

El relieve de Cuba*

****Jorge L. DÍAZ DÍAZ,**
****Antonio R. MAGAZ GARCÍA,**
****Armando PORTELA PERAZA,**
****Odalys BOUZA ALONSO,**
y ****José R. HERNÁNDEZ SANTANA**

RESUMEN. *El artículo expone las principales ideas modernas sobre los rasgos geomorfológicos y la evolución del relieve de Cuba según las últimas investigaciones. En la formación del relieve cubano han desempeñado un papel morfoestructural importante tanto los movimientos horizontales como los verticales. Los primeros dieron lugar a morfoestructuras de manto-sobrecorrimiento con clara expresión geomorfológica, mientras que los verticales formaron bloques neotectónicos de diferente magnitud. Este proceso dio lugar a diversas categorías del relieve como son: montañas, alturas y llanuras en la tierra firme y la plataforma submarina, el talud insular, las cadenas insulares, las depresiones y las fosas profundas en el fondo marino. Las principales peculiaridades morfoesculturales están dadas por un conjunto de factores entre los que se destacan, los cambios glacioeustáticos del nivel del mar, las condiciones climáticas tropicales y los movimientos neotectónicos. El complejo de formas producto de la interacción de tales factores agrupa terrazas marinas y fluviales, superficies de planación, formas cársicas, cortezas de intemperismo y costas biogénicas. La geodinámica reciente del Archipiélago se caracteriza por movimientos tectónicos generalmente moderados y una diferenciación espacial en bloques de diferentes tamaños, así como por un ajuste claro de la sismicidad a determinados nudos morfoestructurales.*

INTRODUCCIÓN

Antes del triunfo de la Revolución y en los primeros años después, la geomorfología del País se estudiaba solamente en los cursos universitarios dentro de la especialidad de Geografía Física. Este mérito del desarrollo de la geomorfología pertenece a los conocidos geógrafos cubanos Salva-

dor Massip, Sarah Ysalgué y Antonio Núñez Jiménez. Algunas investigaciones geomorfológicas tuvieron un carácter local (Ch.

*Manuscrito aprobado en julio de 1988.

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

Ducloz e I. del Corral). El estudio especial complejo del relieve comenzó bajo la dirección de D. A. Lilienberg con motivo de la preparación del Atlas Nacional de Cuba (1970), para el cual fueron realizados el mapa general geomorfológico (1:1 500 000) los mapas morfométricos, de regionalización geomorfológica, del carso y de las costas (1:2 500 000). Esta época marca el comienzo del desarrollo de la geomorfología como ciencia en Cuba. En los años 1970-1980 se desarrollaron rápidamente las investigaciones dentro de la geomorfología general, de la geomorfología estructural y de la geodinámica reciente (R. del Busto, J. L. Díaz, J. R. Hernández, D. A. Lilienberg y V. M. Muratov) del carso y de la espeleología (M. Acevedo, A. Núñez Jiménez, V. Panos y O. Steltel), de las costas y de la plataforma insular (O. Abello, N. N. Dunaeu, E. I. Ignatov, A. S. Ionin, O. K. Leontiev, V. S. Meduedev y J. A. Pavlidis), de la geología del Cuaternario (I. P. Kartashov y L. Peñalver), de las cortezas de intemperismo (J. J. Buguel'skiy, F. Formell-Cortina), del desciframiento aerocósmico del relieve (D. S. Asoian y A. Portela), y estudios detallados de distintas regiones (M. Acevedo,

P. Blanco, R. del Busto, E. González, L. Iñiguez, J. Mateo, L. Orbera y otros).

En los años 1981-1986 se realizaron nuevos aportes al conocimiento de las morfoestructuras y de la geodinámica endógena reciente (J. L. Díaz, J. R. Hernández, A. Magaz, A. Portela y R. González), al conocimiento de la relación entre el relieve y los yacimientos de minerales útiles (J. L. Díaz, E. González y otros).

Una amplia gama de las investigaciones geomorfológicas ha estado relacionada con la ayuda internacional de los países socialistas, ante todo, de la colaboración internacional cubano-soviética y checoslovaca, lo que ha permitido formar a diversos grupos de geomorfólogos. Así, dentro del Departamento de Geografía Física del Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba fue creado un grupo especial de geomorfología.

Las investigaciones geomorfológicas también se realizan actualmente en la Universidad de La Habana, en los Institutos Superiores Pedagógicos, en el Instituto de Oceanología y en algunos otros organismos de producción, como el MINBAS y el IPF.

PARTICULARIDADES MORFOESTRUCTURALES Y MORFOESCULTURALES

El relieve de Cuba, como resultado de la interacción contraria de factores endógenos y exógenos, está condicionado, de una parte, por su posición en el arco insular de las Antillas Mayores, en la zona de articulación de las placas de América del Norte y Caribe y por otro lado, por su ubicación en el borde norte de la zona tropical húmeda. Ello determina la heterogeneidad, la complejidad, el carácter y el desarrollo de sus elementos morfoestructurales y morfoesculturales.

