

AUTORES

Roberto Denis Valle¹
 Leandro Peñalver Hernández²
 Arelis Núñez Labañino¹
 Miguel Cabrera Castellanos¹
 Jesús Triff Oquendo¹
 Guillermo Pantaleón Vento¹
 Rolando Batista González¹
 Luisa Rodríguez González²
 Félix González Milanés²

¹Instituto de Geología y Paleontología / Servicio Geológico de Cuba. Vía Blanca 1002, Rpto. Los Ángeles, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba. Email: denis@igp.minbas.cu

²Unidad de Medio Ambiente; Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Granma. Cuba

RECIBIDO: SEPTIEMBRE, 2019

ACEPTADO: NOVIEMBRE, 2019

CARACTERIZACIÓN GEÓLOGO – GEOMORFOLÓGICA DEL DELTA DEL RÍO CAUTO EN CUBA ORIENTAL

RESUMEN

El río Cauto forma en su desembocadura, junto a la plataforma marina suroriental, el mayor sistema deltaico en Cuba y uno de los más importantes del Caribe Insular. Está categorizado como sitio Ramsar y enmarca al Refugio de Fauna Delta del Cauto. Con la finalidad de contribuir al manejo integrado de esta área protegida se determinó estudiar su constitución geólogo – geomorfológica, así como los procesos y factores litomorfo genéticos presentes en ella y su evolución espacio-temporal. Para ello, se realizó el procesamiento de la información precedente, la interpretación de imágenes satelitales e itinerarios de campo. Se obtuvieron los siguientes resultados: 1) cartografía y caracterización de los tipos de relieve como llanura superior e inferior del delta, con formas subordinadas del relieve como costas, canales de marea, esteros, lagunas litorales, marismas, canales distribuidores activos e inactivos, además de formas gravitacionales y antrópicas; 2) delimitación y descripción de los depósitos holocénicos marinos, palustres y aluviales, que cubren a las Formaciones Cauto y Bayamo del Pleistoceno Superior temprano y Plioceno Superior – Pleistoceno Inferior temprano, respectivamente; 3) identificación de los procesos y factores litomorfo genéticos actuantes (fluviales, hidrogénicos, tectónicos, climáticos, biogénicos, hidrogeológicos, eólicos y antropogénicos); 4) descripción de la evolución geológica del área y de la potencialidad de recursos minerales y 5) identificación de los peligros y acciones antrópicas que pueden afectar al ecosistema por la gran vulnerabilidad resultante de su juventud geológica (menor a 11 000 años). Para la ilustración cartográfica de los resultados se elaboraron el mapa geológico a escala 1: 100 000 y el mapa geomorfológico a escala 1: 50 000.

Cauto River forms in its mouth, along with the southeastern marine platform, the wider deltaic system in Cuba and one of the more important of the Insular Caribbean. Being categorized as RAMSAR site it delimits the Fauna Shelter of the Cauto River delta. With the purpose to contribute to the integrated management of this ecosystem we undertook research on its geologic-geomorphologic constitution, as well as their lithomorphogenetic processes and factors, and its spatial-temporary evolution. Work involved preceding information processing, satellite imagery interpretation, and fieldwork. All of which yielded the following results: 1) cartography and characterization of the lower and higher delta plains, and of other landforms such as coasts, tideways, estuaries, coastal lagoons, marshes, active and inactive distributing canals, fluvial plains, as well as gravitational and anthropic landforms; 2) delimitation and description of the Holocene marine, marshy, and alluvial deposits overlying the early Upper Pleistocene and Upper Pliocene-early Lower Pleistocene Cauto and Bayamo formations, respectively; 3) identification of the present lithomorphogenetic processes and factors (fluvial, hydrogenic, tectonic, climatic, biogenic, hydrogeological, aeolian and anthropogenic); 4) description of the geological evolution of the area and its mineral resources potentiality, and 5) identification of hazards and anthropic actions that could affect the ecosystem high vulnerable due to its geological youth (< 10 ka). Results were illustrated on the geologic and geomorphologic maps, at 1: 50 000 scale.

Palabras claves: Geología, geomorfología, área protegida, delta, río Cauto, Granma, Oriente

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se corresponde con parte de los resultados del proyecto I + D diseñado y ejecutado por el Instituto de Geología y Paleontología (IGP) “Caracterización Geólogo - Geomorfológica de las costas y archipiélagos comprendidos entre Guanahacabibes y la provincia Granma”, de acuerdo a los objetivos del Proyecto GEF - PNUD “Aplicación de un Enfoque Regional al Manejo de las Áreas Protegidas Marinas y Costeras en los Archipiélagos del Sur de Cuba”. Una de las áreas objeto de este estudio es el delta del río Cauto, la corriente fluvial de mayor longitud en el territorio nacional, la cual desemboca en el golfo de Guacanayabo (plataforma marina suroriental), formando el mayor sistema deltaico de Cuba y uno de los más importantes del Caribe Insular, categorizado como sitio Ramsar y donde se asienta el área protegida Refugio de Fauna Delta del Cauto. Desde el punto de vista político - administrativo su territorio pertenece a la provincia de Granma, la mayor parte al municipio Río Cauto y extensiones menores a los municipios Yara y Manzanillo.

