

Morfotectónica y neotectónica de la subdepresión Mata-Yumurí

Morphotectonic and neotectonic of Mata-Yumurí sub- depression

Alina Rodríguez-Infante^{1*}, Jair Osama Fabr -Almenares¹

¹Universidad de Moa, Holguín, Cuba.

*Autor para la correspondencia: rinfante@ismm.edu.cu

Resumen

El estudio tuvo la finalidad de caracterizar las principales estructuras morfotectónicas y neotectónicas en el sector Mata-Yumurí de la depresión Baracoa, ubicada al noreste de la provincia de Guantánamo. Se analizó la información geológica del área y se procesaron y generaron los mapas morfométricos utilizando los softwares Qgis versión 3.22.2, ArcGis desktop 10.8 y Pro. Como resultado, se diferenciaron en la subdepresión cuatro sectores con características morfotectónicas particulares, siendo evidente la compleja constitución geomorfológica y tectónica como consecuencia de la combinación de procesos endógenos y exógenos muy activos. Se evidenció que, tanto el relieve como el drenaje de la zona, han sufrido transformaciones como resultado de la actividad neotectónica que tuvo su máxima expresión durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno, manteniéndose mediante sistemas de fallas y bloques en franco levantamiento, que se considera se mantienen en la actualidad.

Palabras clave: alineamiento tectónico, depresiones tectónicas, terrazas marinas, dislocaciones del relieve, morfoescultura cársica, rectificación de costa

Abstract

This study aims to characterize the main morphotectonic and neotectonic structures in Mata-Yumuri sector from Baracoa depression, located in the northeast of Guantánamo province. The morphotectonic study was carried out by analyzing the geological information of the area, processing, and preparing morphometric maps using version 3.22.2 of Qgis software, ArcGis desktop 10.8 and Pro. As a result, four sectors with particular morphotectonic characteristics were distinguished in the sub depression, and the complex

geomorphological and tectonic constitution is evident because of the combination of highly active endogenous and exogenous processes. It was determined that both the relief and drainage of the area have undergone changes as a result of neotectonic activity, which had its peak during the Upper Pleistocene and Holocene, The system is based on fault systems and free-standing blocks, conditions which are considered to be maintained at present.

Keywords: tectonic alignment, tectonic depressions, sea terraces, dislocations of the relief, karstic morpho sculpture, coastal rectification

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios geológicos de la región oriental cubana se han dirigido mayormente a los principales sistemas montañosos, no solo por su magnificencia, sino también por los recursos que atesoran. Sin embargo, las numerosas llanuras o depresiones que forman parte de su topografía actual y otras que, aunque hoy no puedan declararse como tal, constituyeron depresiones en periodos geológicos recientes.

El área comprendida entre la ciudad de Baracoa y el río Yurumí, al noreste de la provincia Guantánamo, se reconoce como una depresión cuyo origen está asociado al desarrollo de los depocentros del Neógeno, que inició con la discordancia regional del Oligoceno Inferior (IGP, 2013). Esta depresión marginal se nombra Depresión de Baracoa según el Instituto de Geología y Paleontología (IGP, 2013), mientras que Nagy y Brezsnýánszky (1983) la denominan Depresión Baracoa-Mata, enmarcándola en un triángulo cuyos vértices, al norte, van desde la ciudad de Baracoa hasta el río Yumurí y el tercero se ubica al sur de la loma El Rodeo.

En el presente estudio se caracteriza la porción centro oriental de esta cuenca, que se extiende desde la morfoestructura Mata hasta el río Yumurí en el norte, y hacia el sur la Loma del Capiro y la vertiente norte del propio río, denominándola como subdepresión Mata-Yumurí, en la cual se encuentran importantes elementos morfotectónicos, como la cuenca local de la Bahía de Mata (Magaz, 2017), el sistema de alineamientos de río Yurumí y la morfoescultura cársica que caracteriza la zona.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Análisis de la información geológica del área

Se revisó la información del Mapa Geológico de la República de Cuba, escala 1: 100 000 (IGP, 2011), del Léxico Estratigráfico de Cuba (IGP, 2013) y del Mapa Tectónico de Cuba (Cobiella-Reguera, 2017). Se analizó, además, la

aflorabilidad de las diferentes formaciones que constituyen la cobertura sedimentaria, teniendo en cuenta las estructuras tectónicas que las afectan, reflejadas en los mapas.

2.2. Procesamiento y elaboración de los mapas morfométricos

Se analizó la información topográfica a partir del procesamiento del modelo de elevación digital del área con la utilización de los softwares Qgis versión 3.22.2, ArcGis desktop 10.8 y Pro.

Los índices morfométricos utilizados se representaron de forma gráfica (mapas auxiliares), lo que permite una mejor visualización de las características del relieve, indicadoras de la actividad dinámicas de los procesos endogenéticos y exogenéticos (Greenidge-Moro *et al.*, 2020).

Para la confección de los mapas se siguieron las indicaciones de la Metodología para la Confección del Mapa Geomorfológico de la República de Cuba a escala 1:100 000, de Moreno *et al.* (2020).

Mapa hipsométrico: la representación cartográfica de la hipsometría tiene como finalidad presentar la información topográfica, condición que permite distinguir de forma inmediata los desniveles y pisos altitudinales más importantes, y las alturas máximas y mínimas (Lugo-Hubp, 1991).

La Tabla 1 contiene los rangos de altura de las diferentes categorías y subcategorías del relieve insular de Cuba, según el Instituto de Geografía Tropical.