Morfoestructura

El relieve del archipiélago cubano refleja las particularidades de su compleja estructura geológica, tanto aquella que se obtuvo como resultado de los movimientos compresivos de la Orogenia cubana, como la adquirida en la etapa neotectónica, donde han predominado hasta la actualidad, los desplazamientos verticales, oscilatorios, diferenciados e interrumpidos, la separación en bloques del territorio y la deposición de

una cobertura poco deformada que cubre parcialmente a las estructuras antiguas.

El elemento de mayor jerarquía en la diferenciación de las morfoestructuras está dado por el piso estructural, que marca las dos etapas más importantes del desarrollo histórico-geológico del Archipiélago, cuya estructura resultante está bien diferenciada y frecuentemente bien expresada en el relieve. De este modo se distinguen las morfoestructuras que corresponden al Basemento plegado anterior al Eoceno Medio-Superior, de estructura imbricada muy compleja y densamente fracturada, y las correspondientes a la cobertura neautóctona del Eoceno Superior-Cuaternario, de estructura y yacencia generalmente simple.

El relieve actual se ha creado, fundamentalmente, por movimientos neotectónicos que transformaron a las estructuras antiguas, los cuales, en cierta medida, controlaron a los nuevos movimientos, lo que se manifiesta en:

1. La división transversal del territorio a lo largo de las fallas transcurrentes antiguas en un conjunto de macrobloques activos de cientos y miles de km², diferenciados entre sí por su desarrollo evolutivo.
2. La diferenciación longitudinal del plano morfoestructural neotectónico en un conjunto de mesobloques se corresponde con la zonalidad de las deformaciones tectónicas alpinas y con los grandes contrastes entre determinadas unidades geotectónicas precubanas.
3. Las fallas antiguas (alpinas) o sus planos han desempeñado un papel controlador en la presencia de las principales fallas de sobrecorrimiento neotectónicas, inclusive a escalas menores.

En el relieve cubano existen morfoestructuras originadas bajo la acción de procesos endógenos activos (tectomorfoestructuras) con otras resultantes de la diferenciación

exógena de las estructuras inerres (litomorfoestructuras).

El proceso genético que distingue a las morfoestructuras en el curso de su evolución geomorfológica ocurre a partir del momento en que cambia el estilo de las deformaciones tectónicas: los movimientos horizontales pasan a movimientos verticales predominantes. El nuevo mecanismo individualiza en la superficie a grandes bloques que involucran a las estructuras antiguas transformadas, las cuales se reelaboran como consecuencia de la erosión diferencial. Por esta razón, la designación del tipo de morfoestructura debe de ser amplia, de manera que incluya, en primer término, al estilo tectónico como proceso endogenético activo y, además, señale el estilo predominante de las deformaciones antiguas como estructura interna inactiva expresada. Así, por ejemplo, las cadenas de elevaciones del norte de la Región Central, se definen como "horst escalonado en mantos de sobrecorrimiento verticalizados y cuñas tectónicas" (Magaz y Díaz, 1986), lo que indica que esta unidad orográfica ha sido creada como consecuencia de ascensos escalonados, en la etapa de formación del relieve, que involucraron y transformaron a las estructuras imbricadas inactivas. Las planuras de bloques escalonados en monoclinal del Sur de Pinar del Río y de Cuba Central, se relacionan con zonas de débiles ascensos neotectónicos escalonados en estructuras monoclinales pasivas cortadas por superficies de planación de edad más antigua.

En el relieve se observa un gran mosaico de tipos que incluyen morfoestructuras positivas y negativas, lineales e isométricas, directas e inversas, pasivas y activas, heredadas y no heredadas, reactivadas, enterradas y exhumadas y sus combinaciones, que reflejan el carácter multidireccional durante el curso de su desarrollo histórico.

Morfoescultura

La insularidad del territorio y su ubicación en el borde norte de la zona tropical húmeda, han determinado en gran medida sus características morfoesculturales.

La alternancia de períodos paleoclimáticos con condiciones hidrotérmicas contrastantes, conjuntamente con los cambios glacioeustáticos y las consiguientes oscilaciones del nivel de base, han quedado registradas en los elementos morfoesculturales del relieve en forma de sistemas de terrazas marinas y fluviales bien marcados, en el desarrollo de superficies de nivelación de diversa génesis, de llanuras denudativas altas con alturas residuales, morfológicamente análogos a peniplanos y pediplanos, en la existencia de formas cársticas muy complejas y de sistemas de cuevas superpuestas, en el desarrollo de cortezas de intemperismo muy evolucionadas, en la presencia de barras marinas y de dunas fósiles en las zonas costeras, y en la coexistencia de formas subaéreas y submarinas en la plataforma insular.

