

Mapa geomorfológico del municipio de Banes a escala 1:100000*

Dihosvanys L. Arias González

Especialidad: Ingeniería geológica

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Se confeccionó el mapa geomorfológico del área centro septentrional de la provincia de Holguín, prestándole especial interés a la zona de Banes. Para esto fueron utilizados métodos morfométricos que, en conjunto con los mapas temáticos de la zona y los mapas auxiliares obtenidos a través de los softwares Surfer y AutoCad, dieron como resultado las directrices para dibujar el mapa resultante. El mapa resultante se dividió en tres zonas geomorfológicas principales con sus respectivas subzonas, las cuales se escogieron por el tipo de relieve que encierran, la litología, origen y los parámetros obtenidos de la interpretación de los mapas morfométricos. Como resultado se presenta el mapa geomorfológico del área de Banes; este tiene una gran utilidad en campos tan variados como construcción, medio ambiente, agricultura y otros.

Palabras clave: mapa geomorfológico; relieve; morfoestructura; modelo digital de terreno.

* Trabajo tutorado por la Dra. Alina Rodríguez Infante.

Recibido: 19 enero 2016 / Aceptado: 10 diciembre 2016.

Geomorphological map of the municipality of Banes to scale 1: 100000

Abstract: The geomorphological map of the northern central area of the province of Holguín was made, giving special interest to the area of Banes. For this, morphometric methods were used which, together with the thematic maps of the area and the auxiliary maps obtained through Surfer and AutoCad softwares, resulted in the guidelines for drawing the resulting map. The resulting map was divided into three main geomorphological zones with their respective subzones, which were selected by the type of relief they contain, the lithology, origin and the parameters obtained from the interpretation of the morphometric maps. As a result the geomorphological map of the Banes area is presented; this has great utility in fields as varied as construction, environment, agriculture and others.

Key words: geomorphological map; relief; morphostructure; digital terrain model.

Introducción

En Cuba se han desarrollado estudios geomorfológicos a diferentes escalas desde 1:1000000 hasta 1:25000. Estos mapas y estudios se realizaron usando diferentes criterios técnicos rectores (leyendas y metodologías) con distintos enfoques en la interpretación del terreno, sin contar con un Modelo Digital del Terreno, imágenes de satélites u otros datos digitales, programas y software lo que limitaba su alcance, por lo que se está llevando a cabo un proyecto nacional para confeccionar el mapa geomorfológico de Cuba a escala 1:100000, el cual será obtenido a partir de una combinación de métodos, tecnologías y concepciones cartográficas actuales, presentando mayor precisión que los anteriores de su tipo y elaborado con un tratamiento más profundo, acorde al avance de las geociencias en Cuba.

El estudio se enmarca en el área de Banes, municipio que no cuenta con un mapa geomorfológico de detalle y es una de las zonas de interés por constituir un polo turístico y por sus sitios arqueológicos.

El área de estudio y sus particularidades ha sido tratada por diversos autores (Carralero *et al.*, 2003; De Miguel & Vázquez, 2005; Sánchez, de Miguel & Rothenel, 2013; Greenidge, 2016;), quienes analizan elementos aislados de la zona. Cotilla (2003) realizó un estudio geomorfológico de las generalidades y de algunas particularidades del carso en la región de Gibara a Banes, parte nordeste de Cuba Centro-Oriental y un análisis de las fracturas y los alineamientos en los diferentes tipos de carsos delimitados.

Este trabajo estuvo dirigido a confeccionar el mapa geomorfológico del municipio Banes a escala 1:100000.

El mapa final constituye un aporte científico a la geología de Cuba al ser la primera interpretación geológica regional de ese extenso territorio basada en datos de campos, obteniéndose resultados interesantes expresados en los mapas geológicos, tectónicos y de yacimientos minerales, columnas y perfiles regionales.

Materiales y métodos

Método morfométrico. Permite obtener información del relieve.

Método morfodinámico: permitió el estudio de la actividad actual de los procesos exogenéticos.

Método morfoestructural: permitió el análisis de las formas del relieve de variado tamaño y su relación con la actividad de los procesos endógenos modificadas por la acción de la exogénesis.

Procesamiento de la información

El Modelo Digital del Terreno (MDT) fue proporcionado por la empresa Geocuba Oriente Norte. La georeferenciación de estas capas se realiza con el AutoCad utilizando los módulos Cad Overlay y Cd 25 000. Este último, elaborado por Geocuba, contiene el marco geográfico de todas las cartas topográficas del territorio nacional. Ambos módulos en su conjunto permiten visualizar y cuantificar los errores del proceso por lo que se pueden rectificar los mismos hasta niveles permisibles (Labrada, 2008).

La asignación de las cotas a las curvas de nivel se logró a través del fichero *.grd obtenido con las curvas digitalizadas y con el programa "revisa" que indica las series (curvas) que es necesario rectificar. La precisión del trazado de la red de drenaje y su ordenamiento, se realizó a través del software *Cot-ríos*.

El relieve se clasificó en montañas, alturas y llanuras, según el mapa de Relieve del Nuevo Atlas Nacional (Oliva, 1989), clasificación para mapas hipsométricos de Lilienberg (1973).