OBJETIVOS

El objetivo general de la investigación fue el conocimiento de las características y procesos del substrato abiótico como contribución al manejo integrado del territorio y a la determinación de elementos básicos que pudieran influir en la conservación de la biodiversidad marino-costera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El territorio de esta área protegida aparece cartografiado en el mapa geológico a escala 1: 250 000 de la región oriental (Nagy et al., 1976), en el mapa geológico digital de todo el territorio nacional a escala 1:100 000 (2011) y también en el de los depósitos cuaternarios a escala 1:250 000 (Peñalver et al., 2008). Aunque no hay dudas acerca de los tipos de depósitos que aquí se representan, su estudio tiene un carácter general, así como la estructura del corte vertical del subsuelo. Similar situación existe en la cartografía del relieve; así en el mapa geomorfológico a escala 1:1 000 000 del territorio nacional

(Portela et al., 1989) y en el mapa geomorfológico 1: 500 000 de la región oriental (Nagy et al., 1976) se representan generalizaciones de los tipos de relieve y ejemplos aislados de las formas. La ausencia de estudios detallados se debe, por un lado, a la escala de los trabajos ejecutados y por otra parte al difícil acceso, dado por el carácter cenagoso del terreno. Existen datos inéditos de superficie de la parte costera, obtenidos por un crucero realizado entre los ríos Limones, al NE de cabo Cruz y Jobabo, al S de Las Tunas (Franco, 1984). Aparecen importantes apuntes sobre la morfología de las costas y otras formas del relieve en el Derrotero de las Costas de Cuba (2004) y aspectos generales de la constitución geólogo-geomorfológica en el Plan de Manejo de esta área protegida para los años 2006 - 2010 (Cisneros et al., 2005).

Se partió de la revisión de la información aportada por las investigaciones geológicas y geomorfológicas precedentes, mencionadas en el párrafo anterior, así como la selección de los materiales de utilidad para los objetivos expresados. En los casos necesarios fueron llevados a formato digital los mapas y otros anexos gráficos de interés donde se empleó un scanner y el programa AutoCad para la digitalización.

También se realizó la interpretación de dos imágenes satelitales ASTER, del nivel 1B, correspondientes a la zona visible e infrarrojo cercano del espectro, bandas 1, 2 y 3, de los años 2001 y 2003, las cuales poseen una alta resolución espacial (15 m/p) y permitieron mediante la combinación de falsos colores destacar rasgos como la vegetación y los sectores acuosos, muy vinculados a determinadas formas y tipos del relieve. Para el procesamiento de las imágenes se utilizó, fundamentalmente, el programa ILWIS. En la identificación e interpretación de los diversos rasgos geomorfológicos, se utilizaron patrones de comparación, establecidos a partir de puntos conocidos; además esta labor fue auxiliada con las correspondien-

MATERIALES Y MÉTODOS

tes hojas cartográficas a escalas 1: 100 000 (4777) y 1: 50 000 (4777-I y 4777-II), más once imágenes Google del año 2011, muy valiosas por su actualidad, así como por su color real, con las cuales se cubrió la mayor parte del territorio a estudiar.

La fusión de los datos obtenidos de todas las fuentes sirvió para confeccionar las variantes preliminares del informe y de los mapas geomorfológico y geológico. La clasificación de las costas se hizo según los tipos enunciados en el Decreto Ley 212/2000 del Consejo de Estado para la gestión de la zona costera. En febrero de 2012 se realizaron los itinerarios de campo, en los cuales el levantamiento de la información se realizó según un protocolo acordado para evitar omisiones y asegurar un formato uniforme. Con el material obtenido se procedió a la comprobación, rectificación y completamiento de dichas variantes preliminares.

El trabajo concluyó con la variante final de la caracterización geológica y geomorfológica del Área Protegida, la cual se presenta por zonas o unidades geomorfológicas (marina, costera y postcostera). En la salida final del proyecto, los resultados particulares para este territorio se integrarán al conjunto de informes de todas las áreas en estudio, en una multimedia, que contará de un texto, con hipervínculos a las figuras, anexos y a un glosario. También contendrá una galería de imágenes, mapas y un sistema de información geográfica (SIG).

GEOMORFOLOGÍA

Ubicación regional. El delta del Cauto se ubica en la zona morfogenética interior de la plataforma insular suroriental y el territorio emergido contiguo. Como todos los deltas, consta de dos partes principales: una submarina y otra subaérea; la primera, con menor extensión areal, corresponde a la llanura marina acumulativa, ubicada entre la zona costera y la depresión central del golfo de Guacanayabo. La segunda, que es el territorio emergido contiguo, corres-

ponde a la zona costera, representada por una llanura fluvio – marina (deltaica) acumulativa, cenagosa, que es la mayor parte del territorio del área protegida. La zona postcostera colindante pertenece a la región geomorfológica de la llanura del Cauto, comprendida dentro de la mesoregión denominada Llanuras Orientales (Acevedo, 1989).

Fondo marino. La llanura acumulativa que ocupa la estrecha faja marina de esta área protegida posee la particularidad de tener arrecifes coralinos entre punta Buey y la margen este del río Cauto adosados a la línea de costa, con mangles.

Zona costera. Esta zona se corresponde con la parte subaérea del delta, propiamente denominada llanura deltaica y de acuerdo a la configuración de la misma este delta se clasifica como cusgado o de cúspide. Presenta un relieve muy bajo con una altitud media menor de 1,0 m y localmente de 2 - 3 m.