Las terrazas marinas son el resultado de la alternancia de épocas glaciales e interglaciales, en un proceso de interacción con los factores endógenos. Las "escaleras" de terrazas marinas constituyen un rasgo característico en la región de llanuras y alturas. Ellas se manifiestan de forma más clara en los lugares donde afloran en la superficie las calizas miopliocénicas, las cuales son más resistentes a la acción de los agentes denudativos. En Punta Maisí y en Punta Escalereta las terrazas están a varios cientos de metros por encima del nivel del mar. Allí, donde la intensidad de los movimientos tectónicos es menor, como por ejemplo, en las llanuras, las terrazas alcanzan una altitud de 100-120 m y están separadas por pendientes más suaves.

Debido a la configuración alargada y a la pequeña superficie de la Isla, en Cuba

no existen condiciones para el desarrollo de grandes sistemas fluviales; predominan ríos pequeños, pero en ellos se observa un espectro de terrazas relativamente bien expresado. Los niveles altos más antiguos están representados por terrazas erosivas y de zócalo, mientras que las terrazas acumulativas son características para los niveles holocénicos más bajos. La diferencia de altura entre terrazas fluviales es siempre inferior que esta magnitud en las terrazas marinas cronológicamente equivalentes, aspecto que debe su causa a la insuficiente energía de los ríos durante las fluctuaciones corticales del nivel de base y a problemas diversos de carácter local.

En Cuba se observa claramente un relieve de fajas y la formación de "escaleras" de diferente edad de niveles geomorfológicos, los cuales están representados por superficies de aplanamiento de variada génesis con el paso de las formaciones marinas a las flúvio-marinas, fluviales y denudativas. Estos niveles son la expresión de la discontinuidad de los movimientos neotectónicos, de la alternancia en el tiempo de etapas de ascenso y disección con etapas de estabilidad y aplanamiento del relieve. La etapa principal de la formación de las fajas del relieve en Cuba fue la época Mioceno Tardío-Plioceno. Del relieve de estas etapas frecuentemente se preservan sólo fragmentos relictos en forma de mesa.

La morfogénesis tropical se manifiesta también en la intensidad de los procesos denudativos. En Cuba predominan las pendientes denudativas o con una cobertura somera de sedimentos sueltos, lo que se relaciona con el intenso lavado en las temporadas lluviosas y, en particular, de ciclones con gran efecto destructivo, no sólo por el arrastre de los elementos detríticos sino también por la eliminación de la vegetación, lo que condiciona el desarrollo de los procesos de erosión y gravitacionales (des-

lizamientos, corrimientos y derrumbes), principalmente en regiones montañosas.

El proceso de formación de las cortezas de intemperismo transcurre en interacción y lucha con los procesos de denudación. Debido a ello, en la morfoescultura tropical de Cuba, es raro el caso de potentes cortezas de intemperismo de perfil completo, como por ejemplo el de las montañas de Nipe, ya que ellas generalmente están reducidas desde arriba. Muy difundidas están las cortezas redepositadas, proceso que está relacionado con etapas de estabilidad tectónica y un prolongado proceso de planación. Según Buguelski (1975), las condiciones más favorables para el desarrollo de las cortezas de intemperismo se han dado en las montañas, con alturas entre 600 y 800 m y más, debido a la gran disecación y humedad y a la presencia de amplios

fragmentos de superficies de planación, es decir, se relacionan con territorios sometidos a ascensos neotectónicos intensos.

Sin embargo, la influencia del régimen climático sobre el tipo de los procesos geomorfológicos ha sido controlada por condiciones geólogo-estructurales muy diversas al extremo que, aun bajo similares condiciones climáticas, se producen tipos de relieve sustancialmente diferentes por el marcado predominio de factores litológicos, estructurales o endodinámicos.

Este aspecto se refleja muy bien en el desarrollo de los procesos cársicos íntimamente ligados a las condiciones climáticas por las particularidades litológicas, por la morfoestructura (complejos morfoestructuro-cársicos) y por la presencia de gran cantidad de microorganismos en los horizontes de suelo.