Los mapas se obtuvieron a partir del procesamiento digital del MDT a partir de la digitalización de los mapas topográficos. Dentro de los mapas que se obtuvieron están el de red fluvial, isobasitas de orden II, III y IV, pendiente, disección vertical y horizontal, para la presentación de los resultados la escala 1:100000.

Interpretación de los resultados

Mapa hipsométrico: facilita la apreciación del relieve destacando sus características más relevantes. El carácter multimodal de la matriz de cotas generada indica vínculos entre el relieve, rasgos estructurales y litológicos, señalando que la historia del área está directamente asociada a ellos (Seco, 2004). El terreno se dividió en tres zonas: alturas, llanuras y montañas. Las llanuras se clasificaron por debajo de los 60 m, de 60

a 300 m las alturas y por encima de 300 m las zonas montañosas, variación echa a la clasificación de Lillienberg (1973). Las alturas fueron clasificadas por su relación con el relieve circundante a ellas y estas evidencian ascensos neotectónicos débiles.

Las montañas son bajas, destaca el grupo Maniabón que alcanza una altura máxima de 358 m en las inmediaciones de Barea y Los Aguaceros. El macizo Maniabón se encuentra ubicado en la parte NE de la zona de estudio, con orientación NW-SE y está conformado por las formaciones relacionadas con las rocas vulcanógeno-sedimentarias de las formaciones Iberia. Aparecen, además, rocas del Terciario representadas por el Olistostroma Haticos y la Fm. Vigía.

En el macizo se encuentra una superficie de nivelación en la localidad de Santa Rosa, donde se observan relictos de la Fm. Tinajitas. Al oeste del macizo Maniabón se encuentra una ventana erosiva, es una zona que alcanza 200 m sobre el nivel del mar.

En la península del Ramón se observa una alineación de alturas que no sobrepasan los 70 m de elevación, con cotas que disminuyen gradualmente hacia el NW, la dirección de esta alineación es NE-SW. Otras alturas se encuentran en la localidad de La Herradura, esta tiene buzamiento NW con una dirección E-W, está formada por Camazán, Vigía y Bitirí, son formaciones principalmente calcáreas. Estas alturas varían gradualmente hacia las llanuras acumulativas de Vuelta Larga.

Hacia el sur de Maniabón se aprecian alturas de 100 m sobre el nivel del mar y una moda de 40 m a 60 m; está orientada NE-SW con un buzamiento suave hacia el NW. En la bahía de Banes, hacia el oeste de punta Alfajore, se encuentra una altura conformada por Río Jagüeyes en dirección E-W con descenso gradual al norte con una altura de 80 m. En la localidad de Angostura y Antilla aparecen dos cotas aisladas que figuran en el rango entre 80 m y 100 m de elevación, formadas por Río Jagüeyes, estas resaltan los movimientos neotectónicos débiles en la zona.

Las llanuras representan alrededor del 50 % del territorio, extendiéndose en las inmediaciones del macizo Maniabón, la bahía de Nipe, la bahía de Banes y al oeste de la ventana erosiva. Algunas se encuentran por debajo de los 60 m, con una media de altitud de 22,5 m. Están conformadas en su mayoría por rocas calizas pertenecientes a las formaciones Río Jagüeyes, Bitirí, Júcaro y Fm. Camazán (Figura 1).

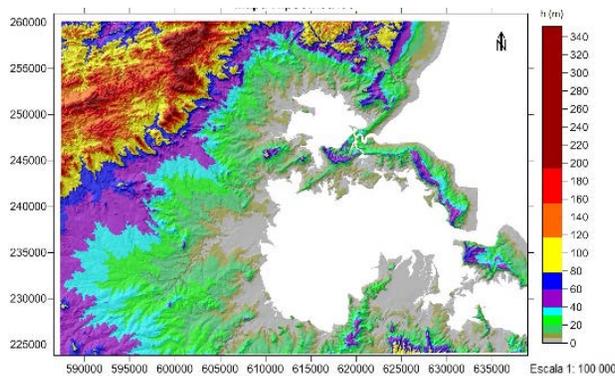


Figura 1. Mapa Hipsométrico.

Mapa de pendientes: los valores más bajos predominantes de pendientes de color azul claro se encuentran en el intervalo de 0-20 hacia las zonas de las llanuras costeras, las pendientes marcadas con el color magenta se encuentran entre los 2-50. En los valles de la parte sur central, este y noroeste se observan algunos valles interiores dentro del grupo Maniabón y en la parte este de la península del Ramón.

Las pendientes predominantes de color verde varían entre 5-10° y las marcadas con el color amarillo entre 10-15°. En el intervalo 15-35° las pendientes de color naranja se observan aisladamente en todo el grupo Maniabón y en el noroeste del área, apareciendo con mayor intensidad alrededor de las principales alturas.

Por encima de los 35° hacia la parte suroeste y centro norte del área de trabajo, en correspondencia con las principales alturas del grupo Maniabón, y con los máximos valores de disección vertical se presentan las pendientes de color rojo. En el área se aparecen pendientes mayores de 55° en dos puntos aislados en el grupo Maniabón, representados un color rojo oscuro (Figura 2).