Como es habitual en estos sistemas, la parte emergida puede subdividirse en dos (Arche et al. 1992): llanura deltaica inferior o externa, donde interactúan procesos fluviales y marinos, que por lo general se delimita por el alcance de las mareas y la llanura deltaica superior o interna, que se mantiene por encima de la acción marina y donde predominan los procesos fluviales o aluviales (Fig. 1). Cada una de estas partes constituye un tipo de relieve.

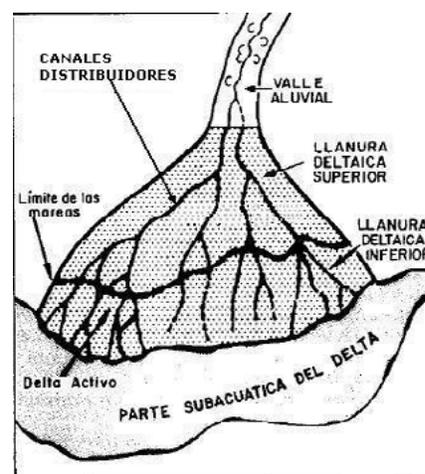


FIGURA 01.

Delimitación esquemática de las partes de una llanura deltaica (Coleman, 1976 fide Arche et al., 1992)

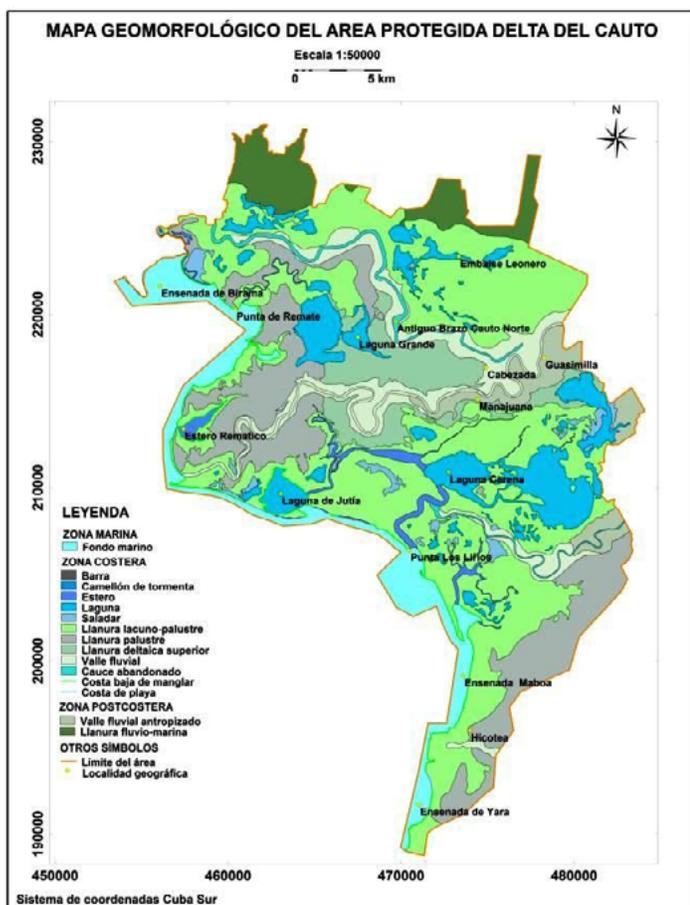


FIGURA 2. Mapa geomorfológico del Área Protegida Delta del Cauto, confeccionado a partir de la interpretación de imágenes satelitales y comprobaciones mediante trabajos de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Mapa Geomorfológico (Fig. 2) aparecen los principales rasgos del relieve, donde existe además un conjunto de formas no representadas, las cuales precisan de una escala más detallada.

La llanura deltaica inferior o externa incluye las siguientes formas del relieve:

- Costas: predomina la costa baja de manglar, con pequeños y muy estrechos segmentos de costa de playa, flanqueados al E por los manglares, que se ubican en el tramo costero entre las puntas Jutía y Los Lirios (Carenas), de forma intermitente en la ensenada de Maboá y aparecen también en la parte norte de la ensenada de Yara, cercana a punta Oruíta.

- Canales de marea: esta forma del relieve es abundante a través de toda la costa, alcanzando su mayor desarrollo al S del área, entre las desembocaduras del cauce activo del Cauto y la del río Hicotea.

- Esteros: asociados a ríos de menor caudal que el Cauto, como el Hicotea, o a ensenadas que debieron constituir las desembocaduras de antiguos cauces o brazos del río Cauto. Por lo general, se comunican con lagunas costeras interiores. Como ejemplos pueden citarse los esteros de Remate, Boca Honda, Rematico, Jutía, Hospitalito, Hospital, Carena y Felipe.

- Lagunas: por su ubicación y características pueden diferenciarse en dos grupos. Las más próximas a la línea actual de costa, las cuales generalmente están asociadas a esteros, constituyendo un ensanchamiento de los mismos, y a excepción de la conocida por Jutía, no alcanzan dimensiones considerables. Como tal, tenemos a las lagunas La Iguita, Las Vallas, Rematico, Jutía y Las Nueces. Las lagunas más alejadas del borde costero constituyen depresiones del terreno, relictos de las bahías intercanales originadas durante los estadios iniciales de formación del delta; también pueden ser marismas afectadas por procesos destructivos inherentes a etapas posteriores. Aparecen ocupadas solo por agua o con presencia de pantanos, herbazales y bosques, llegando a formar ciénagas, como la de Birama. En la parte norte del área existe un sistema de lagunas de gran extensión (Birama, Hoja de Maíz y Leonero), cuyas aguas varían su composición estacionalmente de acuerdo al régimen de lluvias.