EVOLUCIÓN

La etapa de formación del relieve cubano comienza a finales del Paleógeno, cuando se inician los movimientos verticales como tendencia fundamental y cesan los movimientos compresivos. Ello trae como consecuencia la reordenación de las estructuras alpinas. El análisis de los depósitos correlativos del Eoceno Superior y Oligoceno demuestra el establecimiento de grandes morfoestructuras positivas de relieve vigoroso, heredadas o rejuvenecidas con posterioridad a partir del Neógeno, la existencia de territorios emergidos con llanuras y con elevaciones pequeñas y la presencia de cuencas periféricas e interiores. Así, en el Oligoceno se establecen como morfoestructuras con sus límites y estilo similares a los actuales, los Mesobloques del Escambray y de la Sierra de la Gran Piedra, el Macrobloque de Camagüey, y otras unidades. Como morfoestructuras negativas directas se

conforman las cuencas del Cauto, Nipe, Agabama, Valle Central, la llanura de Sancti Spiritus, etc. En la mayoría de los casos se observa la herencia o el rejuvenecimiento de estas morfoestructuras originales en el Neógeno-Cuaternario, aunque en la llanura de Sancti Spiritus, en la actualidad se ha invertido la tendencia de desarrollo como consecuencia del carácter oscilatorio de los movimientos tectónicos.

La etapa del Paleogeno Tardío debe considerarse como la época durante la cual ocurre la preparación del territorio para los levantamientos posteriores, se crean las disyuntivas verticales fundamentales de nueva generación y dirección y se definen las primeras morfoestructuras de bloque. De las superficies creadas entonces no deben quedar vestigios.

Ellas fueron totalmente arrasadas y parcialmente cubiertas bajo los sedimentos de

la transgresión miocénica y sólo existen excepcionalmente algunos fragmentos muy pequeños.

A partir del Oligoceno Superior y hasta el Mioceno Medio tiene lugar una larga etapa de estabilidad tectónica, con formación de cuencas sedimentarias tranquilas y separación del territorio en varias islas. El relieve durante ese tiempo fue denudado, formándose amplias llanuras planas y onduladas y algunos grupos de elevaciones bajas correspondientes a las morfoestructuras positivas consolidadas en la etapa anterior (Oligoceno). Así se constituye la superficie de planación más antigua conservada en el relieve actual: el peniplano miocénico. Esta superficie de génesis denudativa y de larga evolución, fue dividida por el inicio de los movimientos de ascenso de finales del Mioceno y sus fragmentos

fueron elevados en bloques a diferentes alturas; sus relictos se conservan hoy en las partes más altas de los macizos montañosos.

Como consecuencia de la partición de la superficie original por el ascenso neotectónico diferenciado e interrumpido, se definen y consolidan la mayor parte de las tectomorfoestructuras y litomorfoestructuras, se reactivan las morfoestructuras más viejas y se forman nuevas superficies de nivelación cuya edad debe ser fundamentalmente pliocénica. Estas superficies ocupan la periferia y partes intermedias e interiores de los sistemas montañosos, las partes altas de los grupos de alturas y las llanuras denudativas altas del centro de la Isla. Por su génesis son probablemente denudativas y en menor medida abrasivas.

CATEGORÍAS GEOMORFOLÓGICAS

La tendencia general de los movimientos neotectónicos, así como el tipo de megamorfoestructura y su evolución y la posición actual del nivel del mar han dado lugar a la formación de las dos unidades geomorfológicas más importantes: el relieve de la tierra firme y el relieve del fondo marino. Las amplitudes de los movimientos neotectónicos determinó las categorías de estas dos unidades en montañas, alturas y llanuras de la tierra firme y la plataforma, el talud insular, las cadenas insulares, las depresiones y las fosas profundas en el fondo marino.

Las montañas ocupan una pequeña parte del territorio y se distribuyen a manera de grupos aislados separados por llanuras. Son el resultado de ascensos neotectónicos moderados e intensos con amplitudes de 500 a 2 000 m, con diferentes estilos tectónicos, que han involucrado a las estruc-

turas antiguas y con un prolongado proceso de modelado, el cual ha elaborado su morfología bajo el control estructural.

Por su morfología se distinguen montañas tectónico-erosivas, en las cuales no se revelan los detalles de su compleja estructura aun cuando sus contornos generales y su altitud están determinados por la neotectónica; y montañas tectónico-litológicas, cuya estructura interna pasiva se manifiesta bien en el relieve, fundamentalmente en virtud de factores litológicos.

Como consecuencia del carácter diferenciado e interrumpido de los levantamientos neotectónicos, en los grupos montañosos se destacan claramente escalones morfoestructurales: las montañas medianas (de 1 500 a 2 000 m), las montañas bajas (de 1 000 a 1 500 m), las montañas pequeñas (de 500 a 1 000 m) y las premontañas y submontañas (de 300 a 500 m). Estos esca-

lones contienen a su vez a otros niveles intermedios.

