3. Metamorfita Sierra Alta de Agabama; loc. 4. Metamorfita Sierra Alta de Agabama; loc. 5. Metamorfita Carnegley; loc. 6. Metamorfita Sierra de Rompe; loc. 7. Metamorfita Maseo; loc. 8. Metamorfita La Coree; loc. 9. Metamorfita Macambo; loc. 10. Fm. Güira de Jauco; loc. 11. Área de distribución de las Formaciones Chaterina y Sierra Verde (en blanco); U. Macizo Metamórfico Isla de la Juventud.

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS MACIZOS METAMÓRFICOS DE ISLA DE LA JUVENTUD Y ESCAMBRAY

Ing. Guillermo Millán Trujillo,

Instituto de Geología y Paleontología

RESUMEN: Los macizos metamórficos de la Isla de la Juventud y el Escambray han sido objeto de diferentes trabajos geológicos regionales, gracias a los cuales se logró un aceptable grado en su nivel de conocimiento (Kuman y Gavilán, 1965; Garapko *et al.*, 1974; Millán, 1981, 1990; Millán y Somin, 1981, 1985 a, b Somin y Millán, 1981; Pardo, 1986, 1990; Babushkin *et al.*, 1990). Sin embargo, hasta el momento no se ha intentado realizar un análisis comparativo de los diferentes acontecimientos geológico-tectónicos que desempeñaron un papel en la historia evolutiva de estas dos regiones. El objeto de las presentes líneas es presentar un cuadro comparativo de ambos macizos en sus distintos aspectos geológicos, aunque sin caer en detalles, valorando adecuadamente sus analogías y diferencias. De este modo se logra una correlación más completa y objetiva, y se puede tratar de encontrar la causa de los aspectos geológicos esenciales que los diferencian entre sí.

INTRODUCCION

Existen importantes analogías que permiten correlacionar la historia geológica de los macizos metamórficos de la Isla de la Juventud y del Escambray, desde el mismo inicio cuando ocurrió la deposición de sus secuencias hasta la constitución final y actual de los mismos. Tales analogías son: similitud de sus secuencias protolíticas Jurásicas; disposición general de carácter invertido de la zonación metamórfica progresiva de ambos; similitud en la disposición de las tendencias de las fases principales y más tempranas de plegamientos sinmetamórficos (F_1 y F_2); generación de las estructuras plegadas de mayor orden durante esas etapas más tempranas de plegamiento; y la elevación de ambas regiones a partir de la parte más alta del Cretácico superior con la conformación de estructuras dómicas superpuestas.

Por otra parte, existen también diferencias que separan ambos macizos. Estas son las siguientes: el metamorfismo progresivo de la Isla de la Juventud fue de presión media y temperatura media a alta, mientras que el metamorfismo del Escambray fue de menor temperatura y en gran parte de sus secuencias Jurásicas de una alta presión; la

virtual inexistencia de cuerpos de serpentinitas, de rocas ofiolíticas (metamorfizadas o no) y de melange serpentínico dentro del macizo Isla de la Juventud, contrariamente a la relativa abundancia de los mismos en el Escambray; la mayor heterogeneidad litológico-facial del Escambray con sus diferentes tipos de secuencias y la intensa reactivación tectono-magmática que sufrió el macizo Isla de la Juventud, que no se manifiesta en el Escambray.

Suponemos que las secuencias protolíticas del Escambray fueron despegadas y separadas de su fundamento premesozoico por una tectónica nappe-escamada desde una época temprana, mientras que las de la Isla de la Juventud nunca fueron verdaderamente despegadas de su basamento siálico. Esto pudo haber determinado sus diferencias en el carácter del metamorfismo regional, la reactivación tectono-magmática del macizo Isla de La Juventud, la heterogeneidad litológico-facial y diferentes tipos de secuencias del macizo de Escambray (incluyendo la presencia de cuerpos de rocas de origen ofiolítico), así como la posición más norteña de este último en la estructura geológica regional.