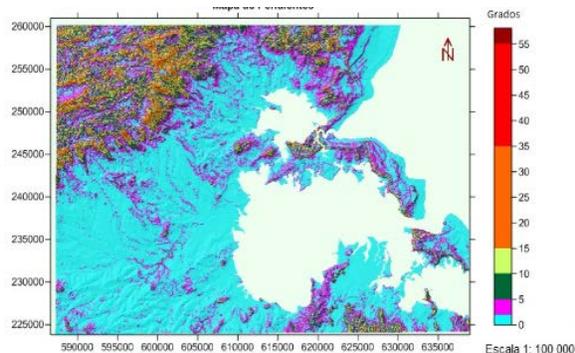


Figura 2. Mapa de pendientes.

Mapa de isobasitas de segundo orden: muestra una configuración característica con un aumento sostenido de los valores de las isolíneas desde los extremos hacia el centro. La zona costera al norte, noreste, este, sureste y las partes meridionales de las bahías de Banes, Río Seco, Naranjo y Vita, así como la península del Ramón y el extremo noroeste y sur-sureste de color verde presentan los valores menores de isobasitas en magnitudes de 0–73 m. Se aprecian dos regiones principales en forma de banda de color amarillo, la primera en dirección suroeste–noroeste y la segunda hacia el este central; también se observan otros sectores de forma aislada en la costa noroeste, en la bahía de Naranjo y en la parte sur del área de trabajo que presenta algunos cierres de isobasitas con valores entre los 73–144 m. Se pueden observar una zona de color rojo que tiene valores de 144–280 m con cierres máximos de 280 m.

Estos valores de cierres de isobasitas indican sectores que se encuentran en proceso de levantamiento, destacándose la zona de color rojo (Figura 3).

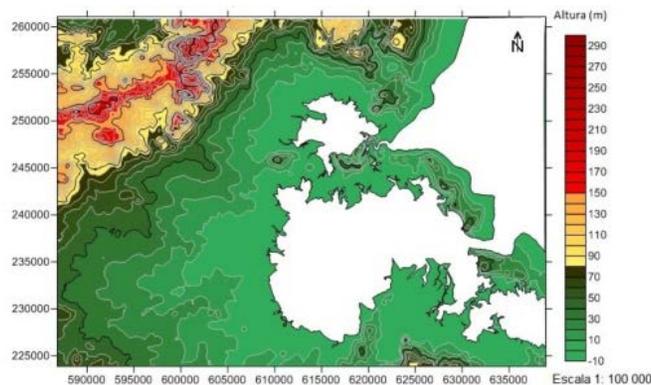


Figura 3. Mapa de isobasitas de 2do orden.

Mapa de isobasitas de tercer orden: Aunque la tendencia de la ubicación de estos cierres coincide con la de los cierres máximos de segundo orden, son de menor escala, aunque de valores considerablemente altos, que llegan alcanzar 260 m. Esto indica una tendencia general al ascenso con fuerte actividad erosiva.

La ruptura que ocurre en los cierres positivos en los dos órdenes, la desviación que ocurre en los ejes y la correspondencia de la franja de máximos valores de pendientes que se presenta asociada a la misma zona permite asegurar la existencia de una falla (Figura 4).

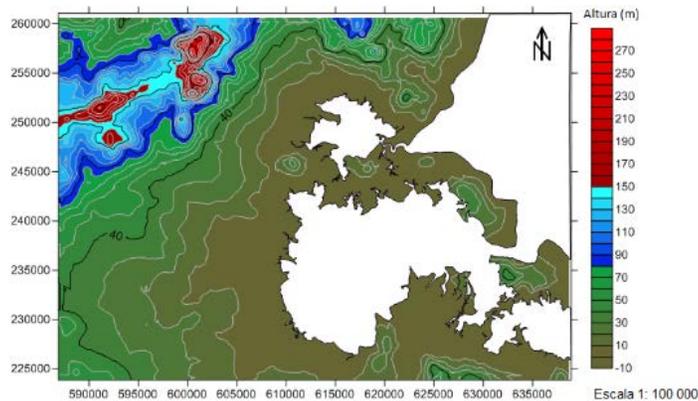


Figura 4. Mapa de isobasitas de 3er orden.

Mapa de isobasitas de cuarto orden: Se observan pocos cierres, entre ellos el de loma Los Novillos, perteneciente al grupo Maniabón en la zona NE del mapa de isobasas (Figura 5). Otro cierre se localiza entre los poblados La Vega y La Yua a menor altura, también perteneciente al grupo Maniabón. Entre los cierres de Carrera de Palmas, Vista Alegre y Tinajitas, hay una alineación que corresponde a los mapas de isobasitas de orden dos y tres, y corresponde con una falla geológica que atraviesa la zona.

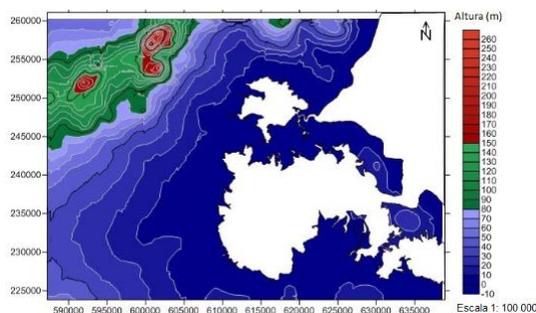


Figura 5. Mapa de isobasitas de 4to orden.