- Bancos de arena: descritos en el Plan de Manejo del área como dunas en las localidades de punta de Birama, punta de Pasa Presto, punta la Pasita, punta Naranja y la ensenada de la Bagía hasta punta de Buey. Son en realidad acumulaciones (en forma de cordones) de arena y restos de conchas de moluscos, adosadas por el oleaje a la línea de costa. El material que compone es-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

tas formas del relieve procede, en su mayor parte, del deslave del fondo y la removilización por las corrientes marinas laterales de sedimentos acarreados por los ríos. Son por lo general estrechos y están ocupados por plantas herbáceas y ejemplares dispersos de las especies periféricas del manglar.

-Barras: al S de la boca del cauce activo del Cauto, en el tramo hasta la ensenada de Maboá se encuentran barras cerrando las lagunas de Jutía y de Buey, así como en las puntas Los Lirios y Monte Gordo. Al parecer, en su formación se han conjugado los procesos de redistribución de sedimentos aluviales por las olas y mareas, la presencia de arrecifes muertos, que, a manera de pantalla, han propiciado la acumulación en determinados sectores y la colonización por la vegetación de manglar que retiene dichos depósitos.

-Llanura lacuno - palustre: son superficies bajas, planas, inundadas total o parcialmente por la acción de las mareas, donde un elevado por ciento de su extensión areal está ocupado por lagunas activas (permanentes) comunicadas entre sí y con el mar por un sistema de canales de marea y esteros. Esta forma del relieve se encuentra en proceso de estabilización por la presencia de vegetación de mangle que actúa como trampa para la retención de los sedimentos de origen fluvial, removilizados por las olas y mareas, además de contribuir a la deposición con materia orgánica, lo cual establece una tendencia a la colmatación de las lagunas y el cierre de los canales.

-Marismas: (llanuras palustres). Constituyen la parte más consolidada de la llanura deltaica inferior y representan un estadio más avanzado de la llanura lacuno - palustre. Se encuentran ligeramente más elevadas como resultado de la colmatación y donde la acción de las mareas es muy limitada. Estas condiciones determinan la gradual desaparición de los manglares. Se inundan estacionalmente y en el período seco se reducen, dando lugar a espacios sin

vegetación, donde por evaporación se acumulan sales, denominados por ello saladares o salares.

Como se explicó anteriormente, la llanura deltaica superior es aquella parte del territorio emergido del delta que se mantiene por encima de la acción marina y donde predominan los procesos fluviales o aluviales. Alcanza un mayor desarrollo en el espacio limitado por el antiguo Brazo del Cauto Norte y la laguna Los Tablones. Enmarca un conjunto de formas menores del relieve, que más adelante se detallan, lo cual pudiera resumirse al decir que es la superficie resultante de la unión de los valles fluviales dentro de los límites del sistema deltaico.

-Valles fluviales: son, a su vez, formas complejas del relieve que contienen otras subformas. En este caso, los cauces y las llanuras o planos de inundación, que son superficies planas conformadas en torno a los cauces a partir de la deposición de los sedimentos transportados por los mismos; no se apreciaron terrazas fluviales que constituyen otros elementos integradores de los valles; por lo que los mismos comprenden, aproximadamente, el espacio limitado por las tangentes a las partes más externas del cinturón de meandros. A causa de las dimensiones reales de cada elemento y por la escala utilizada para su representación cartográfica, en el mapa solo aparecen los valles y no las formas menores del relieve.

En los sistemas deltaicos los cauces son denominados canales distribuidores porque realizan la función de distribuir el caudal del río y la carga sólida asociada. Por lo general, existen varios, entre activos y abandonados. En el área se diferencia uno activo, constituido por el cauce actual del río Cauto, a través del cual se está produciendo en estos momentos el transporte y deposición de sedimentos, y por tanto, la progradación o avance del delta hacia la plataforma marina. Este hecho ha dado lugar a la cúspide que se observa en torno a su desembocadura, donde se ha formado

una barra de arena, limos y arcillas, reduciendo la profundidad en ese punto a 0,7 – 0,8 m, según datos del Derrotero de las Costas de Cuba (2004).

Entre los canales distribuidores abandonados o paleoaucos se encuentran dos reconocibles por su morfología y ocasionalmente activos, conocidos como Antiguo Brazo Cauto Norte y Brazo de la Puente, ubicados al N y S, respectivamente, del cauce actual y de forma paralela, en sentido general, al mismo. También como ejemplo de esta forma de relieve, al parecer más antigua y menos conservada, puede considerarse el estero Remate que conecta las lagunas de Las Vallas y Grande. Por su posición, cercano y paralelo al Brazo Cauto Norte, parece haber constituido una posición anterior del mismo, abandonada por migración lateral. Un análisis similar puede hacerse con el estero Jutía, que enlaza las lagunas de Jutía, Los Tablones y Carena; se ubica al S del Cauto actual y se comunica con el mismo por el denominado estero Jucarito, que constituye en realidad un canal de derrame o aliviadero natural, modificado antrópicamente (canalizado).

