

Deformaciones tectónicas de las terrazas marinas de la Sierra Maestra*

**José R. HERNÁNDEZ SANTANA,

**Rodolfo GONZÁLEZ O TIZ,

**Armando VENEREO MORALES

y **Francisco PÉREZ CÁRDEAS

RESUMEN. *El estudio de los niveles geomorfológicos fundamentalmente de las terrazas marinas, reviste vital importancia para la diferenciación morfoestructural de los territorios insulares, por cuanto constituyen indicadores morfocronológicos de su evolución geotectónica y de las etapas del desarrollo de su relieve. Por primera vez, en el territorio del sistema montañoso de la Sierra Maestra las terrazas marinas fueron estudiadas en el plano regional y local mediante mediciones geodésicas. El análisis de su espectro permitió distinguir sus deformaciones tectónicas cuaternarias. Los niveles más altos del Pleistoceno temprano se elevan 20-30 m desde la Sierra Maestra Occidental hacia la Central, descendiendo hacia la Oriental 40-50 m y aún más hacia el mesobloque superpuesto Santiago-Boniato, elevándose suavemente hacia el macizo montañoso de la Gran Piedra. La tendencia y el carácter de las deformaciones revelan el desarrollo diferenciado de los movimientos neotectónicos de la región, corroboran su diferenciación morfoestructural y establecen un nuevo enfoque para la datación del relieve, dejando sin validez el principio hipsométrico empleado hasta el presente en la literatura geomorfológica cubana.*

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las zonas costeras de los sistemas montañosos cubanos, las terrazas marinas presentan un carácter fragmentario, lo cual ha dificultado, en cierta medida, el análisis de sus espectros regionales y locales.

Desde finales del siglo XIX estas terrazas han sido objeto de estudio por algunos

*Manuscrito aprobado en julio de 1988.

**Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba.

investigadores, pero sus regularidades estructuro-geomorfológicas y edades aún se encuentran poco esclarecidas.

En el año 1895, R. Hill trató de subdividir las cronológicamente en dos grupos principales: a) más jóvenes, del final del Plioceno — comienzo del Pleistoceno (180-540 m). Durante el primer tercio del presente siglo, algunos geólogos presentaron espectros de terrazas marinas más detallados y diferenciados. T. Vaughan distinguió en la región de Manzanillo 3 niveles (1,5 ; 30 y 60 m), los cuales se extienden hacia el S hasta Cabo Cruz, y en la región de Santiago de Cuba no menos de 8 niveles (6, 18-21, 30, 42, 55, 60, 85 y 120 m). Por otra parte, en el año 1933, O. Meinzer diferenció 7 niveles de terrazas (12, 35-37., 60-65, 140-145 y 220-225 m) en la región de Guantánamo, y más tarde, R. Palmer determinó la presencia de tres escalones submarinos (-9, -18, -180 m).

Las primeras ideas sobre las deformaciones tectónicas de las terrazas marinas fueron señaladas por Taber (1934), en las regiones de Cabo Cruz, Punta Escalereta, Santiago de Cuba y Punta de Maisí, donde distinguió niveles de carácter regional y local. Según sus estudios, las terrazas marinas del flanco meridional de Punta de Maisí están más elevadas que los niveles del flanco septentrional, lo cual influyó en la longitud y diseño de la red fluvial de ambos bordes, e indica que el ascenso está basculado hacia el N. De igual forma se manifiestan las terrazas de Cabo Cruz.

Las deformaciones de las terrazas marinas de Cabo Cruz (Punta Escalereta) fueron descritas más detalladamente por I. del Corral (1940), determinando que en Punta del Inglés, la terraza de la playa se eleva hacia el E hasta 5m. En esta región es característica una inclinación suave de las terrazas bajas hacia el W y de las altas hacia el NW.

Las características regionales de las terrazas marinas también fueron señaladas por los destacados geógrafos cubanos Massip e Ysalgué (1942) y Núñez (1960, 1965), en el libro "Geología de Cuba" (1964), donde se destacan los niveles de 15, 50-100, 130-180, 200-260, 360-380, 410-415 y 520 m.

En el año 1973, las investigaciones geomorfológicas realizadas por J. R. Hernández, J. L. Díaz y A. Venereo mediante el empleo de nivelaciones geodésicas permitieron determinar el mayor espectro de terrazas marinas plioceno-pleistocénicas de Cuba, en la región de Punta Caleta-La Güira (9-12, 21-27, 31-36, 44-47, 52-57, 75-86, 104-108, 125-130, 141-146, 160-165, 175-183, 210-227, 265-280, 293-300, 312-325, 356-363, 374-384, 405-415, 425-430, 445-451, 460-468, 480-485, 490-492, 503-510 m), el cual se encuentra basculado hacia el N, lo cual se corresponde con los resultados por métodos morfológicos de Taber (1934), y más tarde con las deformaciones tectónicas por métodos aerofotogramétricos de Spiridonov *et al.* (1975). Estos últimos autores realizaron un análisis complejo de 7 niveles regionales de terrazas marinas, determinando las antiguas líneas de costa y sus variaciones altimétricas en toda la región de Maisí, con lo cual se comprobó la inclinación general de sus superficies hacia el N.

La terraza VII está inclinada desde 410 m hacia el NE; la VI disminuye hasta 165 m y después se eleva hasta 240 m; la V está deformada desde 280 m hasta 130-135 m; la IV está inclinada hacia el N desde 140 m hasta 90 m; la III desde 120 m hasta 55 m; la II desde 60 m hasta 25 m; y la I desde 40 m hasta 15 m. Shancer *et al.* (1976) también indicaron la asimetría de las deformaciones tectónicas de las terrazas de este territorio con un máximo en el S y con diferencias a ambos lados, a lo largo de algunas fallas longitudinales.

Los resultados obtenidos por las investigaciones mencionadas anteriormente determinaron la necesidad de conocer, en un plano regional más amplio, las regularidades espectro-espaciales de las terrazas marinas y sus posibles deformaciones neotectónicas, sobre la base de una diferenciación morfoestructural revelada por múltiples métodos estructuro-geomorfológicos y geodinámicos. Con este propósito, durante el año 1986, los autores realizaron mediciones geodésicas y observaciones geomorfológicas en cada uno de los 6 mesobloques morfoestructurales del macrobloque montañoso de la Sierra Maestra.

Métodos e instrumental científico

La utilización de los métodos instrumentales, fundamentalmente geodésicos, constituye una nueva etapa en el desarrollo de las investigaciones geomorfológicas complejas dirigidas no sólo al conocimiento de los rasgos morfométricos de las morfoculturas, sino a su correlación espectro-espacial con la diferenciación morfoestructural del territorio.

Para la determinación de los espectros de terrazas marinas y de sus deformaciones neotectónicas fue empleado el método de las nivelaciones geodésicas, a través de perfiles transversales a ellas, y sobre una base territorial de mesomorfoestructuras regionales, con el objetivo de revelar las principales regularidades de la interacción diferenciada de los procesos de la tectogénesis y de la morfogénesis marina durante el Plioceno Tardío-Cuaternario.