Tabla 1. Categorías y subcategorías morfológicas del relieve (tomado de Hernández Santana, 2009)

Categorías del relieve	Subcategorías del relieve	Alturas (H)
Montañas	Montañas medias	$1200 < H \leq 1970$ m
	Montañas bajas	$800 < H \leq 1200$ m
	Montañas pequeñas	$500 < H \leq 800$ m
	Premontañas	$300 < H \leq 500$ m
Alturas	Alturas grandes	$200 < H \leq 300$ m
	Alturas medias	$120 < H \leq 200$ m
	Alturas pequeñas	$120\text{m} < H$
Llanuras	Llanuras altas	$120 < H \leq 280$ m
	Llanuras medias	$20 < H \leq 120$ m
	Llanuras pequeñas	$20 \text{ m} < H$

Mapa de pendientes: se tomaron los rangos de pendiente propuestos en la metodología para la confección del mapa geomorfológico (Moreno *et al.*, 2020), que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación del ángulo de pendiente para mapas geomorfológicos (tomado de Priego-Santander *et al.*, 2004)

Tipo de pendiente (descripción)	Ángulo de Inclinación
Pendientes planas	< 1
Muy suavemente inclinadas	1 - 3
Suavemente inclinadas	3-5
Ligeramente inclinadas	5-10
Ligera a medianamente inclinadas	10-15
Medianamente inclinadas	15-20
Fuertemente inclinadas	20-30
Muy fuertemente inclinadas	30-45
Abruptas	> 45

Mapa de red de drenaje: para la confección del mapa de red fluvial se parte del sistema de ríos y tributarios representados en el mapa topográfico, tanto en sus cauces permanentes como temporales. Después de trazada la red, el objetivo fundamental consiste en la determinación de las principales alineaciones que esta pueda presentar, las anomalías en el comportamiento del drenaje, así como las variaciones en la densidad del mismo (Domínguez-González, 2005).

Mapa de disección vertical: también conocido como mapa de profundidad de erosión o de disección del relieve, expresa el grado de desmembramiento vertical que sufre la superficie del terreno, producto de la actividad erosiva de las corrientes fluviales. Se obtiene de la diferencia entre la cota máxima y la cota mínima en un área determinada. El análisis facilita la comprensión de las principales direcciones y amplitudes de los levantamientos neotectónicos. Áreas con altos valores de disección, corresponden con zonas de mayor intensidad del levantamiento neotectónico, ya que los agentes erosivos en esas condiciones intensifican su actividad, hasta alcanzar su nivel de base de erosión. Los rangos de los valores asumidos se muestran en la Tabla 3

Tabla 3. Clasificación de los tipos del relieve según valores de disección vertical (tomado de Moreno *et al.*, 2020)

No. de clase	Tipo de Disección Vertical (Descripción)	Grado de disección (m/km ²)
1		< 2.5
2		2.5-5
3	Débilmente diseccionadas	5-10
4		10-15
5		15-20
6		20-30
7	Ligeramente diseccionadas	30-40
8		40-60
9		60-80
10	Moderadamente diseccionadas	80-100
11		100-250
12	Fuertemente diseccionadas	250-500
13		> 500

Mapa de disección horizontal: muestra el grado de erosión lateral. Establece la relación existente entre la longitud total de la red hidrológica, en metros, y un área de un kilómetro cuadrado.

Derruau (1989) lo denomina *densidad de drenaje* y es un índice utilizado en los estudios de hidrología, porque la disección horizontal es alta en zonas donde los ríos o su red de drenaje son más extensos, fundamentalmente en zonas llanas donde las rocas del substrato sean arcillosas y predomine un clima lluvioso, mientras que es baja en las zonas de litologías arenosas, que significa zonas de máxima infiltración o donde el clima sea seco.

No siempre zonas de alta disección vertical coinciden con baja disección horizontal, ya que intervienen variables como la litología, las cotas del terreno y el clima. La Tabla 4 describe las diferentes categorías de la disección horizontal con los rangos de variación de cada una de ellas.

Tabla 4. Rangos propuestos para la clasificación de la disección horizontal o densidad de drenaje (tomado de Moreno *et al.*, 2020)

No. de clase	Tipo de Dh (Descripción)	Grado de disección (m/km²)
1	Muy suavemente diseccionadas	< 0,3
2	Suavemente diseccionadas	0,3-1
3	Ligeramente diseccionadas	1-2
4	Ligera a medianamente diseccionadas	2-3
5	Medianamente diseccionadas	3-4
6	Fuertemente diseccionadas	4-5
7	Muy fuertemente diseccionadas	> 5

3. RESULTADOS

En el mapa hipsométrico (Figura 1) se destaca el predominio del relieve de premontañas y alturas medias y altas en toda la parte sur y central. Las llanuras ocupan solamente una franja costera, la base del cauce del río Yumurí y la llanura de inundación de río Mata.

Las mayores pendientes (Figura 2) se encuentran asociadas al cauce de río Yumurí, a los niveles de terrazas que se conservan en el área y al tramo final de la cuenca de río Mata.

El mapa de red de drenaje (Figura 3), obtenido a partir del procesamiento del MDT, evidencia, hacia la parte norte central, una alineación de los cursos inferiores y medios del sistema Yumurí orientados hacia el noreste, asociados a la principal orientación de la morfoescultura cársica del área.