Durante el proceso de formación del delta se produjo el avance de los valles fluviales, de conjunto con el de los canales distribuidores, hacia el interior de la cuenca receptora. Los de mayor extensión en el territorio son los originados por el cauce actualmente activo del río Cauto y por el antiguo Brazo del Cauto Norte.

Otras formas del relieve no vinculadas a partes específicas de la llanura deltaica son:

-Deslizamientos: son formas gravitacionales que pueden afectar principalmente a las márgenes fluviales. No son abundantes, en correspondencia con el relieve llano y bajo y la relativa estabilidad de los taludes, conformados en depósitos aluviales, mayormente de grano fino, lo cual le confiere una mayor cohesión.

-Formas antrópicas: son principalmente alteraciones de la superficie de los valles fluviales como resultado de la deforestación, la erosión inducida de los suelos por roturación del terreno, remodelación de la red natural de drenaje mediante la canalización, así como afectaciones a formas menores de relieve con la extracción de arenas (canteras).

Zona postcostera: la actividad del río Cauto ha dado origen a una extensa llanura fluvial a lo largo de todo su curso. Según Nagy et al. (1976), constituye una llanura fluvio - marina, acumulativa y erosivo - acumulativa, que bordea a la zona pantanosa por el N y el E. El territorio al N presenta una mayor disecación. En esta llanura el Cauto se manifiesta como un sistema fluvial de alta sinuosidad, favorecido por el carácter suave de las pendientes y por la presencia de márgenes de canal relativamente estables. Se aprecia un conjunto de formas menores del relieve, como meandros abandonados y lagunas en forma de herradura, que están mucho mejor conservados que en la llanura deltaica.

ESTRATIGRAFÍA

Contexto regional. El territorio en estudio se ubica en el extremo occidental de la cuenca Guacanayabo - Nipe (Nagy et al., 1976), la cual tiene una orientación aproximada de SW - NE al atravesar oblicuamente la región oriental de Cuba, pasando los extremos de su eje por el golfo de Guacanayabo y por la bahía de Nipe. Se encuentra delimitada en su borde septentrional por las paleoestructuras denudadas del arco volcánico Cretácico de Tunas - Camagüey y su cobertura, mientras por el borde meridional linda con las rocas del arco volcánico del Paleógeno. En consecuencia, entre los materiales que rellenan dicha cuenca, además de los carbonatados, se encuentran sedimentos terrígenos, derivados de la destrucción de rocas volcánicas efusivas y granitoides. En la superficie afloran depósitos terrígenos jóvenes del Cuaternario, predominantemente de granulometría fina,

transportados y acumulados durante los últimos 1,8 Ma, desde terrenos más elevados por la red hidrográfica del río Cauto (Fig. 3).

Zona marina. Está compuesta por sedimentos limo-arcillosos y limo-arenosos de composición terrígena. La presencia de depósitos carbonatados es escasa y se circunscribe a acumulaciones locales de fragmentos de conchas y caracoles. Al igual que el resto de los depósitos no consolidados del área, tienen color gris oscuro a causa del alto contenido de materia orgánica y corresponden al Holoceno (<11 000 años). Debido a su bajo grado de estudio no se conoce su composición mineralógica, la composición vertical del corte y el espesor. Además de los sedimentos existen formaciones coralinas desde el margen sur de la desembocadura del río Cauto hasta punta Buey, cuyo sustrato no se conoce, pero pudieran ser arcillas rojas litificadas, como ocurre en el vecino Gran Banco de Buena Esperanza.

Zona costera. Representada principalmente por depósitos palustres, formados por limos, arcillas y subordinadamente arena. Son de composición terrígena, mezclados con materia orgánica vegetal y alto contenido de sales. En los aislados segmentos de costa de playa se encuentran depósitos marinos, compuestos principalmente por arenas carbonatadas de variada granulometría y conchas de moluscos, fragmentadas o enteras. En los valles y llanuras fluviales hay depósitos aluviales, representados por arena de color gris a pardo, de grano muy fino y con algunas gravas pequeñas y carbonatadas. Se observan conchas de moluscos terrestres recientes. El espesor es de unos 3 a 5 m. Los tres tipos de depósitos son holocénicos, es decir con edad inferior a los 11 000 años.

Zona postcostera. Los depósitos aluviales cubren a las secuencias de la Formación (Fm.) Cauto que aflora en la periferia oriental del Área Protegida y fuera de los límites de la misma. Se observan solamente las frac-

ciones más finas, lo cual está vinculado a la ubicación geográfica (curso inferior del río, y por tanto, lejana de las fuentes de aporte). Por tanto, esta unidad litoestratigráfica está compuesta, aquí, por arcillas pardo – grisáceas y gris oscuras a negras, muy compactas, con numerosas gravas finas de composición carbonatada, donde se observan también raros lentes arenosos con perdigones. Otro rasgo particular en el territorio es la ausencia de estratificación. El espesor varía de 2,5 a 4 m. A estos sedimentos, por su posición estratigráfica se le asigna una edad de Pleistoceno Superior temprano (aproximadamente 130 000 años).