ANÁLISIS COMPARATIVO

Las secuencias mesozoicas protolíticas de ambos macizos parecen haber sido depositados sobre un basamento esencialmente siálico de tipo margen continental. Estas se correlacionan, en gran medida, con depósitos de la Zona Guaniguanico. Dentro del macizo Escambray existen diferentes tipos de secuencias estratigráficas, cuyos protolitos son de edad Jurásica y Cretácica. En el macizo Isla de la Juventud todavía no está definida la presencia de

distintos tipos de secuencias, ni tampoco de metamorfitas de protolito cretácico, pues sólo se conoce con seguridad su protolito jurásico. Sin embargo, es de suponer que también existan aquí rocas cretácicas primarias, las cuales pueden quedar indefinidas debido a la baja aflorabilidad de algunas áreas y al alto grado de metamorfismo regional.

Las secuencias de los dos macizos fueron sometidas a un metamorfismo regional complejo durante el Cretácico,

antes del Maestrichtiano. En la Isla de la Juventud el metamorfismo progresivo es zonado y de una relación temperatura/presión normal o media, con una temperatura media a alta, comprendiendo las siguientes zonas: almandina, estauroлита, sillimanita mesozonal, y sillimanita catazonal con desaparición de la moscovita y granitización parcial de las rocas (Figura 1). Su presión es del orden de los 5,5 a 7 Kbars (en correspondencia con Winkler, 1975).

En el macizo del Escambray una gran parte de sus cortes de protolito Jurásico fueron sometidos a un metamorfismo regional del tipo de baja relación temperatura/presión, o sea, de alta presión, cuyo mayor grado de temperatura nunca alcanzó las condiciones de la facies anfibolítica, pero su presión pudo haber sido superior a los 7 u 8 Kbars. Este se manifiesta claro en su etapa progresiva, pero en las porciones mayormente metamórficas se refleja además la impresión de una etapa progresiva superpuesta correspondiente a las condiciones propias de alta presión. Por otra parte, las formaciones de protolito, esencialmente caracterizan la secuencia de un mapa tectónico de mayor orden bien definido, no contienen minerales tipomorfos de alta presión (exceptuando unos raros hallazgos de lawsonita en áreas poco estudiadas, que pueden corresponderse también con otro tipo de protolito o de secuencia) y su metamorfismo concuerda con la facies de los esquistos verdes con una presión normal o media (ver Figura 2).

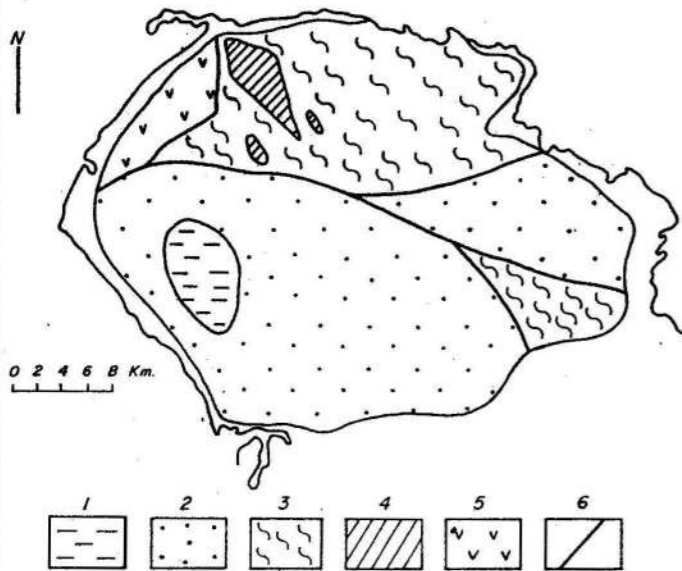


FIGURA 1. Zonación metamórfica del macizo Isla de la Juventud. 1. Zona de la almandina (sin estauroлита, con cianita); 2. Zona de la estauroлита (con calmandina, cianita y andaluцita); 3. Zona de la sillimanita mesozonal (con cianita, andaluцita, estauroлита y almandina); 4. Zona de la sillimanita catazonal (sin moscovita pero con feldespato potásico, sin cianita ni andaluцita, con granitización parcial); 5. Vulcanitas cretácicas; 6. Límites tectónicos.

Una reelaboración metamórfica parcial en condiciones regresivas afectó heterogéneamente a las metamorfitas de la Isla de la Juventud y a las de alta presión del Escambray. En ambos casos esta diaforesis se comprende con las condiciones de la facies de los esquistos verdes sin

minerales índices de alta presión, que parece ser de una relación normal a media temperatura/presión.