En los trabajos de nivelación geodésica se utilizó un taquímetro autorreductor, de la firma Carl Zeiss Jena, modelo Dahlta O10A y número de serie 275859 de la República Democrática Alemana. Este teodolito del sistema GEomat presenta excelentes características técnicas dadas por el

principio unitario de su construcción, el alto nivel de fiabilidad, la obtención del índice altimétrico de forma automática y la disponibilidad, tanto para las mediciones taquimétricas como de ángulos, de elementos complementarios intercambiables. Al mismo tiempo, ofrece la distancia reducida y el desnivel, ya que dispone de imagen derecha y de lados no invertidos del anteojo, y visores ópticos en ambas posiciones del mismo para facilitar un visado aproximado.

Las principales características del taquímetro autorreductor utilizado para el estudio morfométrico de las terrazas marinas son las siguientes:

Anteojo

- Posición de la imagen: derecha de lados no invertidos
- Aumento: 25x
- Diámetro libre del objetivo: 40 mm
- Zona de observación a 1 km: .. 22 mm
- Distancia mínima de puntería: ... 3 m
- Ángulo del campo visual: 1,25°
- Distancia máxima de puntería en miras con división centimétrica para las estimaciones a $\pm 0,5$ cm: 100 m
- Para lectura a $\pm 0,5$ cm: 350 m
- Constante de adición: 0
- Constante de multiplicación: .. 100

Niveles

- Valor angular para 2 mm de recorrido de la burbuja:
 - Nivel esférico 8'
 - Nivel transversal: 20"
 - Nivel para nivelación: 20"
- Por otra parte, el error medio en las observaciones alcanza valores mínimos tales como:

Angulares

- De una dirección medida en ambas posiciones del anteojo: $360^\circ \pm 3''$
- De un ángulo repetido tres veces en ida y vuelta: $360^\circ \pm 1''$

Distancia

- Con la constante 100 : $\pm 0,10$ m
- Con la constante 200 : $\pm 0,02$ m

Para un desnivel de 100 m

- Con la constante 10 : $\pm 0,03$ m
- Con la constante 20 : $\pm 0,05$ m
- Con la constante 50 : $\pm 0,10$ m
- Con la constante 100 : $\pm 0,15$ m

Espectro de terrazas marinas de la Sierra Maestra: deformaciones tectónicas y datación.

Los rasgos del relieve de Cuba suroriental poseen una explicación evolutiva más objetiva desde las posiciones del neomovilismo, como resultado de la interacción de la Placa Caribe y la denominada por Ushakov *et al.* (1979) "Microplaca Cubana". Al mismo tiempo, según Hernández (1987), los mecanismos geodinámicos principales de esta interacción geotectónica fueron el proceso de compresión-expansión durante la obducción del arco insular paleógeno y posteriormente el subcorrimento del borde septentrional de la fosa profunda de Bartlett y el desplazamiento lateral sinistral de los bordes de las placas.

La etapa neotectónica (Oligoceno-Cuaternario) para este territorio, y para el archipiélago cubano en general, representa la etapa geomorfológica de desarrollo del relieve. Los movimientos tectónicos de esta etapa se caracterizaron por un predominio

de su componente vertical en el fondo de los desplazamientos horizontales de grandes unidades de la corteza terrestre. El proceso de abertura de la fosa de Bartlett y la acción conjunta de los mecanismos geotectónicos mencionados, determinaron el ascenso diferenciado del sistema montañoso de la Sierra Maestra con la formación de grandes mesobloques y un mosaico de pequeños bloques de distinta orientación y altitud (Lilienberg *et al.* 1986; Hernández, 1987).

Dentro del sistema montañoso de la Sierra Maestra se distinguen de W a E, los siguientes mesobloques: Meseta de Cabo Cruz, Sierra Maestra Occidental, Sierra Maestra Central, Sierra Maestra Oriental, Santiago-Boniato y Gran Piedra (Hernández *et al.*, 1986). Partiendo del principio genético de la formación del relieve, como resultado de la interacción entre los procesos endógenos y exógenos, y de la objetividad del sistema "morfoestructuras-morfoesculturas" (Guerasimov, 1959), se realizaron mediciones geodésicas de los espectros de terrazas marinas en cada mesobloque morfoestructural, con el objetivo de revelar las características morfométricas y morfológicas de estos niveles geomorfológicos en dependencia de la diferenciación regional de los movimientos neotectónicos, cuyo rol fue determinante en la formación del plano neomorfoestructural y de los distintos complejos morfoesculturales, entre los cuales las terrazas marinas constituyen indicadores morfocronológicos de sus manifestaciones.

La morfología y el grado de conservación de las terrazas marinas, dependen en gran medida, de la distribución de los complejos petromórficos, lo cual se aprecia a lo largo del plano costero meridional de la Sierra Maestra. Sobre las formaciones carbonatadas, fundamentalmente de calizas, las terrazas marinas se conservan mejor, su superficie es más amplia y sus con-

tactos se reflejan contrastantemente a través de escarpas fuertes. Este tipo litomorfoescultural se encuentra en las regiones de Cabo Cruz, Pílon, Santiago de Cuba y Guantánamo-Maisí, así como de forma fragmentaria en algunos niveles bajos de los mesobloques Central y Oriental de la Sierra Maestra. Entre Pílon y Chivirico, así como en los niveles altos de la Sierra Maestra, debido a la presencia de los complejos magmáticos y vulcanógeno-sedimentarios, las terrazas marinas se conservan en forma de estrechas superficies de parteaguas y de cima, las cuales reducen sus dimensiones morfológicas hacia los niveles más altos y antiguos del mesobloque de la Sierra Maestra Central, donde las precipitaciones aceleran e intensifican los procesos erosivo-denudativos.

Las terrazas marinas situadas al *E* de Siboney, formadas en el mesobloque de la Gran Piedra, están elaboradas en calizas mioceno-pleiocénicas de las alturas horst-monoclinales de Siboney, y Juraguá, Daiquirí, Bacajagua, Berracos, Sigua y Baconao y alcanzan niveles de 5-7, 10-12, 20-25, 35, 40, 55-60, 80-85, 100-120, 155-160 y 200-220 m. Las terrazas se caracterizan por superficies estrechas, de 20-40 m, y fuertes escarpas abrasivas. Al *W* de Daiquirí predomina la terraza de 100-120 m y los restos del nivel de 175-180m en la región de Damajayabo, mientras que en las depresiones de El Crucero-Daiquirí se distribuyen los niveles de 20-25, 35-40, 55-60 y 80-85 m.

Al *W* de Siboney, en la meseta horst-estratificada de Santiago de Cuba las terrazas se conservan bien morfológicamente en las rocas carbonatadas. En los perfiles geodésicos de Playa Aguadores, La Chivera y Siboney están representados los niveles de 2-3, 7-8, 18-20, 25-30, 38-40, 42-45, 58-60, 80-85, 90-92 y 95-100 m (Fig. 1). La terraza más alta de 95-100 m, está elaborada sobre calizas pliocénicas de la formación

Maya, la cual determina su edad de Pleistoceno Temprano.