Mapa de disección vertical: Define las zonas lineales de máxima erosión de fondo o los taludes a lo largo de los cuales se produce la misma, determinando en buena medida la potencia de material erosionado.

El mapa de disección vertical (Figura 6) muestra correspondencia entre los altos valores de pendientes y los máximos valores de disección vertical. Permite discriminar un sector bien definido con máximos de disección alineados en forma de banda con dirección suroeste–noreste perteneciente a la cadena montañosa del grupo Maniabón aunque se observan otros como Yaguajay Arriba con dirección noroeste. En la península del Ramón se observan puntos máximos aislados coincidentes con zonas de

líneas estructurales del relieve, indicadores de amplias zonas de fracturas. Se trazó un perfil con dirección NE-SW sobre el grupo Maniabón, en este se hace una superposición entre el relieve de la zona y la disección vertical, se aprecia el contraste entre la zona de montaña y las llanuras, con una caída gradual. En el perfil (Figura 6) se observa el carácter tectónico de la zona, la cual se clasifica como un sistema de bloques y horst en mantos de sobrecorrimiento.

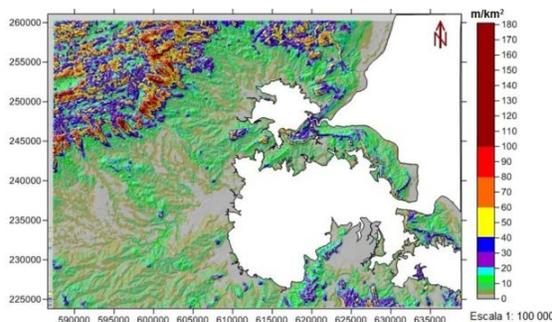


Figura 6. Mapa de disección vertical.

Mapa de disección horizontal: se obtuvo a partir de la red de drenaje procesada a través del programa "densidad de fracturas" obteniéndose el fichero *.grd correspondiente. Con este programa se determinó la longitud de los elementos lineales correspondientes a la unidad de área ubicando el valor obtenido en el centro de la rejilla elaborando la matriz que corresponde al modelo de Dh.grd.

Los menores valores de disección horizontal se presentan de color verde en la zona costera, se observan además algunos valles al noroeste de la bahía de Banes, y hacia el noroeste del área de trabajo con un rango $0,1-2,5 \text{ km/km}^2$, en tanto que los máximos valores de disección horizontal de color rojo con valores de $3,5-5,9 \text{ km/km}^2$ aparecen en el suroeste y noroeste, del grupo Maniabón, al noreste del área y en la parte central de la península del Ramón, expresándose con mayor disección horizontal el sector área de mayor erosión lateral. Estos valores se encuentran en el orden de la media nacional (Figura 7).

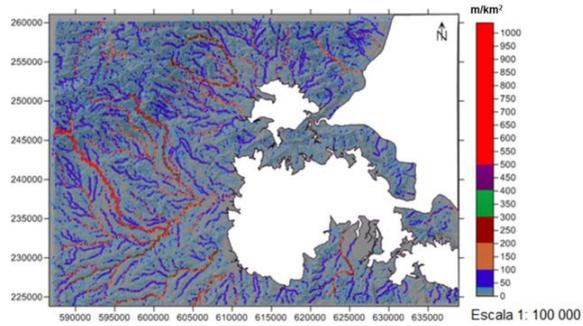


Figura 7. Mapa de disección horizontal.

Mapa de Red Fluvial: La red fluvial está dividida en dos sectores principales, hacia la parte NE la densidad es superior debido a la presencia del grupo orográfico Maniabón. La longitud de los cauces es menor que en la bahía por la diferencia de relieves. La red fluvial muestra los contactos litológicos y fallas, esto se logra cuando se extrae el mapa de morfoalineamientos y se compara con el mapa geológico y tectónico del área; criterio imprescindible a la hora de asignar valores a las morfoestructuras, para confeccionar los mapas de isobasitas y la disección horizontal del terreno. Se observan alineaciones relacionadas con las fallas, zonas de debilidad como son los contactos litológicos, las fracturas por esfuerzos tectónicos, se consideran los anticlinorios de la zona, presentes sobre todo en las alturas Holguín-Maniabón (Figura 8).

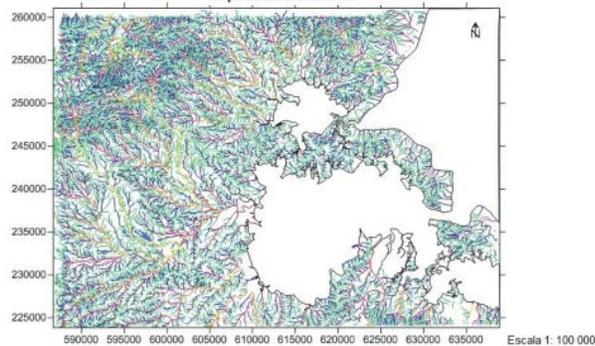


Figura 8. Mapa de densidad fluvial.