Con respecto a esto último, en el macizo del Escambray existen evidencias concretas que demuestran la existencia de dos eventos metamórficos diferentes. En primer lugar, en las metamorfitas de alta presión, y principalmente en los cuerpos de rocas metabásicas, es donde único se manifiesta esa diaforesis más tardía (cuyas características son aquí muy similares a las del metamorfismo que caracteriza a las formaciones cretácicas del macizo) y que responde propiamente a la facies de los esquistos verdes sin minerales índices de alta presión.

Este metamorfismo regresivo se destaca claramente en las intercalaciones concordantes (y en los cuerpos de aparente origen intrusivo) de rocas eclogíticas, zoisíticas, granato glaucofánicas y de anfibolitas granatíferas, contenidas en los cortes de las formaciones Loma la Gloria y Cobrito expuestas en las áreas de mayor grado metamórfico de alta presión, en ocasiones esta diaforesis es intensa, conservándose sólo relictos del metamorfismo de alta presión dentro de una trama de típicos esquistos verdes. En segundo lugar, dentro de los cortes de metavulcanitas cretácicas de la Fm. Yaguanabo (que son unos esquistos verdes sin minerales índices de alta presión), en sus contactos limítrofes con otras formaciones, algunas veces aparecen bloques exóticos incluidos de rocas zoisíticas y zoisito-clinopiroxénicas de grano grueso y, en menor grado, de esquistos metaterrígenos cuarzo-moscovíticos similares a los que constituyen a la Fm. Loma la Gloria, por su grado de cristalinidad todos son representantes típicos de la zona de mayor grado metamórfico de alta presión del macizo. Las rocas zoisíticas siempre se manifiestan parcialmente reelaboradas por las mismas asociaciones metamórficas de grano más fino que constituyen los ortoesquistos de la citada formación, lo que demuestra que son rocas metamórficas más antiguas, cuyos fragmentos probablemente fueron arrancados y arrastrados durante unos movimientos de mantos y escamas tectónicas previos al metamorfismo de presión normal de la facies de los esquistos verdes. Sin embargo, tampoco puede descartarse, aunque es menos factible la posibilidad de que tales bloques pudiesen haber sido arrancados e incorporados por canales volcánicos que formaron parte del protolito de la Fm. Yaguanabo. En cualquier caso, estos hechos demuestran que en este macizo ocurrieron dos eventos metamórficos: uno más antiguo de alta presión y otro más joven de presión normal. Además, son pruebas convincentes de que tuvieron lugar importantes mantos y escamas tectónicas entre uno y otro evento metamórfico.

En el caso del macizo de Isla de la Juventud, la probable existencia de dos eventos metamórficos diferentes fue propuesta por Babushkin *et al.* (1990) sobre la base de los datos petrográficos, considerándose uno de carácter progresivo con una edad Cretácico inferior, y otro de naturaleza regresiva con edad Cretácico superior. Sin embargo, aquí no existen diferencias en el tipo de metamorfismo (al contrario de lo que sucede con la reelaboración metamórfica más tardía de las metamorfitas de alta presión del Escambray), pues tanto el metamorfismo progresivo como el regresivo son ambos de una relación normal o media temperatura/presión. Por eso se puede también pensar que se tratan de dos etapas de un mismo evento metamórfico de presión media: la más antigua progresiva, y la más joven regresiva.

Por último, queremos señalar, que los dos macizos presentan una disposición general invertida de la zonación metamórfica progresiva con respecto a su estructura. En el caso del Escambray, esta zonación de carácter invertido se puede establecer tanto en las secuencias metamorizadas en condiciones de alta presión, como

en las formaciones afectadas solamente por el metamorfismo de presión más baja. La presencia en ambos macizos de este tipo de zonación, constituye un factor importante que favorece la correlación de sus procesos metamórficos, los cuales deben obedecer a una causa común.