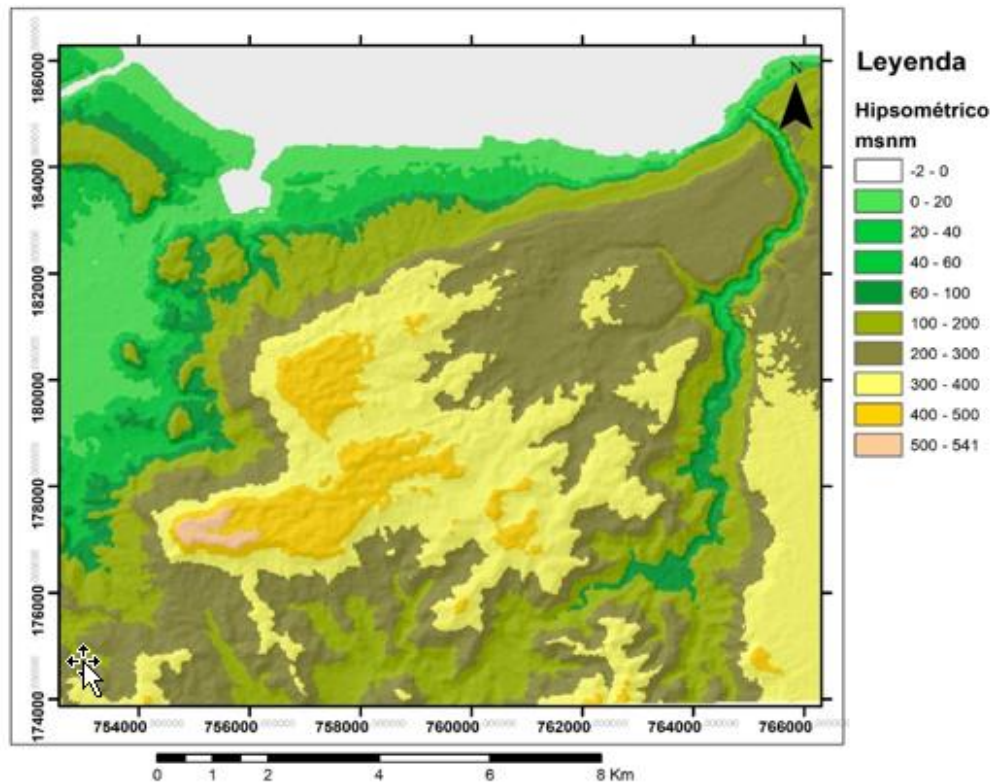


Figura 1. Mapa hipsométrico de la subdepresión Mata-Yumurí.

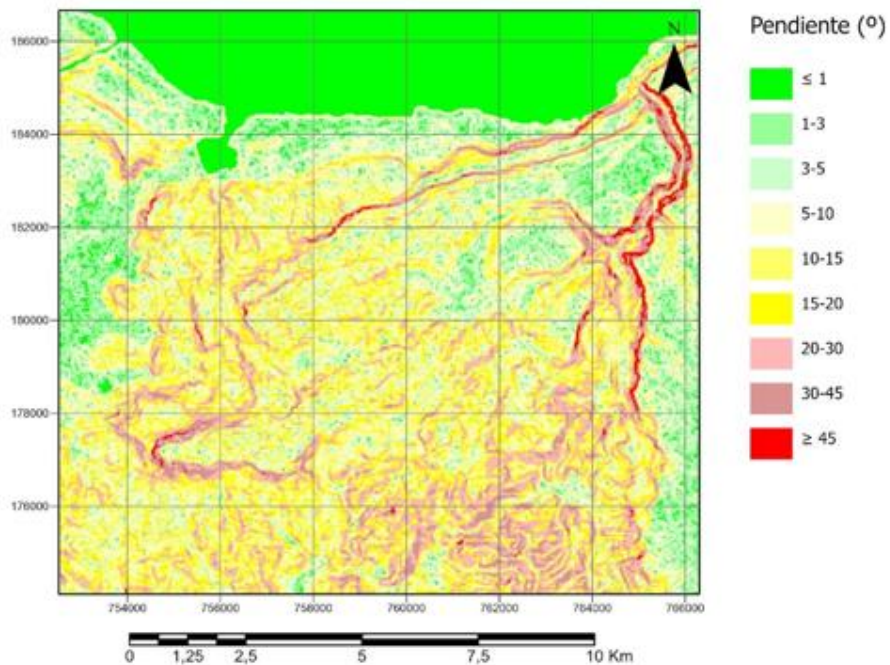


Figura 2. Mapa de pendientes de la subdepresión Mata-Yumurí.