Tipos de relieve

Las formas del relieve se determinaron a través de métodos morfométricos, la red de drenaje, el mapa hipsométrico y el Modelo Digital del Terreno (MDT), así como los mapas temáticos.

Montañas (premontañas) tectono-litológicas: el área alcanza sus mayores elevaciones, hasta 358 m sobre el nivel del mar. Se desarrollan preferentemente sobre la formación Camazán y Charco Redondo con rumbo norte-sur. Se aprecia desde el poblado de Arroyo Blanco hasta el poblado Diputada.

Alturas tectono-erosivas: producto de los mantos de sobrecorrimientos, se ubica el macizo Maniabón, la parte Este, limita con las premontañas tectono-litológicas en el río Bijarú y los poblados Palmarito y Vázquez. A este grupo de alturas también corresponde la ventana erosiva que se presenta al oeste. Debido a la actividad tectónica estas zonas han ascendido con respecto a las llanuras que la rodean.

Alturas monoclinales aterrazadas carsificadas: corresponden con la península del Ramón, Punta Alfajore y Punta Campeado. Se desarrollaron a partir de terrazas marinas que se levantaron, son carsificadas pues las formaciones que las conforman están compuestas por rocas calizas, se puede observar en los mapas de pendientes, disección vertical y el de sombras como los niveles de las terrazas hacia el NW descienden gradualmente hasta el mar, mientras hacia el SE presentan cambios de pendientes abruptos y niveles de disección elevados con un alto contraste. La red fluvial se presenta a los dos lados de la vertiente con comportamientos diferente, hacia la parte NW de las elevaciones del Ramón, Alfajore y Campeado se hayan cursos de agua más uniformes que evidencia la transgresión gradual de una cota mayor a una menor, no así en la vertiente opuesta donde la red hidrográfica es irregular.

Alturas litólogo-estructurales: se presentan en puntos aislados y no sobrepasan los 120 m de altura. Se deben a ascensos de poca amplitud y a la morfología de su estructura interna pasiva, son originadas por la erosión diferencial. Estas alturas se han formado sobre la Fm. Río Jagüeyes.

Llanuras denudativas y denudativo-erosivas: se encuentran en el macizo Maniabón, en la zona de Altuna y Camayén, contactando con las alturas tectono-erosivas al NW y la terraza fluvial de Santa Rosa al SE. Esta zona experimentó un largo proceso evolutivo, por lo que sus superficie están reelaboradas, hay un gran desarrollo de morfoestructuras fluviales que les confiere un aspecto colinoso a las más altas y ondulado a las inferiores, sobre ellas se alzan numerosos cerros residuales como se aprecia en el mapa hipsométrico (Oliva, 1989).

Llanuras abrasivas y abrasivo-acumulativas: ocupan gran parte de la zona, se encuentran por debajo de los 60 m sobre el nivel del mar, compuestas principalmente por las formaciones Río Jagüeyes y Júcaro y en ocasiones aflora el Miembro Pedernales y Dátil. La disección vertical en la zona, así como el grado de inclinación de la pendiente son bajos, característico de la zona de Llanuras. En el análisis de la red fluvial se evidencia mediante el comportamiento más sinuoso del curso de los ríos tales como río Banes, Tacajó y Nipe.

Llanuras erosivo-acumulativas aterrazadas: ubicadas entre Punta La Poza y Punta Mulas, también son apreciables en la península del Ramón, y la localidad Los Pozos. Con una disección vertical y grado de pendientes bajos, se encuentran por debajo de la cota 60. La disección Horizontal es relativamente elevada en este sector. En esta zona de Llanuras es propenso a desarrollarse el carso.

Llanuras fluviales acumulativas: se corresponden con la terraza enclavada en el macizo Maniabón, poblado de Santa Rosa. Los morfoalineamientos correspondientes con la Fm. Tinajita presentan elevados valores, la red fluvial se vuelve más regular en este sector. Esta terraza fluvial erosiva, está a una gran altura.

Llanuras abrasivo-acumulativas planas parcialmente cenagosas y Llanuras abrasivo-planas: localizadas en casi toda la franja costera, la cota media es de menos de 1,5 m. Aquí se depositan los sedimentos palustres, como depósitos palustres costeros. La disección vertical es alta en el cauce de los ríos viejos que desembocan en estas áreas, su mayor representación está en las inmediaciones de la Ensenada del Pez.

Mapa de morfoalineamientos

En el área se presentan alineaciones relacionadas con contactos litológicos, fallas o estructuras cársicas, caracterizadas por presentar valores de disección vertical elevados, alineaciones fluviales y superficies con pendientes con cambios bruscos.

Una alineación significativa aparece en Loma Pilon, la que se refleja en el mapa de isobasitas de cuarto orden y en la red fluvial, la cual está asociada al relieve de mogotes desarrollados sobre la Fm. Río Jagüey.

En la localidad de Santa Rosa, entre la Sierra de Tacajó y Arrollo de Agua, aparece una superficie de nivelación. Valle con composición carbonatada presenta valores elevados

de disección vertical, cambios bruscos de pendiente, morfoalineaciones de isobasitas, red de drenaje y disección horizontal debido a que se encuentra por debajo de la Fm. La Jíquima. En la Figura 9 se muestra el mapa resultante de las alineaciones entre los mapas morfométricos, mapa geológico, carta topográfica y red fluvial.