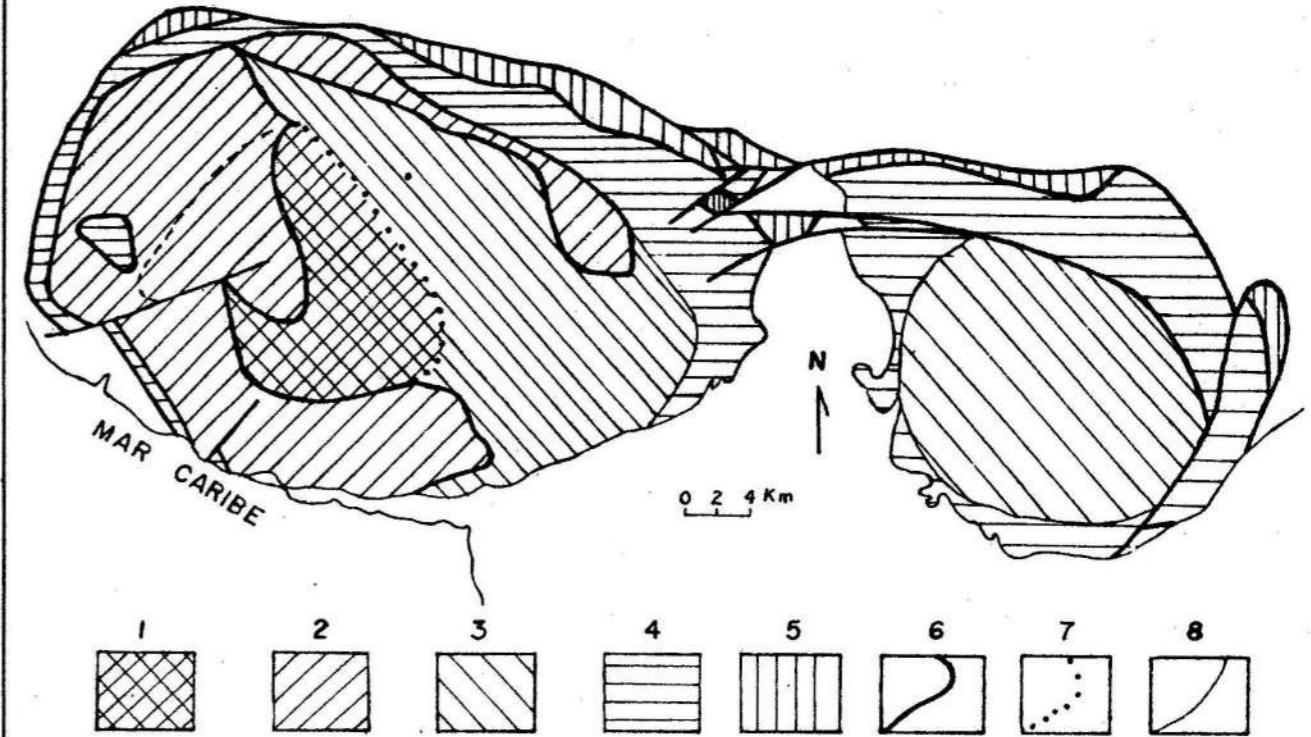


FIGURA 2. Zonación metamórfica del macizo Escambray.

1. Área donde se distribuyen las formaciones de protolito Jurásico con el menor grado metamórfico del macizo; 2. Área donde se distribuyen las formaciones de protolito Cretácico con un metamorfismo de presión normal en la facies de los esquistos verdes (el trazo discontinuo separa un área interna con menor grado metamórfico); 3. Área donde se distribuyen las formaciones de protolito Jurásico con el menor grado metamórfico de alta presión - presencia de esquistos verdes con lawsonita; 4. Área donde se distribuyen las formaciones de protolito Jurásico con el mayor grado metamórfico de alta presión - presencia de rocas eclogíticas de baja temperatura; 5. Faja integrada por formaciones de protolito Jurásico y en menor grado Cretácico, con menor grado metamórfico que en 4 y un metamorfismo de tipo indefinido; 6. Límite tectónico; 7. Límite indefinido; 8. Límite transicional.