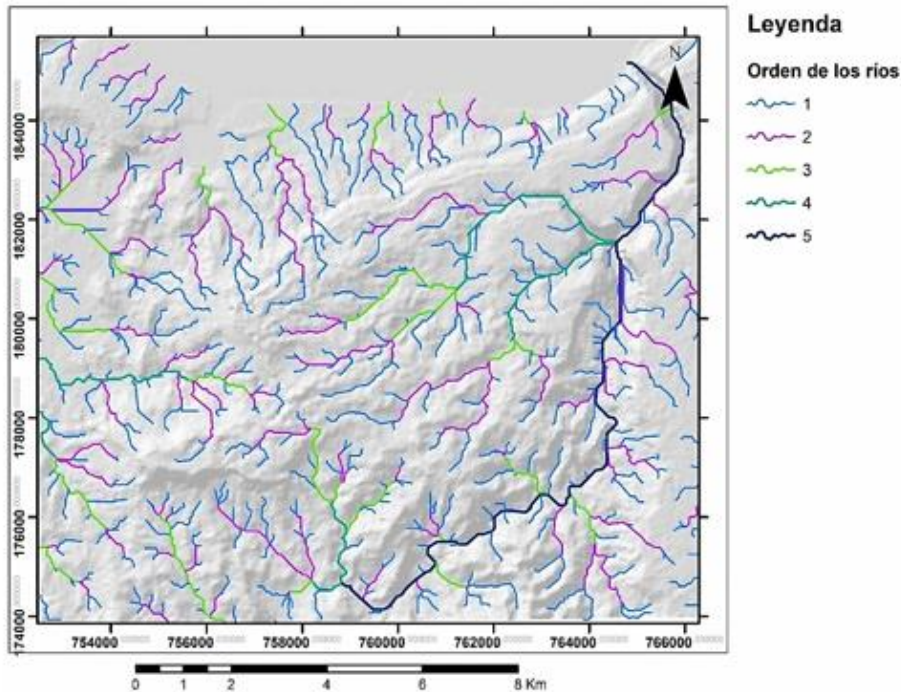


Figura 3. Mapa de red de drenaje de la subdepresión Mata-Yumurí.

Las zonas con disección vertical alta corresponden a sectores de levantamiento y encajonamiento de los ríos, donde predomina la erosión de fondo sobre la lateral, mientras que las zonas con disección vertical baja reflejan sectores estables o inversión de los movimientos, donde la erosión fundamentalmente es lateral y los procesos que suelen predominar son acumulativos. En el mapa (Figura 4) se observan los mayores valores (superiores a 250 m/km^2) en la parte occidental de Loma del Capiro, una meseta cársica que limita tanto al norte como el sur por fallas. Los menores valores en la zona interior corresponden al punto Güagui, un interfluvio cársico.

Los mapas de disección horizontal muestran los mayores valores en zonas de confluencia de numerosos ríos y arroyos; esto es típico de las zonas altas, con variables pendientes; sin embargo, en el área estudiada las deformaciones topográficas generadas por el relieve cársico afectaron los valores resultantes (Figura 5).

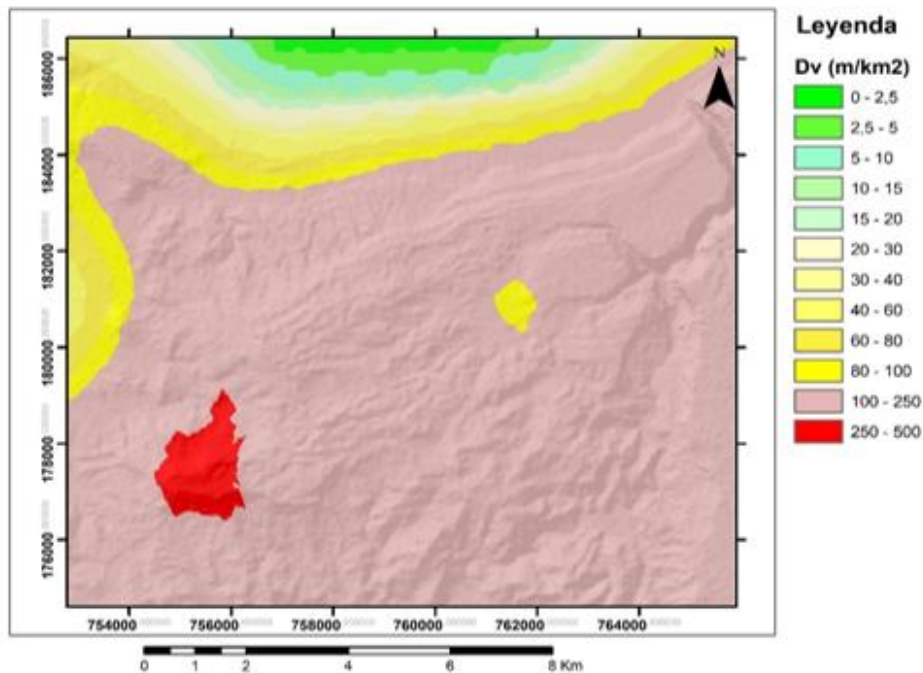


Figura 4. Mapa de disección vertical de la subdepresión Mata-Yumurí.