Las terrazas marinas del flanco meridional de la Sierra Maestra fueron estudiadas por primera vez mediante el empleo de métodos geodésicos a través de 10 perfiles representativos. En la Sierra Maestra Oriental, en el perfil de Caletón Blanco, las terrazas I y II (5-7 y 9-10 m) son llanuras abrasivas, las III y IV (14-15 y 20-22 m) están representadas en forma de restos de superficies de cima y las más altas, en superficies de parteaguas (35-36, 52-54, 65-67, 74-75, 120-125 y 165 m) (Fig. 2). Por otra parte el desarrollo morfoescultural de algunas terrazas está controlado por fallas de orientación sublatitudinal, y la presencia del complejo vulcanógeno-sedimentario facilita su remodelación por la erosión.

En la Sierra Maestra Central se observa un aspecto algo análogo, pero su cantidad se reduce y sus amplitudes aumentan debido a los ascensos neotectónicos de este mesobloque, lo cual se manifiesta también en la distribución de las superficies de planación erosivas y erosivo-denudativas pliocénicas y en sus características morfométricas. De acuerdo con los dos perfiles realizados, las terrazas ascienden de *E* a *W*, es decir, hacia el eje de máximos ascensos neotectónicos, localizados en el bloque Turquino. El perfil oriental en El Papayo, cerca de Chivirico, refleja los siguientes niveles: 2, 8-10, 18-20, 40, 90-95, 110, 160 y 200 m, mientras que el occidental, localizado en La Ceiba, posee espectro de 8, 18-20, 34-36, 78-80, 100-102, 126-128, 154, 172 y 231-236 m (Fig. 3).

En el mesobloque de la Sierra Maestra Occidental, en la Región de El Macho, las terrazas están representadas por un espectro de 2-3, 10, 35, 55, 75, 90, 105-110, 155, 175 y 220 m (Fig. 4). En el perfil de Marea del Portillo, más al *W* de la zona de articulación con la Sierra Maestra Central los niveles están distribuidos más abajo

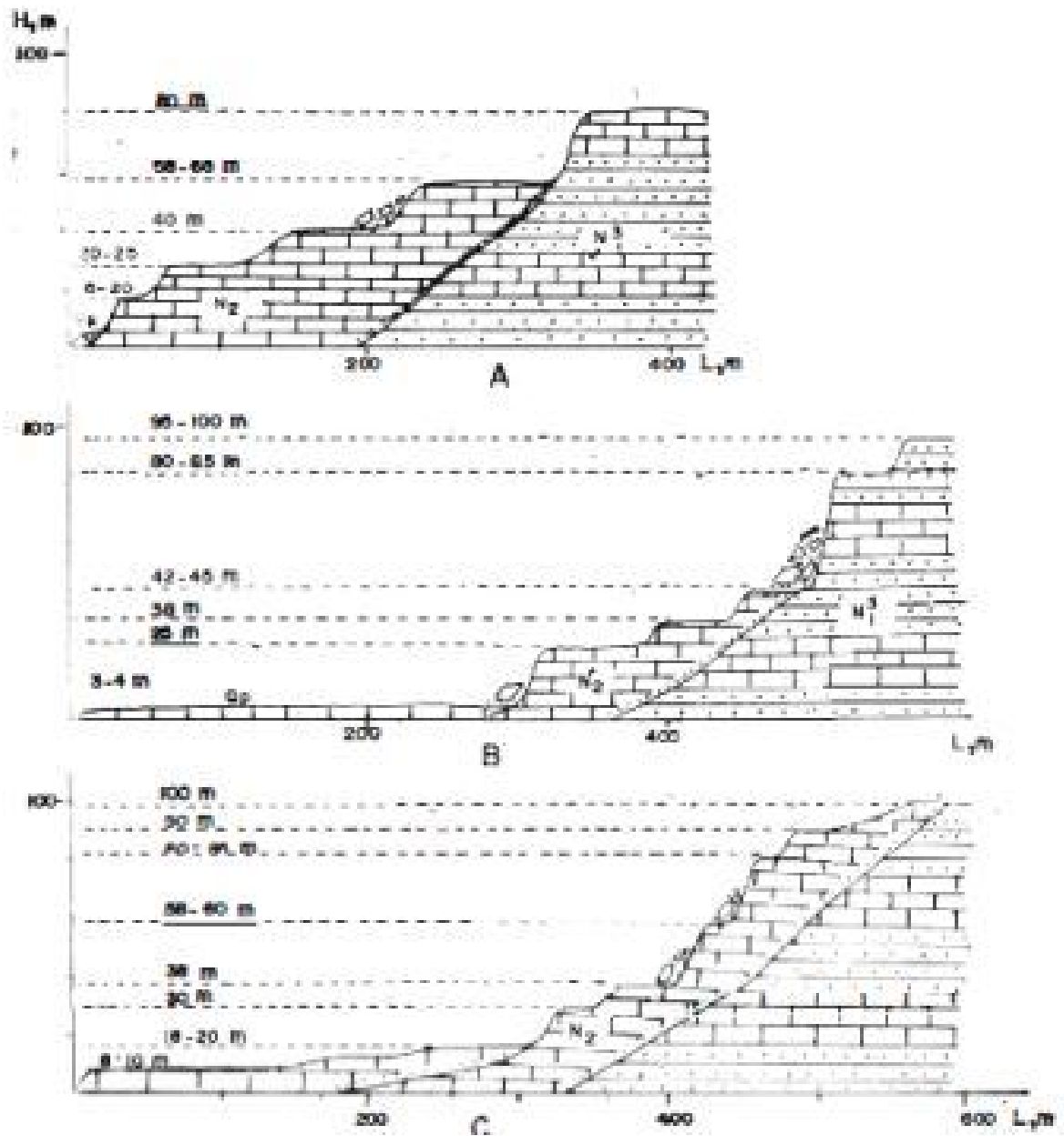


FIG. 1. Perfiles de las terrazas marinas de la depresión-graben de Santiago de Cuba: A- Playa Aguadores, B- La Chivera, C- Siboney.