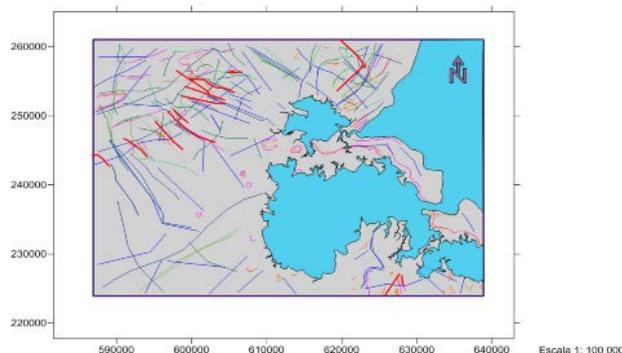


Figura 9. Mapa de morfoalineaciones del sector centro septentrional de Holguín.

Interpretación del mapa geomorfológico

En este territorio se han dividido dos zonas geomorfológicas y tres subzonas: macizo

Zona geomorfológica Maniabón-Jagüeyes (Z1). Basamento plegado pre-Oligocénico. Se caracteriza por aflorar en toda la parte centro norte del territorio, con un afloramiento aislado al norte-noreste, a 7,5 km al noreste de esta cabecera municipal. Constituye una cúpula plegada asimétrica al descubierto por los movimientos neotectónicos de levantamiento. Es una zona erosivo denudativa, relacionada con las rocas vulcanógeno-sedimentarias de las formaciones de los arcos cretácicos y sus cuencas superpuestas formados por las rocas efusivas e intrusivas de la Fm. Iberia, el miembro La Morena, las ofiolitas relacionadas con este arco, así como las cuencas superpuestas que dieron lugar a las formaciones La Jíquima, Lindero y Tinajita, sobre la que quedan relictos aislados de rocas más jóvenes Miocénicas formadas por rocas carbonatadas recrystalizadas de la Fm. Camazán. Además, aparecen rocas del terciario representadas por el Olistostroma Haticos y la Fm. Vigía. Estas secuencias cretácicas y terciarias se encuentran mezcladas tectónicamente en forma de bandas alargadas de dirección oeste-este con un giro hacia el noreste.

Las cotas están entre 0,00 m a 353,51 m con promedio 92,30 m y las pendientes entre 0° a 70,55° con promedio de 7,74°. En esta zona de rocas más antiguas y duras el valor máximo de las pendientes queda por debajo del valor máximo de las pendientes

de las rocas de la cobertura y eso se debe a la presencia en esta de taludes casi verticales en los frentes de terrazas marinas, sin embargo los valores promedios si son superiores en el zócalo plegado más antiguo. La disección vertical (Dv) varía entre 5 m/km² y 180,9 m/km² y la disección horizontal (Dh) entre 1 km/km² y 6 km/km².

El desarrollo cársico está limitado a los cerros aislados de la Formación Tinajita y al miembro La Morena de la Fm. Iberia, los que forman cerros de paredes verticales y superficies algo aplanadas, parecidos a pequeños mogotes.

Zona geomorfológica Nipa-Banes (Z2): Cobertura neoplatafórmica. Zona erosivo denudativa. Afectada por los movimientos neotectónicos de levantamiento, aunque en sus flancos, principalmente al este y sureste, en menor medida al norte, es acumulativa en las partes bajas. Está relacionada con las rocas terrígeno-carbonatadas de las formaciones Camazán, Paso Real, Río Jagüeyes, Júcaro y Jaimanitas.

Las cotas en esta zona geomorfológica van entre 0,00 m a 342,28 m con un promedio de 50,04 m, las pendientes van entre 0° a 53,6° con promedio de 3,87°, la Dv va entre 0,00 m/km² y 90,00 m/km², la Dh va entre 0,00 km/km² y 4,00 km/km².

Según las características del relieve y la cobertura neoplatafórmica, se subdivide en 3 subzonas con características distintivas:

Subzona geomorfológica Nipe-Banes-Lima (Z2a): Se caracteriza por un relieve de colinas bajas diseccionadas, erosivo-cársicas, desarrollada sobre la facies de calizas biodetríticas recristalizadas y margosas de la Fm. Camazán y su miembro Pedernales. Aparece carso superficial y pequeños embudos cársicos formados por la acción de las aguas de lluvias. En la zona estas elevaciones forman colinas en forma de cuevas con una yacencia entre 5° a 8° desde el sureste hasta el noreste y pendientes más pronunciadas en sentido contrario a la yacencia, también pueden tener forma de peniplanicies rugosas u onduladas cársicas. Las cotas en esta subzona están entre 50,0 m a 342,3 m con promedio de 62,0 m, la Dv entre 40 m/km² y 90 m/km², mientras que la Dh varía entre 1,0 km/km² y 3,5 km/km². En el mapa geomorfológico se representaron las áreas de mayor probabilidad de tener carso, así como las estructuras positivas y negativas.