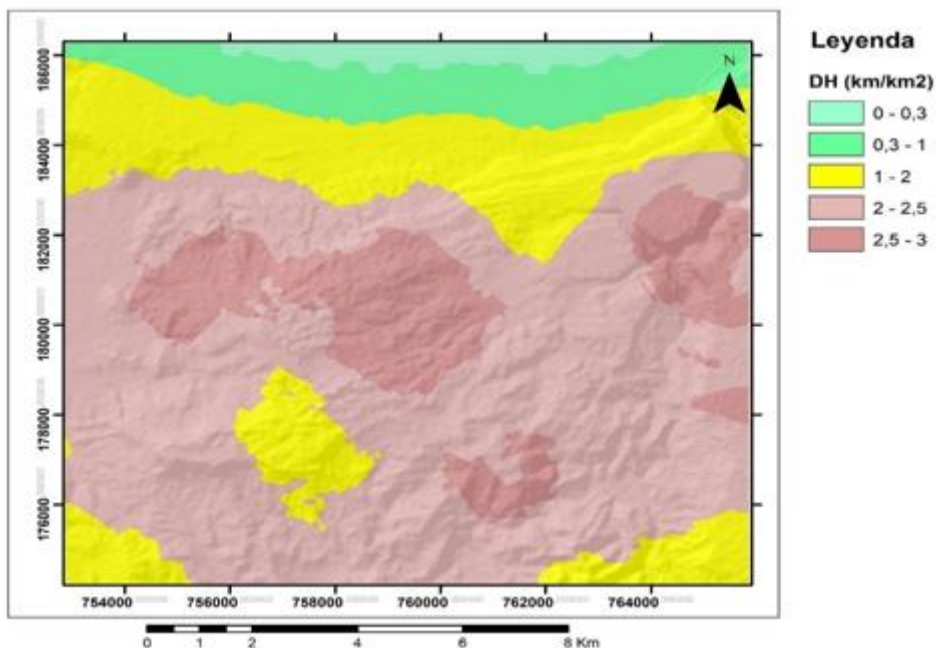


Figura 5. Mapa de disección horizontal de la subdepresión Mata-Yumurí.

3.1. Caracterización geológica del área

El Mioceno Inferior se caracterizó por una transgresión marina que llegó a cubrir gran parte de la tierra firme premiocénica (IGP, 2013). Esta transgresión está representada, principalmente, por un mar de aguas poco profundas, aunque localmente su profundidad pudo ser mayor, alcanzando entre 200 m y más de 500 m.

Las rocas del Neógeno ocupan una extensión considerable del territorio cubano. Por lo general, se localizan en zonas de hundimientos relativos, características de los movimientos tectónicos en ese intervalo. Dentro de esas zonas se encuentran la depresión Sabana, donde afloran formaciones pertenecientes al Neoautóctono o Neoplatформа, oscilando los medios de sedimentación de facies de playa, postarrecifal y arrecifal con episodios de intenso aporte de materiales clásticos terrígenos, fluvio-marino, deltaico y sublitoral.

Las condiciones oscilantes de acumulación de los depósitos entre medios continentales, de transición y marinos han determinado que las formaciones geológicas del área presenten una diversidad de estructuras calcáreas y sedimentarias que reflejan un complejo historial geológico. Las calizas biodetríticas son un elemento común, indicando un ambiente rico en vida marina y procesos de sedimentación biológica a lo largo del Pleistoceno y Mioceno.

La variabilidad en la granulometría y la estratificación, junto con la inclusión de conglomerados polimícticos y material terrígeno, señalan episodios de actividad tectónica y erosión que influenciaron la deposición de sedimentos. Las areniscas y limolitas reflejan un ambiente más dinámico, posiblemente con influencias fluviales o de corrientes marinas (IGP, 2013).

El corte estratigráfico en la subdepresión Mata-Yumurí muestra las características generales descritas en el *Léxico Estratigráfico Cubano* (IGP, 2013). Están representadas las formaciones desde el Eoceno Superior con limolitas y margas con intercalaciones de conglomerados de la Fm. Sierra del Capiro, originadas en un ambiente nerítico, cubierta discordantemente por la Fm. Cabacú y el Mbro. Cilindro de la formación Maquey, ambas del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, parte baja, y formadas en un ambiente de transición fluvio-marino, en los dos casos probablemente deltaico. En el mismo intervalo se depositó la Fm. Yateras que corresponde a depósitos arrecifales, con distintas variedades del complejo arrecifal.

En el intervalo Mioceno Medio–Mioceno Superior se depositan las calizas biodetríticas arcillosas de la Fm. Cabo Cruz depositada en la zona sublitoral, y la Fm. Río Maya del Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior, cuyos depósitos corresponden a episodios de desarrollo arrecifal que alternan con intenso aporte de materiales clásticos terrígenos. Finalmente, aparecen las calizas biodetríticas masivas, generalmente carsificadas, y biocalcarenitas de granulometría y estratificación variables o masivas, donde predominan las facies de playa, postarrecifal y arrecifal de la Fm. Jaimanitas. El corte es cerrado en superficie por los depósitos del Holoceno. Esto confirma las

interacciones entre procesos marinos y terrestres, la existencia de períodos de estabilidad que favorecieron el desarrollo de estructuras calcáreas y la ocurrencia de cambios que determinaron la diversidad en la composición y estructura de los sedimentos y que continuaron durante el Pleistoceno (IGP 2013).

A partir del Pleistoceno Medio, y hasta finales del Pleistoceno, persistieron los movimientos con carácter ascendente. Se diferenciaron por su intensidad y por ser estables en su ritmo, con cortos períodos de debilitamiento. La combinación de estas irregularidades en los movimientos ascendentes y las variaciones eustáticas del nivel del mar, propiciaron la formación de terrazas en las zonas costeras, que alcanzan más de 300 m de altitud, con más de una decena de niveles en la parte este del territorio. Esto indica que, probablemente, los ascensos de mayor intensidad del período Cuaternario se produjeron entre el Pleistoceno Medio y el Pleistoceno Superior.

En el Holoceno la intensidad y velocidad de los movimientos tectónicos disminuyeron, y la amplitud fue mayor hacia la región más oriental de la Isla, manteniendo su carácter ascendente, como lo demuestran los valles fluviales encajados en terrenos tanto llanos como elevados, así como a la presencia de fallas activas y recientes. La Figura 6 muestra la geología del área de la subdepresión Mata-Yumurí.