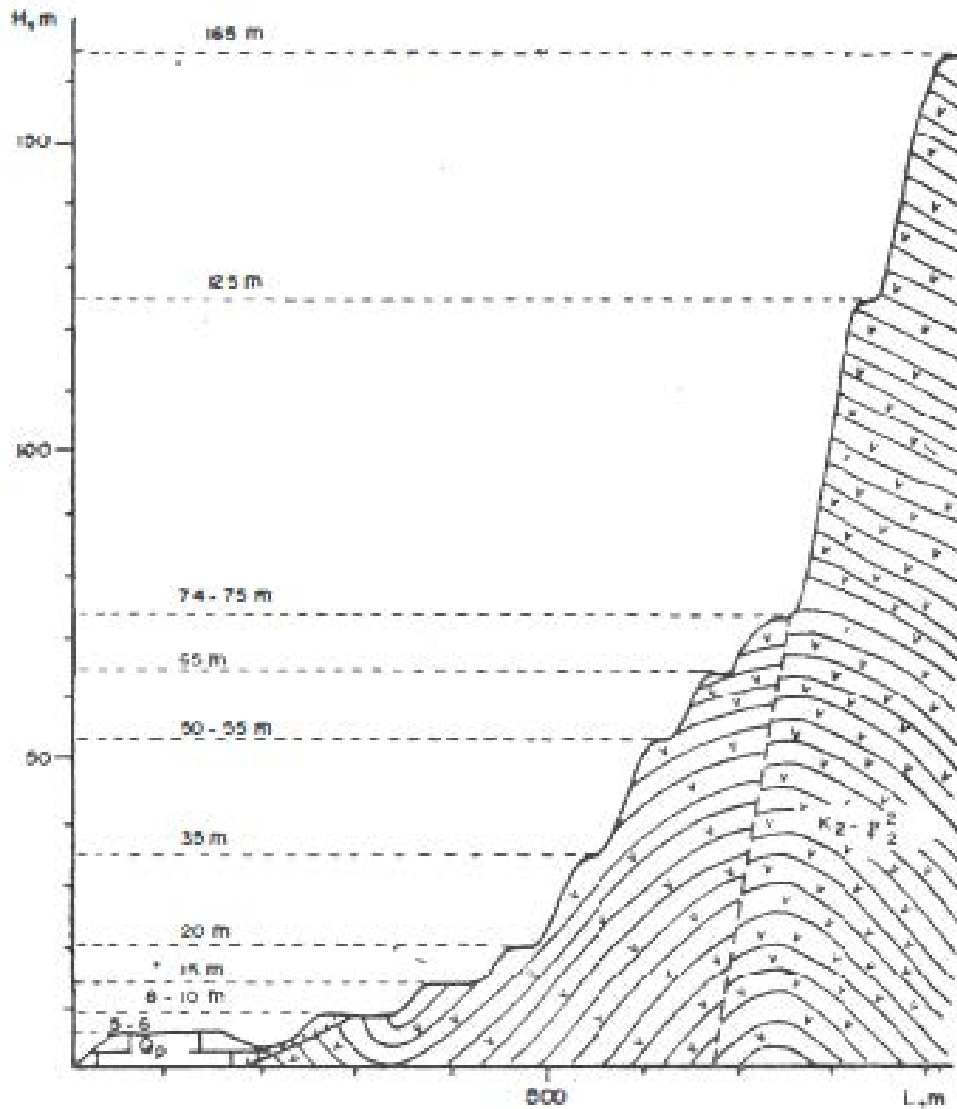


FIG. 2. Perfiles de las terrazas abrasivas en Caletón Blanco Sierra Maestra Oriental.

que en la región de El Macho y alcanzan 2-3, 7-8, 18-20, 35, 40-42, 80, 125-130, 150-152, 200-202 y 220 m (Fig. 4), reflejando la diferente actividad neotectónica de los bloques de Caracas y Sierra de Purgatorio. De acuerdo con estudios paleontológicos realizados en la región de Pílon, los niveles de 120-180 m se consideran de edad Pleistoceno Temprano (Shancer *et al.*; 1976).

Más al W, en el mesobloque de Cabo Cruz, las terrazas están elaborada en calizas y margas mioceno-pleiocénicas, formando en Punta Escalereta el es tro siguiente: 10, 20, 50, 80, 100-120, 150-160, 175-180, 200-210, 240, 260-265, 275-280, 300-310 y 350-360 m. La terraza de 200-210 m está formada en calizas del Plioceno Temprano, lo cual permite datarla con final

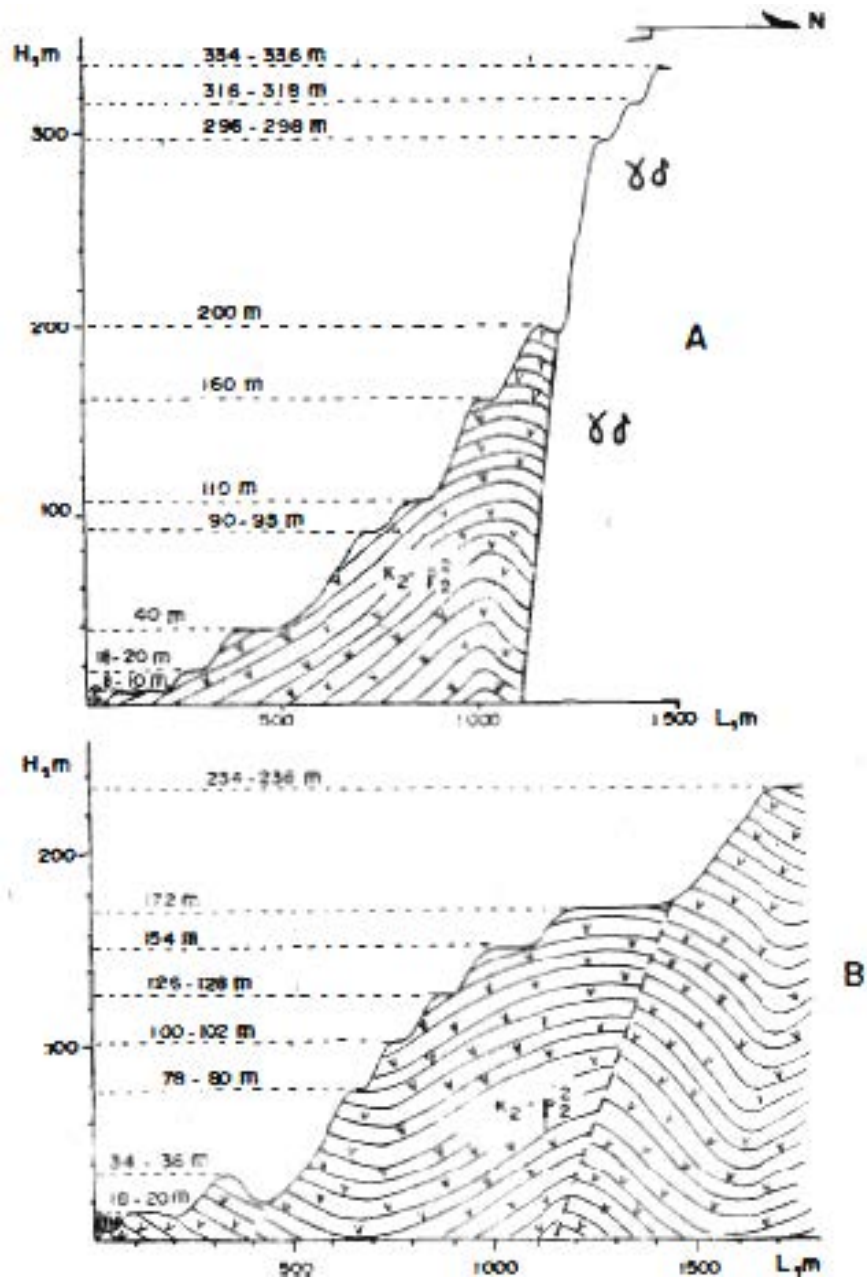


FIG. 3. Perfiles de las terrazas marinas en la Sierra Maestra Central: A- El Papayo, B- La Ceiba.