Subzona geomorfológica Nipe-Banes-Tasajera (Z2b): Formada por depósitos costeros carbonatados carsificados, aunque se pueden presentar arenas de playas y pequeñas

franjas palustres con manglares y depósitos de fangos sapropélicos sobre un carso sumergido, además de considerarse a los depósitos aluviales cuaternarios como parte de esta subzona. Ocupa toda la franja litoral con cotas entre 0,00 m a 65 m, observándose hasta cuatro niveles de terrazas marinas, sin contar el actual fondo oceánico en proceso de levantamiento. Las pendientes están entre 0° y 10° con algunos valores aislados superiores, la Dv entre 0,00 m/km² y 90 m/km², la Dh entre 0,00 km/km² y 3,50 km/km². En esta subzona desemboca el río Tasajeras, por el cual toma su nombre; este río finaliza su cauce al este de la punta Macabí.

Subzona geomorfológica Nipe-Banes-Antilla: Formada por una llanura costera arcillosa carbonatada que bordea las bahías de Nipe y de Banes, homogénea aunque puede presentar pequeñas elevaciones por inclusiones de olistolitos y olistostromas dentro de las arcillas, provenientes de antiguos deslizamientos desde las rocas que forman las formaciones Camazán y Bitirí fuera del área más al este. La cotas están entre 0,00 m y 63 m, mientras que las pendientes entre 0° y 5°, con áreas aisladas que pueden llegar a los 15°, la Dv está entre 0,00 m/km² y 35 m/km², mientras que la Dh está entre 0,00 km/km² y 2,5 km/km².

En la zona cercana a la bahía de Nipe y El Ramón de Antilla, se presenta localmente desarrollo cársico de poca extensión y desarrollo por el predominio de secuencias carbonatadas entre las arcillas.

Análisis morfoestructural de la zona de Banes

Zona geomorfológica Maniabón-Jagüeyes (Z1). Basamento plegado pre-oligocénico: Se encuentra intensamente plegado y fallado, con fallas sublatitudinales de tipo inversas o corrimientos con ángulos de buzamientos superiores a 45°, con dirección predominante hacia el sureste y rumbo este-noreste, que se hace noreste en su extremo derecho. Estas fallas están desplazadas por fallas verticales de dirección predominante norte-noroeste y norte. Estos dos conjuntos de fallas se formaron durante el proceso de colisión de los arcos de islas cretácicas, terciarios, cuencas superpuestas y cuencas de antepaís con la plataforma de Bahamas que forma parte de la norteamericana. Aparecen, además, mezclas tectónicas difíciles de ubicar en algunas de las unidades formales.

Zona geomorfológica Nipe-Banes (Z2). Cobertura neoplatafórmica: Las deformaciones pre-oligocénicas no afectaron a este piso superior, a no ser la copia de la forma del basamento irregular que pudo haber sido antes de producirse la transgresión marina que sumergiera en un mar nerítico poco profundo estas secuencias antiguas.

El desarrollo de la falla Bartlett-Caimán favoreció la ocurrencia de movimientos tectónicos contemporáneos a neotectónicos que provocaron fallas que afectan la cobertura neo-platafórmica, siendo por lo general fallas gravitacionales o de desplazamiento por el rumbo sub-verticales.

En las áreas cercanas a zonas de fallas recientes la yacencia puede ser mayor e, incluso, en el borde marino norte noreste esta puede llegar a ser superior a los 30° de buzamiento de los estratos.

Las terrazas fluviales y fundamentalmente marinas, que se elevan a más de 90 m sobre el nivel medio del mar, el encajonamiento de algunos ríos, así como la formación de pequeñas y grandes estructuras cársticas como embudos cársticos, dolinas, uvalas y poljas, evidencian una tectónica de levantamiento, más intenso hacia la parte central de la zona, medianamente intenso al norte y noreste, así como de baja intensidad al sur-sureste hacia las bahías de Banes y Nipe.

Análisis neotectónico de la zona de Banes

Los movimientos neotectónicos en Cuba Oriental, están regidos por el desarrollo regional de la placa Caribe, la que se desarrolló con el origen de la gran falla Bartlett-Caimán, siendo la falla asociada a ella conocida como Oriente en su límite norte, foco de una intensa actividad sísmica. Esta placa se está comprimiendo con un avance hacia el norte de la masa continental de América del Sur, mientras que América del Norte presiona hacia el Sur con un giro rotacional en sentido horario, lo que provoca que la falla Bartlett-Caimán sea del tipo transformante con un desplazamiento siniestro.

La dinámica regional provoca un levantamiento intenso en la región oriental incluyendo las alturas de Holguín-Maniabón. Este levantamiento vertical forma una cúpula central, asimétrica, con yacencia más fuerte hacia el norte de las formaciones oligocénicas miocénicas, mientras que las cuaternarias tienen una yacencia más suave casi horizontal.

Sobre la cúpula actúan los procesos erosivos hasta desgastar completamente, en su parte central, los depósitos pre-oligocénicos y comenzar una erosión diferencial en el macizo inferior plegado y fallado, avanzando con mayor rapidez en las rocas más blandas como la Fm. La Jíquima, partes del miembro Lindero de la Fm. Iberia, serpentinitas foliadas esquistosas, tufitas y margas de la Fm. Vigía, mientras que sobre las más duras y resistentes, el relieve se mantuvo elevado, con pendientes abruptas como en los cerros de la Fm. Tinajita y las partes más carbonatadas del miembro Lindero, así como en ofiolitas con menor grado de serpentización. Aún subsisten sobre la cúpula parches de rocas duras del basamento, fundamentalmente biocalcarenitas recristalizadas de la Fm. Camazán.