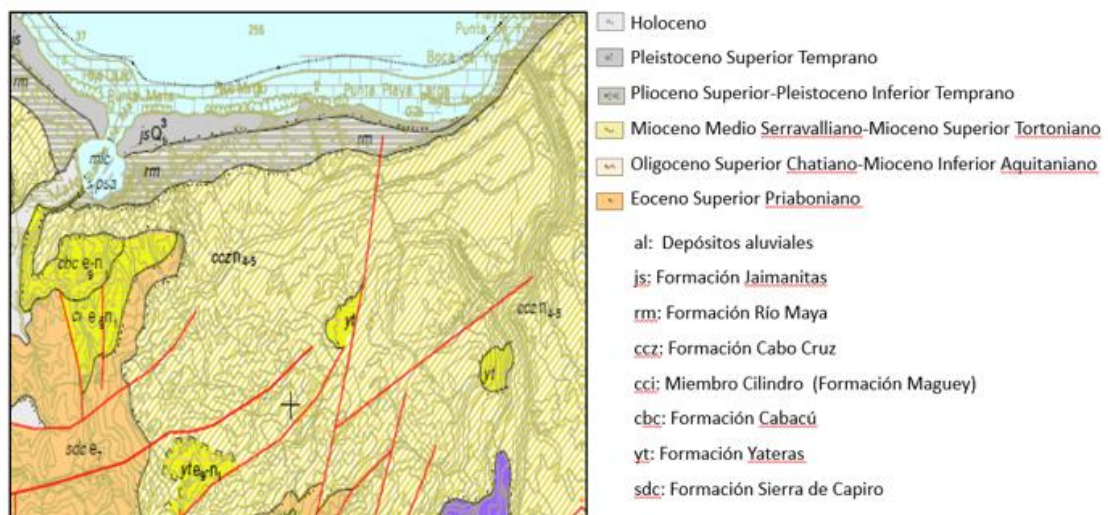


Figura 6. Mapa geológico y leyenda del área de investigación. Tomado de Mapa Geológico de Cuba a escala 1:100 000 (IGP, 2011).

3.2. Estructuras morfotectónicas en la subdepresión Mata-Yumurí

A través del estudio morfométrico y topográfico del área de la subdepresión Mata-Yumurí pudieron determinarse estructuras morfotectónicas de interés que permiten tener una idea general de los movimientos neotectónicos ocurridos en la zona y los principales rasgos que la conforman.

La morfoestructura Mata, ubicada al extremo occidental de la subdepresión, presenta varios rasgos tectónicos que la diferencian de otras estructuras cercanas. El principal criterio que la identifica es el estrechamiento de la llanura aluvial en el tramo final del cauce, el cual forma un pequeño cañón al ocurrir el levantamiento de la zona costera y obligar al río a profundizar su lecho. A esto se suma el alineamiento morfométrico en el extremo del valle que se prolonga hacia el mar, provocando un ligero desplazamiento de la línea costera (Figura 7). La desembocadura ocurre en la Bahía de Mata, bahía de bolsa condicionada por la falla transversal a la costa donde han existido movimientos diferenciales entre bloques.

Magaz (2017) señala, además de las unidades orográficas, la existencia de numerosas depresiones intramontañas entre la que se destaca la Bahía de Mata.



Figura 7. Detalles del comportamiento estructural en el tramo final de la morfoestructura Mata. En A se observa el ligero desplazamiento de la línea costera y del cambio de orientación de la misma. En B estrechamiento de la llanura aluvial según se observa comparando su extensión mediante las líneas (en negro).

La morfoestructura Yumurí, límite oriental de la subdepresión Mata-Yumurí, tiene como primer rasgo distintivo ser un río joven, que a su vez ha tenido un proceso de rejuvenecimiento continuo, debido a los procesos de ascensos del terreno, los que se manifiestan con diferente intensidad en el área de la meseta de Maisí respecto a la depresión Baracoa en general y por ende de la subdepresión Mata-Yumurí. Al igual que el río Mata disminuye la amplitud de su valle al acercarse a la desembocadura, las pendientes de sus vertientes aumentan también en esa dirección. Díaz *et al.* (1991) demostraron el carácter pasivo del alineamiento Yumurí-Caleta en su porción centro-meridional.

La zona septentrional es un sistema de fracturas y fallas que implica al río principal, y a sus tributarios, con dos direcciones, una de dirección noroeste y otra noreste que se cortan entre 80 y 90 grados (Figura 8). El origen de ese sistema está asociado a la emersión con carácter discontinuo y diferenciado entre la meseta de Maisí y la depresión Baracoa donde, entre el inicio del Pleistoceno Inferior y el final del Pleistoceno Medio, la depresión quedó retrasada.

Yurumí es una zona de altas pendientes en toda su extensión, como se puede observar en la Figura 8; y en la topografía del terreno se enmarca la diferencia de inclinación entre las márgenes este y oeste de la cuenca fluvial, estando hacia la meseta de Maisí los mayores valores de pendiente.