De este modo se distinguen ocho grupos genéticos de montañas:

- a) Sistemas de bloques y horst en mantos de sobrecorrimientos (Cordillera de Guaniguanico). Elevados a partir del Mioceno por ascensos diferenciados que involucraron a las estructuras antiguas bien expresadas en el relieve. Se componen de grupos de cadenas paralelas y de macizos, separados por depresiones litólogo-estructurales con el relieve fluvial. Su desarrollo morfoestructural está muy vinculado con sus características litoestructurales: son clásicos el carso cónico y de torres (mogotes) y las formas subterráneas de desarrollo poligeneracional (sistemas de cuevas superpuestas). Las superficies de nivelación casi siempre se conservan como relictos desprovistos de sedimentos o como superficies onduladas a niveles intermedios.
- b) De horst y bloque, masivas. Altiplanicie de Cajálbana, Sierra Alta de Agabama, Sierra de Nipe y Noreste de Cuba Oriental. Se corresponden con macizos elevados en la etapa neotectónica siguiendo aproximadamente las líneas de dislocación antiguas y por rupturas nuevas. En general están poco diseccionadas, con amplias superficies de nivelación de diferentes alturas, sobre las cuales se han desarrollado corteza de intemperismo.
- c) De cúpula-bloque, antiformes (Montañas de Guamuhaya). Conciernen a levantamientos heredados en el Mioceno Superior en forma de cúpulas divididas en tres bloques transversales (Montañas de Trinidad, Premontañas del Agabama y Montañas de Sancti Spiritus) y una disposición concéntrica de los pisos altitudinales con una estructura compleja. Están compuestas por cadenas en monoclinas dispuestas hacia su periferia y por macizos interiores parcialmente blindados por escamas tectónicas

monoclinales calcáreas. Tienen amplio desarrollo las morfoestructuras cársicas, cársico-erosivas y erosivas y los restos de superficies de nivelación desmembradas sobre las cuales se conservan algunas cortezas de intemperismo. El descubrimiento de formaciones deluviales en la superficie de cima del pico "La Cuca", apoya la evolución morfoestructural y la existencia de superficies más altas pre-miocénicas.

ch) De horst escalonado (Sierra de Jatibonico). Se relacionan con ascensos neotectónicos moderados y escalonados, ocurridos a partir del Mioceno Superior-Plioceno. Consisten en cadenas paralelas anaclinales carsificadas, separadas por fallas, a lo largo de las cuales se forman depresiones erosivo-cársicas, aunque la magnitud de la disección es pequeña.

d) De bloque escalonado en plegamiento, monoclinales e intrusiones (Sierra Maestra). Están vinculadas a los levantamientos neotectónicos más intensos iniciados a partir del Mioceno Temprano relacionados con la zona de sutura de transformación entre la Placa Caribe y la Microplaca cubana, determinando el ascenso asimétrico de una complicada combinación de morfoestructuras longitudinales y transversales. Los diferentes bloques elevados a distintas alturas y desplazados horizontalmente se distinguen por el predominio de diferentes sistemas de orientación de los elementos disyuntivos, a los cuales se subordinan el carácter general de la disección orográfica del relieve. Las morfoestructuras transverso-digonales de la Sierra Maestra son continuas y se expresan en la correspondiente diferenciación en bloques de la depresión grabensinclinal de Guacanayabo-Nipe y de la fosa profunda de Bartlett.

e) De horst escalonado en plegamiento y monoclinas (Sierra de la Gran Piedra). Las morfoestructuras se consolidaron en el Paleógeno Tardío desarrollándose un sistema

de bloques escalonados asociados a las líneas de dislocación antigua (falla Baconao-San Germán-Manatí) los cuales en el desarrollo neotectónico fueron fracturados en unidades transverso-diagonales por líneas transregionales de dirección NE. Este mesobloque se caracteriza por el carácter oscilatorio de la tectónica con la consiguiente formación de paleoinversiones del relieve. Este estilo pulsátil de los movimientos también se manifiesta en la etapa reciente del desarrollo.

f) De bloque en plegamiento y monoclinales (Sierra del Cristal, Cuchillas del Toa y de Baracoa). Se corresponde con levantamientos neotectónicos intensos que incluyeron a las estructuras plegadas antiguas; en algunas partes están blindadas por paquetes calcáreos monoclinales y subhorizontales del Paleógeno y Neógeno que forman mesetas. Son macizos diseccionados en forma de cuchillas o aplanados con amplias superficies de nivelación, en algunos lugares carsificadas. Otras superficies de nivelación aparecen en forma de restos de niveles intermedios blindados por litologías más resistentes (Yunque de Baracoa).

g) De bloque en plegamiento complejo (Sierra del Purial). Vinculadas a ascensos neotectónicos intensos que comprenden a estructuras antiguas fuertemente dislocadas sin expresión morfológica. Sólo las dislocaciones nuevas se manifiestan en la red fluvial. Están profundamente diseccionadas y borradas sus superficies de nivelación.