En cuanto a los plegamientos, las secuencias de estos macizos fueron igualmente multiplegadas durante el metamorfismo regional. Estos plegues sinmetamórficos ocurren en etapas superpuestas una sobre la otra, al parecer en un número de 5 a 6 tanto en uno como en el otro. En ambos la segunda fase (F₂) es la más importante. Está presente una disposición de los ejes de sus pliegues según un acimut N-NW en la Isla de la Juventud y NW en el Escambray. La lineación principal y más prominente destacada en las metamorfitas de las dos regiones es la que corresponde con esta fase, orientándose según la dirección señalada arriba para cada caso. La fase de plegamiento más antigua (F₁) yace siguiendo una tendencia transversal a la anterior, en los dos casos según un acimut que fluctúa entre el NE franco hasta el E-NE, manifestándose muchas veces con intensidad en algunas áreas del Escambray. Tanto F₁ como F₂ poseen una importancia primordial en las representaciones cartográficas de estas dos regiones y sus plegues, que son siempre muy apretados, parecen alcanzar el orden de las centenas de metros e incluso varios kilómetros. Las megaestructuras o estructuras plegadas de mayor orden destacadas en ambos macizos (antiformas Río los Indios y Guayabo y sinformas Nueva Gerona y San Juan, en la Isla de la Juventud; antiformas de

Trinidad y de Sancti Spiritus, en el Escambray) (ver figuras 3 y 4) parecen estar genéticamente vinculadas con estas primeras etapas de plegamiento; en el caso del Escambray particularmente con F (Millán, 1990).

Este factor estructural sinmetamórfico es también demostrativo de la correlación de los procesos metamórficos de los dos macizos.

Cabe señalar, que en la región del macizo de Escambray las manifestaciones de la fase de plegamiento F₁ se reflejan intensamente en gran parte del área de la antiforma de Sancti Spiritus y en el extremo oriental de la antiforma de Trinidad, destacándose muchas veces en las metamorfitas una marcada lineación L₁ orientada hacia el NE, indiscutiblemente más antigua que la lineación L₂. Sin embargo, aún no existen evidencias seguras acerca de la presencia de esta primera etapa de plegamiento en las partes central y occidental de la megaestructura de Trinidad, que es donde principalmente se exponen las formaciones de protolito cretácico (abarcando considerables extensiones), y además, donde se destaca el área con menor grado metamórfico del macizo (en la cual afloran principalmente formaciones jurásicas) (ver Figura 2). De aquí la posibilidad de que la fase F₁ pudiera estar relacionada genéticamente con el evento metamórfico de alta presión, mientras que las

restantes fases de plegamiento, que sí se manifiestan por igual en todo el macizo, tuvieron lugar durante el evento metamórfico subsiguiente de menor presión.

Es un hecho bien demostrado que un estilo estructural nappe-escamado desempeñó un importante rol en la constitución de la estructura del macizo de Escambray. Nappes y escamas tectónicas de consideración se gestaron desde una época temprana, incluso antes del metamorfismo de alta presión. Estas estructuras son de diferentes órdenes y generaciones. Algunos nappes de orden principal contienen el tipo de secuencia estratigráfica que lo caracteriza.

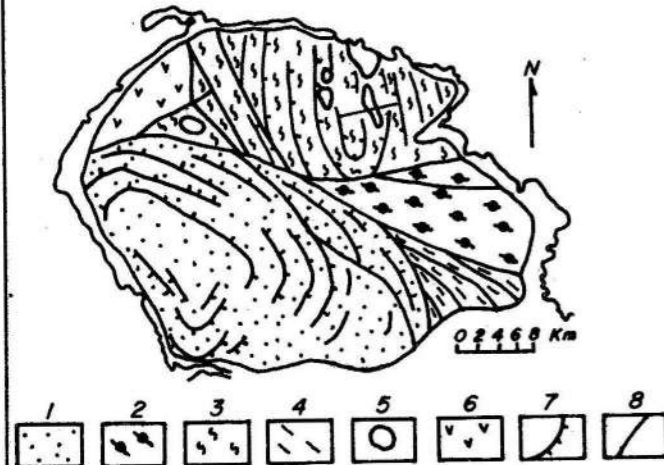


FIGURA 3. Estructuras plegadas de orden principal del macizo Isla de la Juventud.

1. Antiforma Río los Indios; 2. Antiforma Guayabo; 3. Sinforma Nueva Gerona; 4. Sinforma San Juan; 5. Escamas tectónicas de mármoles del Grupo Gerona; 6. Vulcanitas cretácicas; 7. Disposición de la esquistosidad metamórfica principal; 8. Fallas.