La Fm. Bayamo, que infrayace a la Fm. Cauto, también está representada en el territorio estudiado por las fracciones más finas que son arcillas muy plásticas de color verdoso – amarillento. A estos depósitos se le asigna un rango de edad entre el Plioceno Superior y el Pleistoceno Inferior temprano, lo que implica una antigüedad de hasta 2,5 Ma. No se observan las fracciones arenosas y de mayor grosor (areniscas y conglomerados) reportadas en otras partes de la llanura del Cauto.

Aunque no aparecen en la superficie del territorio del Área Protegida, las rocas carbonatadas de la Fm. Paso Real están presentes en la zona que erosionan las corrientes fluviales que desembocan por el N en el delta del Cauto, constituyendo la fuente más probable del material carbonatado, de grano fino, presente en las arcillas y arenas de la Fm. Cauto. Está formada por calizas arcillosas, biodetríticas, dolomitizadas, recristalizadas, dolomitas, calcarenitas, margas, arcillas carbonatadas, intercalaciones de areniscas y limolitas calcáreas. Presenta cambios litológicos verticales y laterales. Se le asigna un rango de edad entre el Oligoceno Superior y la parte baja del Mioceno Superior, lo que significa entre 28 y 11 Ma. Además, esta unidad constituye un horizonte acuífero importante, y como tal, está vinculada al drenaje de aguas subterráneas dulces hacia la parte norte del área.

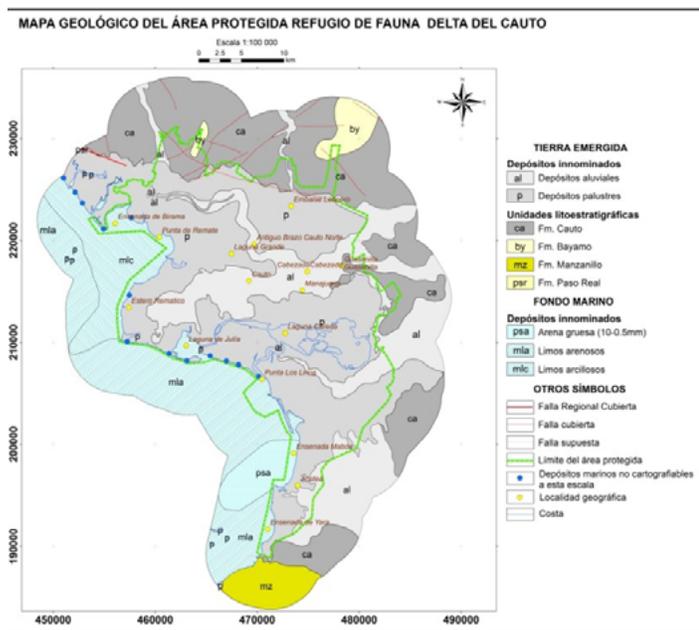


FIGURA 03. Mapa geológico del Área Protegida Refugio de Fauna Delta del Cauto, confeccionado a partir del Mapa Geológico Digital de la República de Cuba a escala 1: 100 000 (2011), con modificaciones basadas en comprobaciones de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PROCESOS Y FACTORES LITOMORFOGENÉTICOS.

La clasificación de Galloway (1975), tomada de Arche et al. (1992) divide a los deltas (de acuerdo a los procesos que mayor influencia tengan en cada caso) en:

- Deltas con predominio de la acción fluvial.
- Deltas con predominio de la acción de las olas.
- Deltas con predominio de la acción de las mareas.

Aunque no presenta una morfología digitada (de pata de ave) o lobulada, típicas para el primer grupo, el delta del Cauto se enmarca dentro del mismo, debido a que los procesos y factores litomorfogenéticos más relevantes son los fluviales. La génesis de los elementos estructurales de este sistema y su evolución espacio - temporal han estado determinados, fundamentalmente,

por la acción de una red fluvial bien estructurada en una cuenca hidrográfica de gran extensión areal, la cual no se limita solo al río Cauto (el de mayor longitud de Cuba) sino que incluye a otras corrientes como Salado, Bayamo, Cautillo y Contramaestre que tienen un carácter tributario.

El gran volumen y la sostenida deposición de sedimentos rebasa la tasa de evacuación hacia el mar y provoca su acumulación en forma de una barra en las cercanías de la desembocadura del canal distribuidor (cauce activo), lo que conlleva al aumento de la fricción de la corriente con el fondo y con la concatenación repetitiva de los siguientes efectos: reducción de la velocidad del flujo, aceleración de la deposición, crecimiento de la barra y disminución de la profundidad. Como respuesta se produce el desvío del flujo a ambos lados de la barra y la formación de dos nuevos y divergentes canales de distribución. Con el transcurso del tiempo el proceso se repite en las bocas de los nuevos canales, dando lugar a complejas formas ramificadas.

En los espacios entre un canal distribuidor y otro se crean las denominadas bahías intercanales, las cuales se rellenan en un intervalo de tiempo relativamente corto a partir de los sedimentos acarreados por el desborde de los cauces, que son generalmente de grano fino, pues las fracciones más gruesas se depositan rápidamente en las proximidades de los canales. Con el aumento y consolidación del relleno en esos espacios se generan llanuras lacuno - palustres y palustres (marismas).