Las alturas ocupan pequeñas áreas aisladas del territorio y se encuentran genéticamente asociadas a los sistemas montañosos o formando grupos aislados. Son el resultado de ascensos neotectónicos débiles y moderados con amplitudes de hasta 300 m o constituyen restos de superficies más elevadas, en cuyo caso no sobrepasan de unas decenas de metros.

Genética y morfológicamente se distinguen tres grupos de alturas:

a) Tectónico-erosivas, en las cuales el papel genético fundamental es de carácter endógeno activo, pero han sido considerablemente transformadas por procesos exogénicos. Se originan principalmente sobre rocas cristalinas o masivas que se intemperizan con facilidad (Sierra de la Cañada en la Isla de la Juventud, las Alturas de Cubanacán, en Cuba Central, la Meseta de San Felipe en Camagüey y otros).

b) Tectónico-estructurales, que deben su origen a ascensos de poca amplitud y a la expresión morfológica de su estructura interna pasiva (Alturas Habana-Matanzas, alturas del norte de la Macrorregión Central, etc.) o activa (Loma de Cunagua).

c) Litológico-estructurales y petromórficas: son alturas residuales originadas principalmente por erosión diferencial en las cuales se expresa, a veces, su estructura interna. Se elevan unas decenas de metros sobre las llanuras denudativas y sus niveles son los restos más antiguos de éstas (Alturas de Vidot y Miraflores en Camagüey y alturas del Valle Almendares-San Juan). En las alturas pueden distinguirse los siguientes escalones morfoestructurales:

Alturas grandes (de 180-200 hasta 300 m),
Alturas medianas (de 100-120 hasta 180-200) y Alturas pequeñas (inferiores a 100-120 m).

Muchas veces las alturas aparecen aplanadas, aterrazadas e incluso escalonadas tectónicamente, con superficies abrasivas o denudativas. También contienen corteza de intemperismo rebajadas.

Las llanuras ocupan la mayor extensión del territorio y corresponden a las zonas de descensos relativos o de ascensos neotectónicos más débiles, cuyas amplitudes son inferiores a los 100 m y sólo en las partes centrales más elevadas del territorio alcanzan los 200-280 m.

De acuerdo con el factor genético fundamental se distinguen llanuras marinas, que se distribuyen por la periferia de la Isla de Cuba, de la Isla de la Juventud y en los principales cayos. Presentan superficies aterrazadas desde 100-120 m hasta el nivel del mar. Las superficies más altas, de evolución más prolongada y compleja, se consideran, de modo general, abrasivas y abrasivo-denudativas (80-90, 100-120 m) y abrasivo-erosivas (40-80 m) y son relativamente diseccionadas. Las superficies inferiores, más jóvenes, son predominantemente abrasivas y abrasivo-acumulativas, planas o ligeramente onduladas (0-40 m).

En las llanuras marinas se observa un cambio paragenético de sus superficies hacia las fluviomarinas creadas por depósitos deltaicos relativamente potentes. Su morfología se corresponde con la altitud y la edad, desde las más altas y antiguas, colinosas ($h = 80-120$ m) hasta las más jóvenes y planas ($h = 0-10$ m).

Hacia las partes interiores y elevadas del territorio y asociadas con el estilo tectónico de las alturas, aparecen las llanuras denudativas que experimentaron un prolongado proceso evolutivo. Sus superficies han sido considerablemente reelaboradas y sobre ellas se alzan cerros residuales. Pueden estar cubiertas por corteza de intemperismo redepositadas o por detritos muy intemperizados o también elaboradas directamente sobre la roca madre. Poseen un gran desarrollo de formas erosivas que les confieren un aspecto colinoso a las más altas y ondulado a las inferiores, aunque estos procesos pueden estar asociados también con las cársicas y cársico-sufosivas.

La plataforma insular bordea a todo el Archipiélago y sus aguas interiores con un ancho muy variable y su borde externo se encuentra a una profundidad entre los 10-

20 y 50-100 m, lo que depende del tipo de morfoestructura. En ellos predominan las llanuras abrasivo-acumulativas con profundidades de hasta 5-10 y 20 m y en su relieve se encuentran formas subaéreas como cauces, depresiones, manantiales cársicos, etc. Las sucesivas regresiones cuaternarias han dejado en sus bordes externos varias escarpas submarinas a profundidades de 10, 20, 40 m y más.

El talud insular es un extenso y abrupto escalón tectónico-estructural que limita al Megabloque cubano, cuya profundidad llega a alcanzar los 5 km y lo separa de las depresiones y fosas profundas circundantes. Su morfología no es homogénea. Por el *N* es estrecho y su profundidad oscila entre 0,4 y 1,5 km, mientras que la profundidad media por el *S* es de unos 3,5 km. En algunos lugares de la parte *S* de Cuba Oriental y Central la pendiente del talud está interrumpida por mesetas, macizos montañosos y depresiones interiores de graben, que le dan un aspecto escalonado en el perfil transversal. Hay numerosos valles y cañones submarinos a todo lo largo de él.