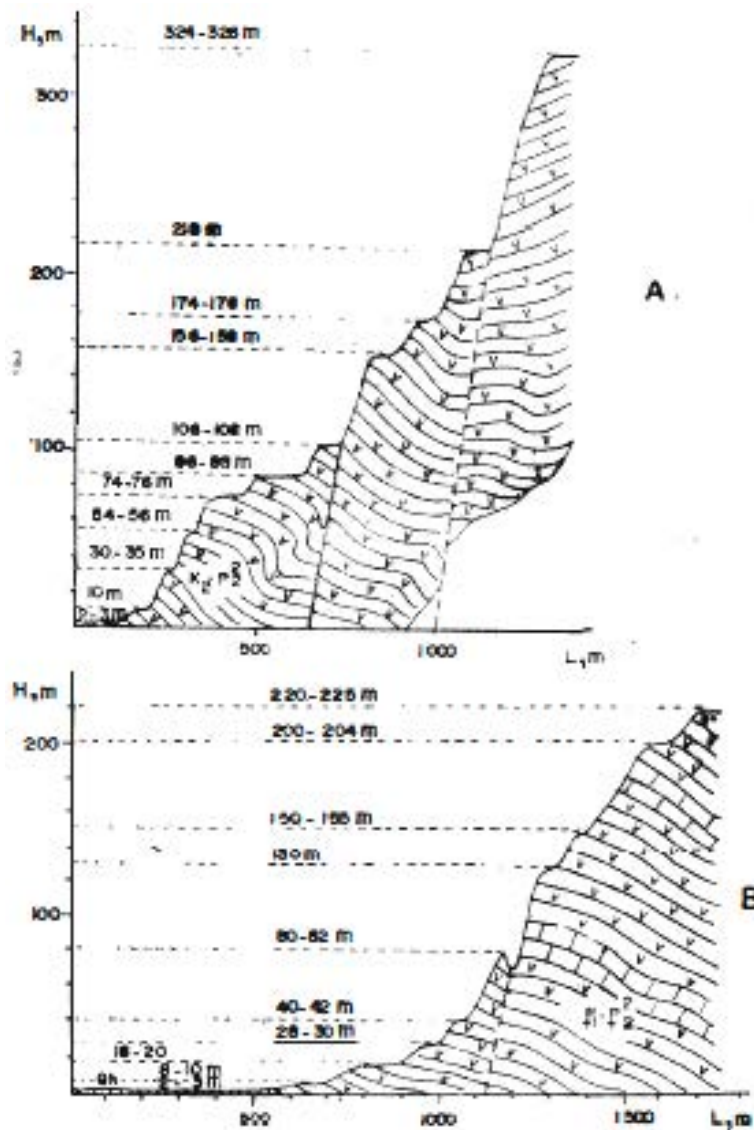


FIG. 4. Perfiles de las terrazas marinas de la Sierra Maestra Occidental: A. El Macho; B. Marea del Portillo.

del Plioceno y las más bajas del Cuaternario (Fig. 5).

Comparando la calidad y la amplitud de los espectros de terrazas marinas del pseudo-periclinal occidental de la Sierra Maestra con el pseudo-periclinal oriental de Sagua-Baracoa, se aprecia un desarrollo

diferenciado de ambos territorios en la etapa neotectónica. En la Sierra Maestra los ascensos cuaternarios fueron más intensos, lo cual determinó una menor cantidad de niveles de terrazas y de mayores amplitudes entre ellas, en comparación con el sistema montañoso de Sagua-Baracoa.

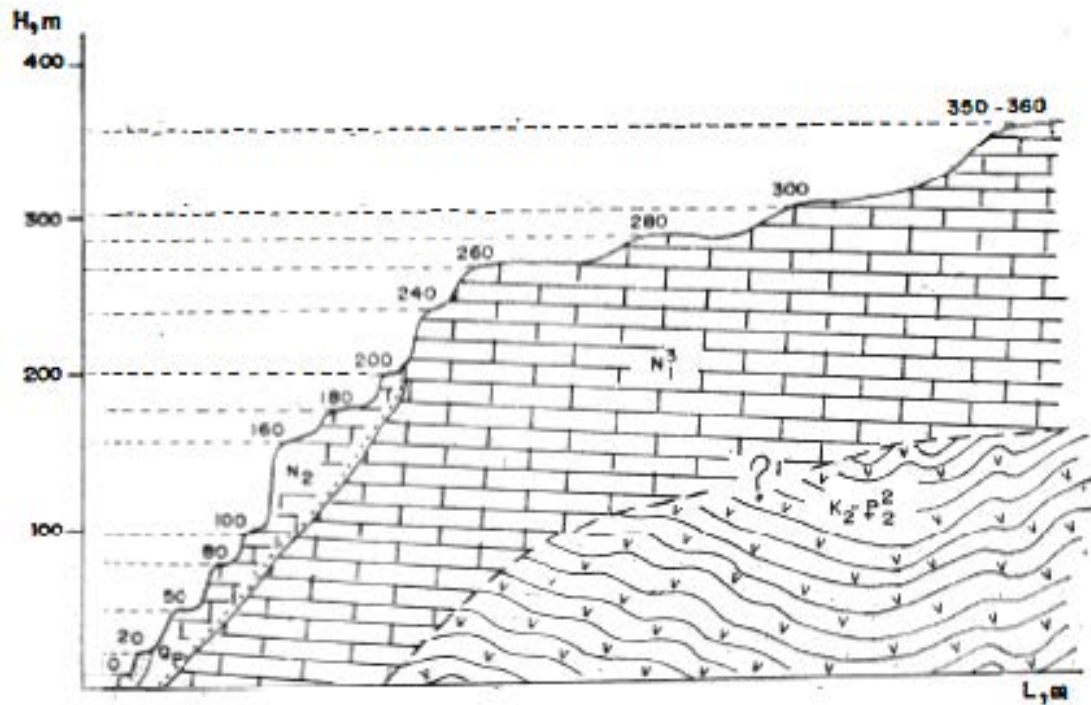


FIG. 5. Perfiles de las terrazas marinas en la región de Punta Escalereta, al Sur de la meseta monoclinal de Cabo Cruz.

El análisis detallado del perfil longitudinal de las terrazas marinas de la Sierra Maestra (Fig. 6) refleja el carácter deformativo del espectro regional de las terrazas marinas.

Las terrazas altas del Pleistoceno Temprano se elevan de la Sierra Maestra Occidental, hacia la Central en 20-30 m, de la Central descenden hacia la Oriental en 40-50 m, y todavía más hacia el mesobloque Santiago-Boniato, y aumentan suavemente hacia el macizo de la Gran Piedra.

En algunas de las depresiones de tipo graben circundantes a la Sierra Maestra las terrazas forman extensas llanuras y se aprecia una zonalidad morfoestructural de sus tipos poligenéticos. En la depresión graben-monoclinal de Sabanilla, en el fondo de las llanuras abrasivo-acumulativas y

abrasivo-erosivas escalonadas se destacan las alturas horst-monoclinal de Manzanillo y Campechuela. En ellas las terrazas marinas están elaboradas en margas miocénicas de la formación Manzanillo con el espectro siguiente: 1-2, 5-7, 10-12, 18-20, 24-26, 35, 50-52 y 80-85 m. (Fig. 7). Su espectro se diferencia de la Sierra Maestra y se aprecia cierto basculamiento de E a W, lo cual se corresponde con la diferenciación interna del mesobloque de la Sierra Maestra Occidental.