También los ríos Jobabo, Birama, Cayojo, Cayojito, Hórmigo, Guajabo, Buey, Hico-tea y Yara, desembocan en el golfo de Guacanayabo y aportan sedimentos que son movilizados por las corrientes y mareas e incorporados al sistema deltaico.

Además de los fluviales, otros factores y procesos litomorfogenéticos presentes son:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Tectónicos. Han determinado la formación de una cuenca de acumulación más o menos en descenso continuo, creando la morfología apropiada para la acumulación de sedimentos.

2) Hidrogénicos. Están determinados por el oleaje, mareas y las corrientes que éstas producen. La poca profundidad y pendiente ($<1^\circ$ según el Derrotero de las Costas de Cuba, 2004) de la plataforma marina en el golfo de Guacanayabo determina que el oleaje sea débil en condiciones meteorológicas normales, pero actúa perpendicular a la zona de descarga del río, sirviéndole de contención, lo que se refuerza con la pleamar y durante los eventos meteorológicos extremos (huracanes y depresiones tropicales). El bloqueo de la desembocadura por los limos provoca la formación de bifurcaciones en ángulo con el curso original. Como resultado de la acción de las olas y las corrientes se originaron formas del relieve ya mencionadas como playas, bancos y barras.

Las mareas son de carácter semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares cada día. La amplitud promedio en la estación mareográfica de Manzanillo es de 49 cm, con una oscilación extrema de 120 cm (Díaz Llanes, 1989). Aunque estos valores no son notables a nivel internacional, las corrientes de marea forman canales homónimos y contribuyen al desarrollo de los esteros. La acción de contención de las mareas ha originado meandros en los tramos finales de los canales distribuidores y en los esteros, así como derrames laterales, originados con la marea alta y el ascenso del agua por encima de los diques naturales. Los factores y procesos hidrogénicos también desempeñan un papel destacado en la destrucción de las partes inactivas o abandonadas, como parte del ciclo vital de los deltas. Son los casos de los antiguos canales ubicados en los esteros Remate y Jutía, los cuales en la actualidad constituyen sistemas de lagunas interconectadas. En sentido general, estos

factores y procesos han actuado en la regularización de la línea costera, transformando su configuración primitiva (que debió haber sido lobulada) a la morfología de cúspide, propia de un litoral con olas y mareas de energía moderada.

3) Biogénicos. Relacionados específicamente con la flora. Las plantas al colonizar las formas acumulativas del relieve fijan los sedimentos, con lo que contribuyen a la consolidación y crecimiento de dichas formas. En ese sentido se destacan los manglares que con sus raíces conforman una trampa natural que retiene el material transportado desde las tierras emergidas por la red hidrográfica y desde el mar por las olas y corrientes, donde también disipan la acción del oleaje y disminuyen la abrasión y la erosión. Al mismo tiempo, aportan la materia orgánica de sus hojas, madera, raíces y microbiota asociada, a la composición de los depósitos sobre los cuales se desarrollan. Este conjunto de acciones ocasiona cambios en la morfología costera al propiciar el desplazamiento de la línea de costa hacia el mar.

En algunos sectores costeros donde existen formas del relieve como barras y bancos, originadas a partir de la acumulación de arenas y depósitos clásticos de diversa granulometría, la presencia de otras variedades de plantas permite su conservación y desarrollo.

4) Climáticos. Por lo visto, con el ascenso del nivel medio del mar (NMM) durante la última transgresión se crearon las condiciones en la zona costera, como lugar de convergencia tierra - mar, para comenzar a engendrarse esta unidad geomorfológica. En las condiciones climáticas actuales la mayor influencia la ejercen los eventos meteorológicos extremos, que provocan la penetración temporal del mar, con el consiguiente arrastre de sedimentos hacia tierra o un aumento considerable del volumen del material acarreado por las corrientes fluviales, cuando se producen abundantes precipitaciones atmosféricas.

Estos procesos y factores incrementarán su relevancia en las próximas décadas si como consecuencia del denominado Cambio Climático tiene lugar el pronosticado calentamiento global de la atmósfera y con el derretimiento de grandes masas de hielo en los polos ocurre un ascenso del NMM a escala planetaria, lo cual implicaría el establecimiento de una nueva línea de costa y el desplazamiento de la zona costera.

5) Antropogénicos. Las acciones del hombre que se relacionan con la transformación de la constitución geólogo-geomorfológica de este territorio son las que aniquilan la red hidrográfica ya sea dentro de su perímetro o en el área de influencia, que, para estos efectos, abarca toda la cuenca hidrográfica. Ejemplo: el uso de los suelos, la deforestación, construcción de viales, represamiento y canalización de las aguas. Las incidencias más directas son: a) probable disminución de la tasa de transporte fluvial y acumulación de sedimentos, b) avance de la cuña salina y c) formación de cárcavas y deslizamientos del terreno, entre otras transformaciones de la composición y morfología del terreno.

6) Eólicos. De alcance muy local. En época de sequía gran parte de las marismas se transforman en saladares, formando espacios cubiertos de sedimentos areno - limosos, salinos y sin vegetación, donde, a pequeña escala, ocurren procesos similares a los que tiene lugar en los desiertos y estepas de otras latitudes. El viento acarrea los sedimentos que se acumulan en la periferia de los saladares hasta ser retenidos por una leve elevación del relieve o por la vegetación. De esta forma se originan pequeños montículos arenosos a cuya consolidación contribuye el desarrollo sobre ellos de plantas herbáceas y espinosas. La acción de los vientos sobre la superficie cubierta por sedimentos arenoso - limosos origina rizaduras, conocidas en la literatura especializada como ripple marks.