El lecho marino está representado por varias cavidades de profundidad variable que rodean al Archipiélago cuya estructura y tipo de corteza terrestre es diferente. Al *N* la Depresión del Golfo de México, de 3,5 km de profundidad se une al Canal Viejo de Bahamas cuya profundidad varía de 0,5 a 2,5 km. El fondo es de llanuras inclinadas y onduladas, interrumpidas por elevamientos montañosos aislados. Por el *S*, la Depresión de Yucatán, de unos 4,5 km de profundidad y fondo llano a ondulado está separada de la Fosa de Bartlett, de 7 km de profundidad, por la cadena insular de las Islas Caimán, prolongación submarina de la Sierra Maestra.

GEODINÁMICA

El desarrollo actual del relieve está determinado por las condiciones de la geodinámica endógena y exógena, las cuales son reflejo del cuadro morfoestructural y morfoescultural precedente.

La diferenciación morfoestructural del relieve de Cuba se manifiesta espacialmente en la dinámica endógena reciente. Las características generales de esta relación son: intensidad moderada de los movimientos tectónicos recientes, su carácter de bloque y su correspondencia con las zonas de movimientos tectónicos rápidos o epicentrales.

En general las llanuras de distinto tipo morfoestructural presentan valores débiles entre -1 y -3 mm/año con excepción de la llanura graben-sinclinal del Cauto, con valores entre -10 y -12 mm/año, la mínima para Cuba. Las montañas presentan valores muy disímiles en dependencia del carácter morfoestructural: las de bloques de sobrecorrimiento de Guaniguano de $-0,5$ a $+1,0$ mm/año, las de bloque en monoclinales de la Sierra Maestra de $+10$ a $+15$ mm/año, la máxima para Cuba, etc.

Los límites de los diferentes bloques coinciden con fallas bien manifestadas en el relieve y morfoalineamientos. A lo largo de estas líneas se producen aumentos bruscos de los gradientes de las velocidades del orden de las $0,2$ y hasta $1-3$ mm/año/km. Las zonas de altos gradientes de las velocidades y de cambios en los valores de los movimientos presentan coincidencia espacial con las zonas epicentrales y con los nudos morfoestructurales.

En el caso de la componente exógena se presenta un cuadro complejo de interrelaciones entre elementos, factores y procesos. La variabilidad estacional y diurna de las precipitaciones, su cantidad e intensidad,

eventos meteorológicos extremos (huracanes, frentes fríos, etc.) y el régimen térmico; el volumen y distribución del escurrimiento superficial y subterráneo; la abundancia de rocas carbonatadas, la profundidad del intemperismo y las características de los sedimentos sueltos; la altura, la longitud y el ángulo de inclinación de las pendientes; el tipo de cubierta vegetal y el grado de modificación antrópica, determinaron el tipo, la intensidad y la distribución de los procesos geomorfológicos y provocaron el intenso lavado de las pendientes, el transporte difuso y lineal de los sedimentos, el rápido desarrollo de los procesos erosivos, la alta disolución y lavado en el carso, el desarrollo de procesos gravitacionales de diferentes aspectos, la rápida acumulación de sedimentos detríticos en zonas bajas o en trampas artificiales (desembocaduras fluviales y embalses) y la deposición natural y lenta de fangos y turbas en las zonas cenagosas.

En Cuba es característica la acción simultánea de varios tipos de procesos exógenos sobre una misma superficie. Así, coexisten procesos erosivos y denudativos con alguna actividad cársica o cársico-sufosiva local o al intemperismo están superpuestos procesos denudativos, erosivos e incluso cársicos. Bajo ciertas condiciones excepcionales, naturales o inducidas, los procesos erosivos, denudativos, gravitacionales, y ocasionalmente los cársicos incrementan su energía y adquieren magnitudes catastróficas.

Algunas mediciones en cárcavas y barrancos activos han arrojado velocidades de crecimiento extremas de $1,0$ a $1,5$ m/año en las cabeceras, mientras que en los bordes es del orden de algunos $0,1-0,2$ m/año. Las mediciones del incremento de la profundidad efectuada por Hylsky (1973)

en el curso de ocho meses en la parte norte de Cuba Oriental, dieron una velocidad media de 0,6 m/año y máximas de 1,2 m/año.

Los deslizamientos activos, como ilustra el ejemplo de Mariel, pueden moverse a saltos, de modo súbito, alternando momentos de relativo reposo con momentos de descenso ininterrumpido a una velocidad de varios centímetros e incluso decímetros diarios (ENIA, 1985) y un poder destructivo considerable, aunque limitado espacialmente.