En el caso de la Isla de la Juventud, de acuerdo con nuestras observaciones y con la reinterpretación de los datos de Babushkin *et al.* (1990), se puede asegurar la existencia de escamas tectónicas dentro de este macizo. Sin embargo, aún no está demostrada la presencia de distintos tipos de secuencias estratigráficas en la composición de sus cortes protolíticos, ni tampoco de mantos tectónicos de un orden similar a los principales del Escambray.

Dentro del macizo de Escambray afloran numerosos cuerpos de serpentinita antigorítica, a veces asociada con metagabros y metadiabasas, sugiriendo fragmentos de ofiolitas metamorizadas conjuntamente con las rocas de caja. Estos muchas veces limitan escamas y mantos tectónicos de distintos órdenes e incluso generaciones; en ocasiones aparecen típicos melange serpentiniticos. Ade-

CONCLUSIONES

Existen importantes analogías que permiten correlacionar la historia de los dos macizos, desde el mismo inicio, cuando ocurrió la deposición de sus secuencias hasta la constitución final de los mismos. Esto demuestra que existió un paralelismo en la naturaleza de los procesos que los conformaron. Tales analogías son las siguientes: la similitud de sus secuencias protolíticas jurásicas; la disposición

más, existe una escama tectónica premetamórfica compuesta por anfíbolitas de alta presión con intercalaciones de cuarcitas metasilíceas, cuyo protolito son unos basaltos toleíticos con capas de silicitas. Tales cuerpos también pueden ser intraformacionales, como los encontrados con frecuencia en algunas formaciones de protolito Cretácico (caso de las metasilicitas de la Fm. La Sabina y el metaflysch alpino de la Fm. El Tambor).

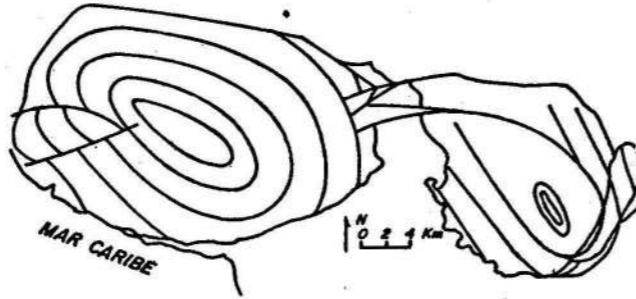


FIGURA 4. Estructuras plegadas de orden principal del macizo Escambray. Antiforma de Trinidad (occidental) y Antiforma de Sancti Spiritus (oriental).

Por el contrario, en el macizo de Isla de la Juventud no existen virtualmente cuerpos serpentiniticos u ofiolíticos (metamorizados o no). Este hecho parece tener una importante significación tectónica y debe ser un índice de que las estructuras nappe-escamadas jugaron aquí un papel mucho menor que en el Escambray. Sin embargo, esto también debe estar relacionado, al menos en parte, con las propias diferencias en la composición de los protolitos de ambos macizos.

El macizo de Isla de la Juventud fue sometido a un intenso proceso de reactivación tectono-magmática, probablemente a partir de la parte alta del Cretácico superior y durante una porción del Paleógeno. El mismo está asociado con un magmatismo ácido, alteraciones hidrotermales, una mineralización endógena muy específica y la generación de una estructura dómica con un patrón de agrietamiento bien definido (Pardo, 1986, 1990). Por otra parte, en el caso del Escambray ocurrió una elevación del macizo desde las profundidades a partir de la parte alta del Cretácico superior (que todavía prosigue), acompañada con un intenso agrietamiento de sus rocas (Millán, 1990), y también con una estructura dómica superpuesta estructuralmente [11]. Sin embargo, en este último no se evidencian los síntomas propios de un proceso de reactivación tectono-magmática, tal como en la Isla de la Juventud.

general de carácter invertido de la zonación metamórfica progresiva de ambos macizos; una similitud en la disposición de las tendencias de las fases principales y más tempranas de plegamientos sinmetamórficos (F_1 y F_2), desempeñando en ambos el papel más importante la fase F_2 ; la generación de las antiformas y sinformas de orden principal durante esas etapas más tempranas de plega-

miento, principalmente durante F_2 ; y la elevación de ambas regiones a partir de la parte alta del Cretácico superior con la conformación de estructuras dómicas superpuestas.