Dentro de la llanura Sabanilla las terrazas se corresponden con los deltas planos de los Ríos Jo y Gua (2-3, 5-7 m) y las llanuras abrasivo-acumulativas en las regiones de Media Luna y Campechuela (2-3, 5-7 m); Vicana, Caney Abajo, El Rincón, Sabanilla, Palmarito y Carata Arriba (10-

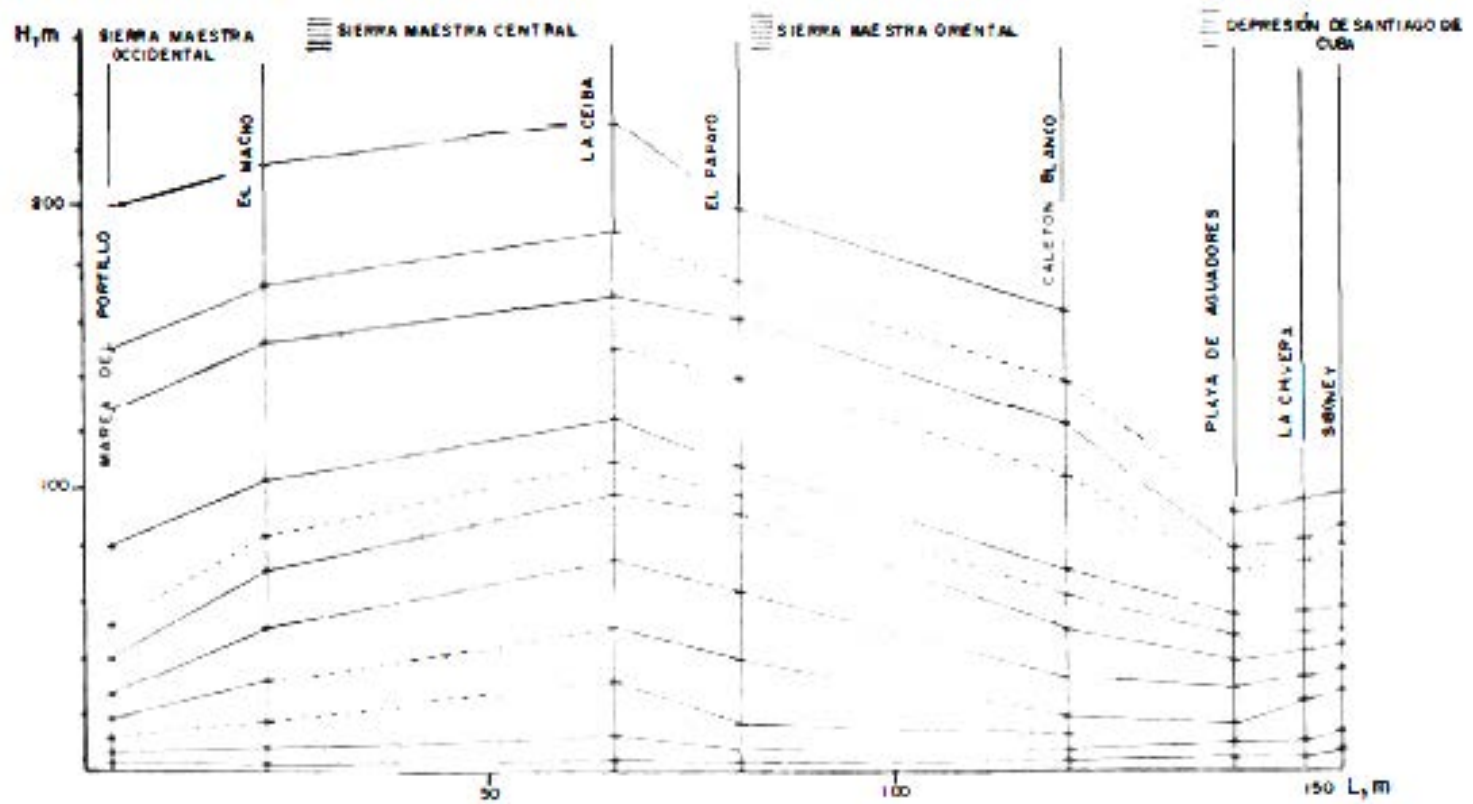


FIG. 6. Esquema de las deformaciones tectónicas del espectro de terrazas a lo largo de la pendiente meridional del sistema montañoso de la Sierra Maestra.

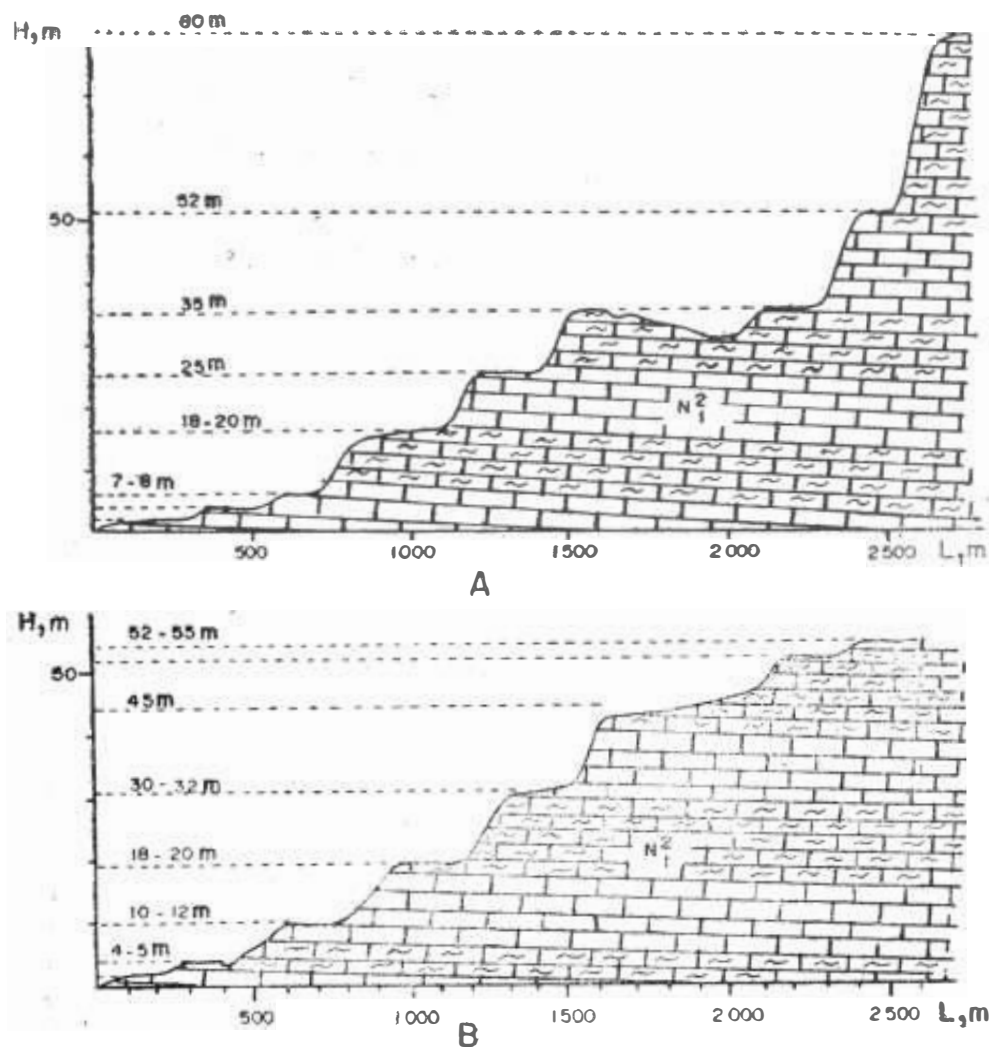


FIG. 7. Perfiles de las terrazas marinas en las pendientes de las alturas horst-monoclinales de Manzanillo (A) y Campechuela (B).