Las mediciones geodésicas de los procesos de cauce en el Río Carpintero, macizo de la Gran Piedra (Hernández *et al.* en prensa), señalan una estrecha correspondencia, por una parte entre el régimen hidroclimático, el tipo de los procesos y las categorías del relieve, y por otro lado entre las amplitudes de las variaciones de los procesos fluviales y los elementos morfológicos del cauce.

Las mayores amplitudes corresponden a los cauces principales mientras que las amplitudes mínimas a los planos de inundación bajo y alto. En el curso inferior (llanura) se comprobó la tendencia a la acumulación y alternancia del tipo de proceso siguiendo el ritmo hidroclimático, con erosión de -2 cm en el período seco a +13 cm de acumulación en el período llu-

vioso. Para el curso medio (premontaña) es característica la conservación de la tendencia erosiva con variación de su intensidad en función del período climático, desde -5 cm en el período seco hasta +20 cm en el período lluvioso. En el curso superior (montaña) la tendencia es siempre creciente y su intensidad varía desde 0 en el período seco hasta -80 cm en el período lluvioso.

Los datos de denudación química obtenidos en el Pan de Guajabón por Pulina *et al.* (1984) y Rodríguez *et al.* (1986), demuestran que ésta es intensa y compleja y aportan valores de 40 a 140 m³/km² anuales de roca disuelta en dos estaciones de observación.

En algunos lugares de los litorales bajos, con costas biogénicas (manglares) se puede deducir un retroceso de la línea de costa actual de alrededor de 1 m/año muy influenciado por la actividad antrópica a juzgar por la posición antigua y actual de las construcciones litorales.

Los datos de mediciones de procesos son de corta duración y locales insuficientes para hacer generalizaciones válidas para todo el territorio. No obstante, sus valores son ilustrativos acerca de la intensidad del desarrollo de algunos procesos exógenos actuales de Cuba.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS (1970): *Atlas Nacional de Cuba*. Dirección Nacional de Geodesia y Cartografía, Consejo de Ministros de la URSS, Moscú, 132 pp. + 12 p.n.n.
- Buguel'skiy, Y. Y., y F. Formell (1975): Influencia del factor hidroquímico en la formación y distribución de las cortezas de intemperismo de Cuba. *Ser. Geolog.*, 13:1-36.
- ENIA (1985): "Informe de la investigación ingeniero-geológica del deslizamiento de tierra de Loma Vigía" [inédito], MICONS, La Habana.
- Hernández, J. R., R. González, A. Venereo, y J. Ávila [en prensa]: Estudio de los procesos fluviales de cauce reciente del Río Carpintero, Cuba, mediante métodos geodésicos", Editorial Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Hyl'sky, J. (1973): Erosión en cárcavas. *Ser Oriente*, 10:1-43.
- Magaz, A., y J. L. Díaz (1986): Las morfoestructuras de la región centro-oriental de Cuba. En *Los principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano y su aplicación en la región centro-oriental de Cuba*, (J. L. Díaz

- et al.*), Editorial Academia de Ciencias de Cuba La Habana, pp. 13-60.
- Pulina, M., R. Fagundo, J. Valdés, y J. Rodríguez (1984): *The dynamic of the contemporary karstic processes in the tropical area of Cuba*. Uniwersytet Śląski, Sosnowice, 42 pp.
- Rodríguez, J. E., R. Fagundo, F. Cutié, C. Cruz, y E. Franco, G. L. [en prensa]: "Hidrología cársica del macizo del Pan de Guajaibón, Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba, durante el año hidrológico noviembre de 1984 —octubre de 1985", Editorial Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 18, 1990

THE RELIEF OF CUBA

Jorge L. DÍAZ DÍAZ,
Antonio R. MAGAZ GARCÍA,
Armando PORTELA PERAZA,
Odalys BOUZA ALONSO
and José R. HERNÁNDEZ SANTANA

ABSTRACT. *The principal modern ideas about geomorphological features and Cuba's relief evolution as more recent researches are exposed. In Cuban relief formation an important role from the morphostructural standpoint has been played by either horizontal as vertical movements.*

The formers caused nape-overthrust morphostructures with a clear geomorphological expression while the latter ones formed neotectonical blocks of different magnitudes. This process originated several categories of relief, such as: mountains, highlands and plains in land, and shelf, insular talus, insular chains, depressions and trenches in sea floors. Among the noticeable factors that forming the main morphocultural peculiarities are: glacioeustatical changes of the sea levels, tropical climatic conditions and neotectonical movements. The shape complex due to the interaction among these factors above joins marine and fluvial terraces, planation surfaces, karstic forms, weathering cruts and biogenic coasts (shores).

Archipelago's recent geodynamics is featured by generally moderate tectonical movements and a spatial differentiation in blocks of distinct sizes as well as a clear arrangement of the seismicity to certain morphostructural knots.