Por otra parte, existen también diferencias principales entre ambos macizos. Estas son las siguientes: el metamorfismo progresivo de las secuencias de la Isla de la Juventud fue de presión media y temperatura media a alta, mientras que las secuencias del Escambray fueron metamorizadas bajo una menor temperatura y una gran parte de ellas en condiciones de alta presión; la virtual inexistencia de cuerpos de serpentinita, melange serpentinitico y de rocas ofiolíticas (metamorizadas o no) dentro del macizo Isla de la Juventud, contrariamente a la relativa abundancia de los mismos en el Escambray; la mayor heterogeneidad litológico-facial del Escambray con sus diferentes tipos de secuencias definidas; la intensa reactivación tectono-magmática que sufrió el ma-

cizo Isla de la Juventud, la cual no se manifestó en el Escambray.

Se puede suponer que las secuencias protolíticas del macizo de Escambray fueron despegadas y separadas de su fundamento priesozoico por una tectónica tangencial nappe-escamada desde una etapa temprana, incluso antes del propio metamorfismo de alta presión, mientras que las secuencias protolíticas del macizo Isla de la Juventud nunca fueron verdaderamente despegadas de su basamento sílico. Esto pudo haber sido un factor determinante de sus diferencias en el carácter del metamorfismo, de la reactivación tectono-magmática del macizo Isla de la Juventud, de la gran heterogeneidad litológico-facial y diferentes tipos de secuencias (incluyendo la presencia de cuerpos rocosos de origen ofiolítico) del macizo Escambray, así como de la posición más norteña de este último en la estructura geológica regional.

REFERENCIAS

1. BABUSHKIN, A. *et al.*: "Levantamiento geológico-geofísico a escala 1 : 50 000 y búsquedas acompañantes en el municipio especial Isla de la Juventud en colaboración con la URSS (CAME)". Inédito, Centro Nacional del Fondo Geológico, Ciudad Habana, 1990.
2. GARAPKO, I., *et al.*: "La composición geológica y los minerales útiles de Isla de Pinos": Informe sobre el levantamiento geológico y las búsquedas a escala 1 : 100 000 realizados en los años 1971-74. Inédito, Centro nacional del Fondo Geológico, Ciudad Habana, 1974.
3. KUMAN, V. E. Y GAVILAN, R. R.: Geología de Isla de Pinos. *Revista Tecnológica*, Vol. 3, No. 4, p. 20-38, 1965.
4. MILLAN, G.: Geología del macizo Isla de la Juventud. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, Vol. 3, p. 3-22, 1981.
5. _____: Evolución de la estructura del macizo de Escambray, sur de Cuba Central. *Transactions of the 12th Caribbean Geological Conference*, St-Croix, U.S. Virgin Island, Miami Geological Society, p. 82-94, 1990.
6. MILLAN, G. M. L. SOMIN: *Litología, estratigrafía, tectónica y metamorfismo del macizo Escambray*. Ed. Academia, p. 104, 1981.
7. _____: Nuevos aspectos sobre la estratigrafía del macizo metamórfico del Escambray. En "Contribución al conocimiento geológico de las metamorfitas del Escambray y del Purial". Reporte de Investigación No. 2 del Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba, p. 1-42, 1985 a.
8. _____: Condiciones geológicas de la constitución de la capa granito-metamórfica de la corteza terrestre de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología, p. 83, 1985 b.
9. PARDO, M.: "La constitución geológica y la metalogía endógena del macizo Isla de la Juventud". C. Sc. Tesis, Inédito, Instituto de Geología y Paleontología, 1986.
10. _____: La constitución geológica del macizo Isla de la Juventud y la metalogía endógena vinculada al magmatismo ácido". *Transactions of the 12th Caribbean Geological Conference*, St-Croix, U.S. Virgin Islands, Miami Geological Society, p. 68-81, 1990.
11. _____: Caracterización geólogo-geofísica de las estructuras dómicas tardías de los macizos metamórficos Isla de la Juventud y Escambray. (en prensa).
12. WINKLER, H. G. F.: *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Fourth Edition, Springer-Verlag, p. 334, 1976.

CUBANIQUEL

Empresa Cubana Exportadora de Minerales y Metales

CUBANIQUEL

Cuban Mineral and Metal Exporting Enterprise