15, 20-25 y 35-40 m); con las llanuras abrasivo-erosivas, en las regiones de Macaca, Bayates y Purial de Jibacoa (40-45, 55-60 y 75-80 m); y con las erosivo-denuclativas, en las localidades de La Junta, Dos Bocas de Tana y Cieneguilla (85-90, 100-120 m).

Las terrazas marinas de la depresión graben-monoclinal de Guantánamo han sido transformadas en cierta medida, por los procesos erosivos.

En las cadenas de alturas horst-monoclinales de los monitongos son abrasivas y se adosan a las montañas bajas de la periferia nororiental de la Gran Piedra. El espectro está compuesto por los niveles de 5-7, 10-12, 20-25, 35-40, 55-60, 75-80, 100-120, 140-150, 175-180 y 200-220 m. El nivel más extendido es el de 100-120 m. En la porción central de la depresión estas terrazas están representadas por amplias llanuras abrasivas y abrasivo-denuclativas.

Los horizontes superiores de los restos de la terrazas están formados por conglomerados pliocénicos de la formación Jamaica, que desempeñan un papel de acorazamiento.

El espectro refleja los niveles de 2-3, 10-12, 20-25 y 35-40 m, y más hacia el NE refleja los de 100-120 y 200-220 m, formados durante el final del Plioceno y del Pleistoceno Temprano.

Al N de Guantánamo, en la depresión graben-sinclinal de Carrera Larga, se encuentran superficies de llanuras disecionadas con alturas de 55-60, 75-80, 100-120, 140-150 y 175-180 m, y restos del nivel del Plioceno Tardío de 200-220 m, en la localidad de Arroyón-El Palmar. Este último se elaboró sobre la formación conglomerática pliocénica Jamaica.

La datación de la edad de las terrazas marinas de la Sierra Maestra y de todo el archipiélago cubano es uno de los problemas más discutidos de la geomorfología actual de nuestro país debido fundamentalmente a la ausencia de sedimentos correlativos. La intensidad de los procesos de intemperismo y denudación en condiciones montañosas tropicales aceleran el lavado de los sedimentos de cobertura e incluso la fosilización de las calizas holocénicas, lo cual imposibilita la datación litoestratigráfica, incluso por el método de radio-carbono. En algunos casos, la utilización de este último método aporta resultados contradictorios.

En Cuba se utiliza ampliamente en los últimos años, el esquema cronológico general de Lilienberg (1970, 1973). Este esquema es bastante provisional y se elaboró sobre la base de las analogías generales del espectro cubano con las terrazas marinas de las costas de África Noroccidental, de los Mares Mediterráneos Europeos y Americano, y otras correlaciones concretas. Además, esta subdivisión cronológica está concebida sobre la base de ascensos

tectónicos no diferenciados, al menos durante el Cuaternario en Cuba, lo cual determinó el principio hipsométrico de datación de los niveles geomorfológicos más jóvenes.

El nivel de 100-120 m corta sedimentos pliocénicos en la región de Matanzas, Santiago de Cuba, Guantánamo, Siboney, Cabo Cruz y otros lugares, determinando su formación con el inicio del Pleistoceno. Por otra parte, los niveles holocénicos fueron datados en la Ciénaga de Zapata. Tomando en consideración los niveles extremos datados con precisión, el esquema presenta la subdivisión siguiente: Holoceno (2-3, 5-7 m); Pleistoceno Tardío (10-15, 20-25, 30-35 m); Pleistoceno Medio (40-45, 50-60 m), y Pleistoceno Temprano (80-90, 100-120 m). A los niveles más altos se les propone la edad del Plioceno Tardío.

Otros autores se ocuparon del estudio de la datación de las terrazas submarinas (Ducloz, 1963; Ionin, 1975; Pavlidis *et al.*, 1976; Avello *et al.*, 1975). Sobre la base de perfiles sísmicos Pavlidis *et al.* (1976) distinguieron el siguiente espectro de niveles submarinos: -3-5, -8-10, -14-15, -18-20, -25, -30-32, -40-43 m; y Avello *et al.* (1975), incluyeron los niveles de -65-70 y -80 m. Ducloz (1963) al N de Cuba Occidental encontró niveles de -1 y -2-6 m datados con el nivel medio máximo de la glaciación de Illinois, e Ionin (1975) las dató como holocénicas. La terraza submarina de -10-17 m fue datada por Ducloz (1963) como la etapa intermedia de la glaciación de Wisconsin; Stanley *et al.* (1968), en las Islas Bermudas consideraron su edad como pre-Wisconsin. La datación de radio-carbono de los corrales de esta terraza (Land *et al.*, 1967) determinaron su edad como Sangamón Superior.

Por otra parte, los datos sobre terrazas submarinas profundas no son menos contradictorios, relacionados con los valores máximos de la regresión de Wisconsin

Tardío. Éstas fueron determinadas en México a la profundidad de -100-120 m (Curray, 1964); -64 m en las Islas Bermudas (Stanley *et al.*, 1968), y -60 m en Cuba (Ionin, 1975), lo que puede explicarse como deformaciones tectónicas o como dataciones imprecisas de edad (Ionin, 1975). Este último autor determinó en Cuba deformaciones tectónicas de la terraza holocénica baja desde 0,7 m hasta 4 a 6 m.

Los resultados obtenidos por los autores sobre las deformaciones tectónicas de las terrazas marinas mediante métodos geodésicos, así como la falta de correspondencia cronológica de algunas terrazas, determinada por numerosos científicos en la región mexicano-caribeña, dejan sin vali-

dez el principio hipsométrico de datación del relieve y demuestran la continuidad del carácter diferenciado de los movimientos tectónicos durante todo el Cuaternario.

El análisis regional de los espectros de terrazas marinas de Cuba suroriental permitió caracterizar una nueva etapa de las investigaciones, sus logros y principales problemas.

Si aún se requieren grandes esfuerzos en los aspectos relativos a la datación de las terrazas marinas, ahora su estructura y el carácter de sus deformaciones tectónicas están mejor estudiados en la Sierra Maestra que en el resto del archipiélago cubano.