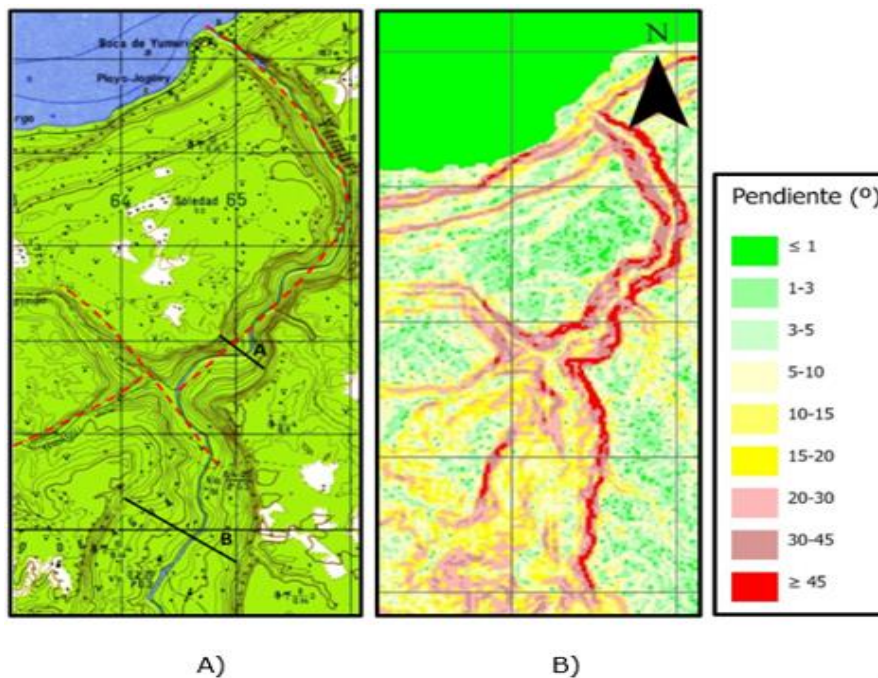


Figura 8. A) Detalles del comportamiento estructural en el tramo final de la morfoestructura Yumurí. Se observan algunos alineamientos fluviales en el tramo final del río, así como el estrechamiento del fondo del cauce del río desde el sur hacia el norte. B) fragmento del mapa de pendiente.

La morfoestructura costera Mata-Yumurí comprende la franja costera desde el límite oriental de la bahía de Mata hasta la desembocadura del río Yumurí se caracteriza por ser una línea recta con un levantamiento que se evidencia por los pequeños cursos fluviales de primer y segundo orden en la parte occidental que delimita una franja costera que se estrecha hacia el este, lo que está asociado, a su vez, con el desplazamiento de las terrazas de la zona hacia el sur en la porción oeste, resultado del reajuste de los bloques y el mayor levantamiento del extremo oriental (Maisí) y el sistema de fracturas de Yumurí.

La Figura 9 representa esquemáticamente el estrechamiento de la franja costera tomando como referencia hacia el sur la curva topográfica de 20 m. En la imagen se evidencia la pérdida de continuidad de las terrazas marinas; en este caso no se desprecia el factor escala, pues para la figura se asumió la base topográfica 1:50 000, pero se observa el mapa de pendientes que demuestra la ocurrencia de una deformación de la morfoescultura marina.

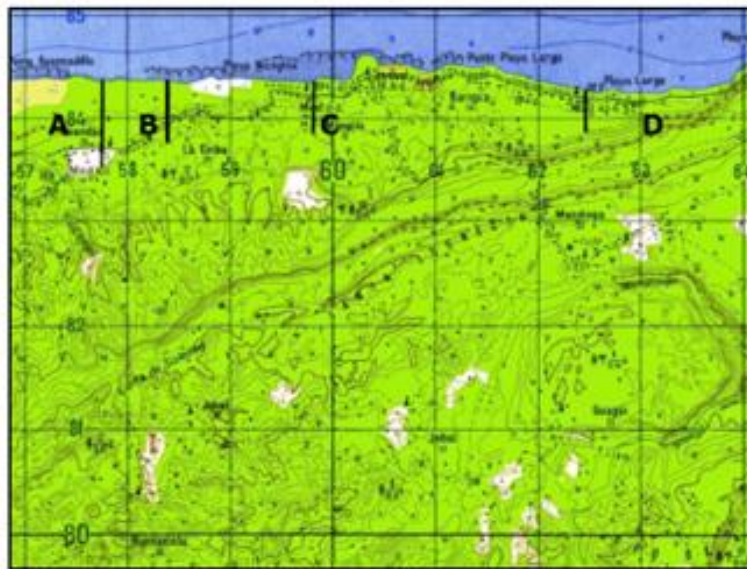


Figura 9. Mapa del sector costero. A, B, C y D muestran la amplitud de la franja costera hasta los 20 m de altura.

El sector central está constituido por una meseta donde predomina la morfoestructura cársica, destacándose en la parte suroeste la Loma de Capiro, un horst limitado por dos fallas que explican su morfología y orientación y en cuya cima se desarrolla una depresión (Figura 10).



Figura 10. Área que abarca la meseta cársica Loma de Capiro.

3.3. Caracterización neotectónica

En el análisis de las morfoestructuras que se encuentran en el área de la subdepresión se evidencia el carácter neotectónico que ha condicionado la configuración actual de la misma. Magaz (2017) analiza las principales pautas de la evolución del relieve cubano, partiendo de la elevación neotectónica máxima. La mayor parte de Cuba quedó emergida durante el Plioceno-Pleistoceno Inferior, debido a la consolidación y reactivación de muchas morfoestructuras; sin embargo, en ese periodo parte de la subdepresión se encontraba todavía sumergida, lo que es evidente por la Fm. Río Maya, cuyos depósitos corresponden a episodios de desarrollo arrecifal, aun cuando recibe un intenso aporte de materiales clásticos terrígenos de las áreas circundantes elevadas, proceso que continuó en el Pleistoceno Superior cuando se elevó el nivel del mar.