Las morfoalineaciones presentes en los mapas auxiliares, pueden haber sido provocadas por este último episodio de la evolución geológica de la zona, también fracturas recientes observadas en las rocas más jóvenes y en las antiguas, que por lo general son grietas abiertas, mientras que las fallas son principalmente gravitacionales o normales con dirección submeridionales y en menor medida sublatitudinales.

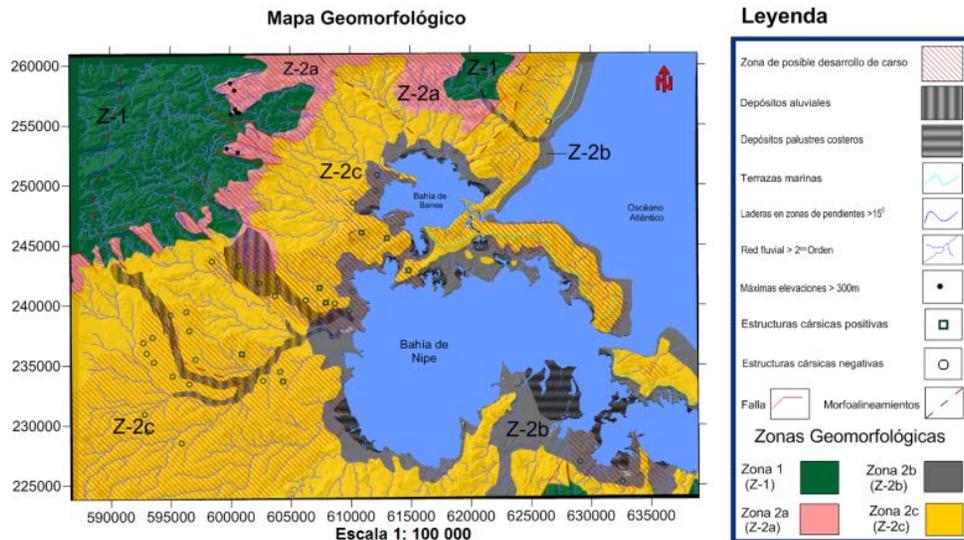


Figura 10. Mapa geomorfológico de la zona centro septentrional de Holguín

Conclusiones

Se interpretaron los mapas morfométricos y se determinaron morfoalineamientos, escarpes de falla, estructuras cársticas, entre otras formas del relieve que se llevaron al mapa resultante.

El mapa de morfoalineamientos se construyó a partir de las alineaciones digitalizadas en los mapas morfométricos y red de drenaje. Se determinaron cuatro morfoalineaciones.

Con la ayuda de los mapas morfométricos, mapa de densidad de drenaje, mapas temáticos y mapa de morfoalineamientos se dividió el área de estudio en zonas geomorfológicas.

Se elaboró el mapa geomorfológico de Banes a escala 1:100000, para lo cual se usaron los mapas auxiliares, el mapa de morfoalineamientos y los mapas temáticos del área.

Referencias bibliográficas

CARRALERO, N.; CONDE, M.; PÉREZ, L. & CORDOVÉS, J. 2003: Particularidades de la tectónica disyuntiva de la península del Ramón de Antilla y su influencia sobre la conveniencia constructiva. *Minería & Geología* 19(3-4): 29-34.

COTILLA, M. O. 2003: Estudio geomorfológico del carso en la región Gibara-Banes de Holguín, Cuba. *Revista Geográfica* (134): 5-22.

DE MIGUEL, C. & VÁZQUEZ, Y. 2005: Regionalización hidrogeológica de la provincia de Holguín, República de Cuba. *Minería y Geología* 21(3).

GREENIDGE, S. 2016: Mapa geomorfológico preliminar del municipio de Mayarí a escala 1:100000. *Ciencia & Futuro* 6(4): 17-35.

LABRADA, A. 2008: *Pronóstico de procesos y fenómenos físico-geológicos del sector centro-septentrional de la provincia de Holguín*. Alina Rodríguez Infante (Tutora). Tesis de grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico. 68 p.

LILIENBERG, D. A. 1973: *Algunos aspectos de la formación del carso en los trópicos (según los materiales de investigaciones en Cuba)*. Materiales de la Filial de la Sociedad Geográfica de la URSS. Geomorfología (Tesis).

OLIVA, G. 1989: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Instituto de Geografía, ACC.

PIRE, M. C. 2006: Caracterización geomecánica de macizos rocosos en obras subterráneas de la región oriental de país. *Minería y Geología* 22(3).

SÁNCHEZ, Y.; DE MIGUEL, C. & ROCHENEL, S. 2013: Caracterización hidrogeológica del Valle del Cauto, provincia Holguín, Cuba. *Minería & Geología* 29(2): 16-34.

SECO, R. 2004: *Geomorfología*. Félix Varela, La Habana.