CONCLUSIONES

a) El análisis complejo del sistema interactuante "tectogénesis-morfogénesis", mediante el empleo de métodos instrumentales, demostró la correspondencia directa entre el plano morfoestructural de la Sierra Maestra y las variaciones espectro-espaciales de las terrazas marinas, existiendo un complejo morfoestructural característico para cada mesobloque montañoso.

b) La existencia de deformaciones tectónicas en el espectro regional de terrazas marinas revela el carácter diferenciado de los movimientos neotectónicos y su continuidad durante todo el Cuaternario.

c) Las amplitudes diferenciadas de los movimientos tectónicos cuaternarios se corresponden con las magnitudes y tendencias de los ascensos neotectónicos formadores de las neomorfoestructuras, lo cual se manifiesta en el perfil longitudinal de las terrazas marinas.

d) Los niveles de terrazas marinas más altos se elevan 20-30 m desde la Sierra Maestra Occidental hacia la Central, des-

cendiendo hacia la Oriental 40-50 m y aún más hacia la depresión de Santiago de Cuba.

e) La revelación de deformaciones tectónicas de los niveles geomorfológicos, en este caso de las terrazas marinas, deja sin fundamentación científica el principio hipsométrico empleado hasta el presente para datar el relieve y establecer un nuevo enfoque para el análisis cronológico y evolutivo del mismo, al menos en las regiones montañosas, donde los movimientos neotectónicos fueron más intensos.

f) La anterior provisionalidad y la falta de validez actual del principio hipsométrico de datación de los niveles geomorfológicos determina problemas aún más serios para la ciencia geomorfológica cubana, los cuales sólo encontrarán solución con la aplicación de los métodos de datación absoluta, sobre una base regional-jerárquica de las morfoestructuras en correspondencia con las deformaciones tectónicas de las terrazas y de las superficies de planación de distinta génesis.

REFERENCIAS

- Avello, O., A. C. Ionin, V. S. Medvediev, *et al.* (1975): Particularidades de la estructura del shelf de Cuba por datos de perfilación sismoacústica. En *Shelfs insulares de la zona tropical del océano* [en ruso]. Ed. Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, pp. 7-17.
- Curry, J. R. (1964): Transgression and regressions. En: *Papers of marine geology*. New York.
- Del Corral, J. I. (1940): *El geosinclinal cubano*. Editorial Cía, La Habana, 141 pp.
- Ducloz, Ch. (1963): Étude geomorphologique de la région de Matanzas, Cuba (avec un contribution a l'études des dépôts quaternaires de la zone Habana-Matanzas). *Arch. Sci. Soc. physet. nat.*, 16(2):351-402.
- Furrázola-Bermúdez, G., C. M. Judoley, M. S. Mijailovskaya, *et al.* (1964): Geología de Cuba. Ed. Consejo Nacional de Universidades. La Habana, 239 pp.
- Guerasimov, I. P. (1959): *Rasgos estructurales del relieve de la superficie terrestre de la URSS y su origen* [en ruso]. Editorial Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 100 pp.
- Hernández, J. R., D. A. Lilienberg y R. González (1986): Regionalización morfoestructural de la Sierra Maestra y de las depresiones circundantes. *Cien. Tierra Espacio*, 12, Editorial Academia, La Habana, pp. 36-48.
- Hernández, J. R. (1987): *Geomorfología estructural y geodinámica reciente del relieve de Cuba Suroriental (en la zona de interacción de la Microplaca Cubana y la fosa profunda de Bartlett* [en ruso]. Tesis de candidatura, Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 264 pp.
- Ionin, A. S. (1975): Formación del relieve del shelf cubano en el Cuaternario Superior. En *Problemas de Geología del shelf* [en ruso]. Nauka, Moscú, pp. 198-205.
- Land, L. S. y S. J. MacKenzie Gould (1967): Pleistocene history of Bermuda. *Bull. Geol. Soc. America*, 78(8).
- Lilienberg, D. A. (1970): Relieve. En *Atlas Nacional de Cuba* (Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS), Dirección Nacional de Geodesia y Cartografía, Consejo de Ministro de la URSS, Moscú, pp. 25-27.
- (1973): Algunos problemas de la formación del relieve del archipiélago cubano. *Serie Espeleológica y Carsológica*, No. 48, Editorial Academia, La Habana, 12 pp.
- Lilienberg, D. A., J. R. Hernández Santana, y M. E. Marques Tablón (1986): Correlaciones de los movimientos tectónicos recientes y de la sismicidad con las morfoestructuras de bloques y la estructura profunda de Cuba Suroriental. En *Problemas fundamentales de la sismotectónica* [en ruso]. Nauka, Moscú, pp. 12-193.
- Massip, S., y S. Ysalgué (1942): *Introducción a la Geografía Física de Cuba*. Editorial Fiallo y Hnos., La Habana, 255 pp.
- Núñez, A. (1960): *Geografía de Cuba* [en ruso]. Editorial Inostrannaya literatura, Moscú, 607 pp.
- Núñez, A. (1965): *Geografía de Cuba*. Editorial Pedagogía, 3ª edición, La Habana, 526 pp.
- Pavlidis, Yu. A., O. Avello Suárez, A. S. Ionin, *et al.* (1976): Investigaciones soviético-cubanas de la zona litoral y del shelf de Cuba. En *Vestnik AN SSSP* (Editorial Academia, Nauka SSSP, 5:94-105).
- Shancer, E. V., O. M. Petrov, y G. L. Franco (1976): Sobre las terrazas marinas costeras y los sedimentos relacionados con ellas [en ruso]. En *Sedimentación cuaternaria y formación del relieve de Cuba*. Editorial Nauka, Moscú, pp. 34-79.
- Spiridonov, A. J., R. del Busto, J. L. Díaz, y J. R. Hernández (1975): Las terrazas marinas de Maisí. *Rev. Univ. Habana, Ciencias, Geografía*, 10:1-10.
- Stanley, V., y D. J. P. Swift (1968): Bermudas Reef-front platform: bathymetry and significance. *Marine geol.*, 6(6).
- Taber, S. (1934): Sierra Maestra of Cuba, part of the northern rim of the Bartlett trough. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 45:567-619.
- Ushanov, S. A., A. I. Avdeev, Yu. I. Galushkin, y E. P. Dubinin (1979): Ruptura de la litostasia de la litosfera de la región Caribeña y análisis geodinámico de su naturaleza [en ruso]. En *Tectónica y geodinámica de la región Caribeña*, Editorial Nauka, pp. 63-77.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 15 y 16, 1989

TECTONIC DEFORMATIONS OF THE MARINE TERRACES OF THE
SIERRA MAESTRA, CUBA

José R. HERNÁNDEZ,
Rodolfo GONZÁLEZ,
Armando VENEREO
and Francisco PÉREZ

ABSTRACT. *The study of geomorphological levels, mainly of marine terraces, is of a greatest importance for the morphostructural differentiation of insular territories, since these levels are morphochronological indicators of their geotectonic evolution as well as of the stages of development of their relief. For the first time were the marine terraces regionally and locally studied through geodesic measurement in the mountainous system of Sierra Maestra. The analysis of their spectrum enabled us to distinguish their quaternary tectonic deformations. The highest levels of the early Pleistocene ascend from 20 to 30 meter from the Western to the Central Sierra Maestra. They descend 40-50 m to the Eastern part and even more towards Santiago-Boniato Mesoblock. But they softly ascend again towards the mountainous massif of the Gran Piedra. The tendency and character of the deformations reveal the uneven development of the neotectonic movements of the region, they corroborate the morphostructural differentiation and they finally establish a new approach for relief dating. This overthrows the hipsometric principle used up to now in Cuban geomorphological literature.*