Entre la parte alta del Pleistoceno superior y el Holoceno temprano en la región oriental ocurre la formación de estilos morfoestructurales específicos que condujeron a la deformación de las terrazas marinas y a la formación de un grupo de dislocaciones del relieve (Díaz *et al.*, 1991).

La combinación de los movimientos marinos y terrestres determinó que la plataforma insular y la parte superior del talud insular se encontraban en condiciones subaéreas y Cuba alcanzó la exposición superficial máxima.

Esas condiciones determinaron la formación de los sistemas de terrazas marinas más deprimidas y la carsificación más profunda, así como el basculamiento de terrazas, relacionados con fallas activas neotectónicas. En la Subdepresión Mata Yumurí todos esos elementos se muestran en su morfología actual.

4. CONCLUSIONES

- En el área están representadas las tres categorías morfoestructurales principales: montañas, alturas y llanuras, predominando las alturas grandes. Las pendientes predominantes son de muy inclinadas a abruptas, estas últimas asociados a los escarpes de terraza y al sistema fluvial Yumurí.
- En la subdepresión Mata-Yumurí se distinguen cuatro sectores con características morfotectónicas distintivas, evidenciando la compleja constitución geomorfológica y tectónica como consecuencia de la combinación de procesos endógenos y exógenos muy activos.
- Los procesos y estructuras tectónicas que modifican y controlan, tanto el relieve como las redes de drenaje, son resultado de la actividad neotectónica que tuvo su máxima expresión en el periodo Pleistoceno Superior y el Holoceno; manteniéndose mediante sistemas de fallas y bloques en franco levantamiento, condiciones que se considera se mantienen en la actualidad.

5. REFERENCIAS

- Cobiella-Reguera J. L. (2017). Esquema Tectónico (soporte para los mapas Metalogénico y Mineragénico de Cuba). En Casañas, X., Torrez-Zafra, J. L., Lavaut, W., Cobiella-Reguera, J., Capote, C., González, V., López-Kramer, J., Figueroa, D. (2017). *Metalogenia de Cuba*. IGP/SGC. La Habana.
- Derruau, M. (1989). *Geomorfología*. Editorial Ariel.
- Díaz, J. L., Magaz, A. R., Hernández, J. R., Venereo, A. & Cárdenas, F. P. (1991). Reconstrucción tectónica local mediante el análisis de la morfoescultura marina en la franja costera Río Seco-Punta Maisí, provincia Guantánamo, Cuba. *Morfotectónica de Cuba Oriental*, 19-23. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci=nlinks&ref=4412710&pid=S0188-4611200900010000300005&Ing=es>
- Domínguez-González, L. (2005). *Morfotectónica del área comprendida entre el poblado de Yamanigüey y la ciudad de Baracoa con vista a la planificación turística*. (Tesis de Maestría, Universidad de Moa). <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1192>
- Greenidge-Moro, S., Rodríguez-Infante, A., & Díaz-Barrios, I. (2020). Geomorfología tectónica del sureste del municipio de Mayarí, provincia de Holguín. *Minería y Geología*, 36(2), 155-171. https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art3_No2_2020

- Hernández-Santana, J. R., Ortiz-Pérez, M. A. & Mah-Eng, M. F. (2009). Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve. *Investigaciones Geográficas*, (68), 7–24. <https://doi.org/10.14350/riq.17995>
- Instituto de Geología y Paleontología IGP. (2013). *Léxico estratigráfico de Cuba*. Centro Nacional de Información Geológica. Ministerio de Energía y Minas. <https://www.igp.minen.cu>
- Instituto de Geología y Paleontología. (2011). Mapa *Geológico de Cuba a escala 1: 100 000 del IGP de la Hoja 5376, Maisí*. Servicio Geológico de Cuba.
- Lugo-Hubp, J. (1991). *Elemento de geomorfología aplicada. Métodos cartográficos*. México, UNAM: Instituto de Geografía.
- Magaz, A. R. (2017). *Geomorfología de Cuba*. Biblioteca Digital de Geociencias.
- Moreno-Cruz Y., Ricardo-Labrada A., Greenidge-Moro S., Castellanos-Abella E., Rodríguez-Infante A., Figueroa-Guerrero Y. (2020). *Metodología para la confección del mapa geomorfológico de la República de Cuba a escala 1:100 000. Guía para su elaboración*. Instituto de Geología y Paleontología. La Habana. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1405
- Nagy, E. & Brezsnayánszky, K. (1983). Depresión paleogénica Baracoa Mata. En: *Contribución a la geología de Cuba Oriental*. 134-137 <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=8393847>
- Priego-Santander A. G., Isunza-Vera, E., Luna-González, N., Pérez-Damián, J. L. (2004). *Ángulo de inclinación de las pendientes de México, escala 1:75 000*. Dirección general de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y conservación de ecosistemas. INE. SEMARNAT. http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/mapa_ang_pend.html

Información adicional

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de autores:

ARI: Interpretación de la información y los mapas topográficos y morfométricos. Redacción del documento original. Revisión de la versión final. JOFA: Confección de los mapas morfométricos, búsqueda de información. Aprobación de la versión final.

ORCID

ARI: <https://orcid.org/0000-0001-7997-7145>

JOFA: <https://orcid.org/0009-0009-9354-7358>

Recibido: 02/06/2024

Aceptado: 05/08/2024