EVOLUCIÓN GEOLÓGICA

La cuenca Guacanayabo - Nipe, en cuyo extremo occidental se ubica el delta del Cauto, durante los últimos 46 Ma se ha caracterizado por una sostenida subsidencia (hundimiento), compensada en parte por una abundante sedimentación que produjo la acumulación de más de 1000 m de espesor de sedimentos biógeno - terrígenos durante el Neógeno y el Cuaternario (desde hace aproximadamente 23,8 Ma). El aumento del ritmo de deposición respecto al de hundimiento produjo la sucesión de ambientes marinos cada vez más someros, o sea menos profundos (Franco, 1983), independientemente de las oscilaciones temporales del NMM.

La evolución geológica más reciente del territorio (aproximadamente los últimos 11000 años) está relacionada con la formación de una llanura deltaica. Este proceso generalmente presenta mecanismos básicos que se repiten independientemente de la región donde ocurra. Los deltas se forman cuando las corrientes fluviales, cargadas de sedimentos, entran a un cuerpo de agua de grandes dimensiones (en este caso el mar). Al dejar de estar confinadas por el cauce, se expanden y desaceleran, por lo cual la totalidad o gran parte de su carga sólida se deposita, por lo general, siguiendo una selección de acuerdo al tamaño del grano: los más gruesos en primer orden y los más finos posteriormente, o sea, en áreas más alejadas de la desembocadura. Para el crecimiento del delta el aporte aluvial de sedimentos debe superar la redistribución de los mismos por agentes marinos como las olas, corrientes y mareas. En este caso específico, las características de los sedimentos que arriban a la zona costera, con mayor proporción de la carga en suspensión respecto a la carga de fondo o arrastre, favorecieron la progradación, es decir, el avance de la sedimentación hacia el interior de la cuenca receptora, lo que a su vez provocó el crecimiento en esa dirección de

los canales distribuidores. Esto influyó en la morfología y las notables dimensiones del delta.

En el caso del Cauto estuvieron presentes, además:

- Sistema fluvial bien estructurado, con cuenca de área notable en terrenos donde existen diversidad litológica y variaciones de pendiente.
- Precipitaciones de moderadas a abundantes, favorecidas por la ubicación a barlovento de los mayores sistemas orográficos del país.

La obstrucción del canal distribuidor primitivo (por la concatenación ya explicada de efectos) y el desvío del flujo a ambos lados de la barra formada en la desembocadura dio lugar a dos nuevos y divergentes canales de distribución. Este proceso se ha repetido con el transcurso del tiempo en las bocas de los nuevos canales ocasionando la ramificación de la corriente y también el abandono por el río de algunos cauces, lo cual originó los llamados paleocauces.

Los espacios entre un canal distribuidor y otro inicialmente fueron bahías intercanales (Fig. 4), las cuales se rellenaron en un intervalo de tiempo relativamente corto, en un primer momento por la acumulación de sedimentos en torno a cada canal, a modo de lóbulos y posteriormente con los sedimentos de grano fino acarreados por el desborde de los cauces, pues las fracciones más gruesas se depositaron en las proximidades de los canales. La redistribución del material por el oleaje y las mareas, así como la acción estabilizadora de la vegetación de manglar propiciaron el aumento y consolidación del relleno en esos espacios y la formación de llanuras lacuno - palustres que pasan gradualmente a marismas.

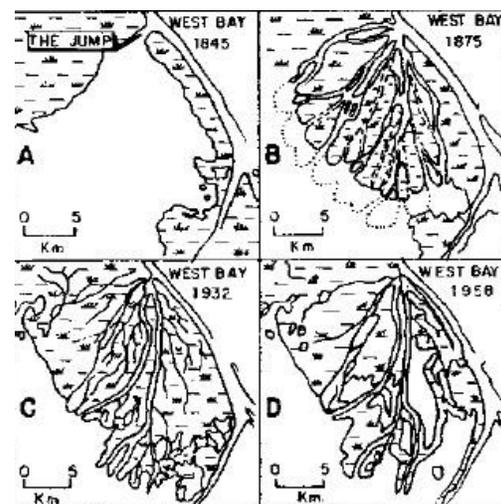
Durante la etapa más reciente de la evolución del delta, de forma paralela se han producido los procesos constructivos, donde predomina la actividad fluvial (como la pro-

gradación en el frente y laterales del canal activo) y los procesos destructivos, ya mencionados, de las partes abandonadas donde se ha impuesto la acción de los agentes hidrogénicos, los cuales han transformado la configuración primaria de tipo lobulada a la actual en forma de cúspide.

El estado de conservación de las formas del relieve nos indica su antigüedad y por tanto la secuencia evolutiva. Al parecer, los primeros canales distribuidores se encontraban en lo que hoy son los esteros Jutía y Carenas, donde es posible que posteriormente existiera un cauce con desembocadura en el actual estero Remate, mientras los más recientes serían los mejor conservados, claramente reconocibles como cauces o brazos, lo cual se refleja en la toponimia local: Brazo de la Puente, Brazo del Cauto Norte y el cauce activo en estos momentos. Por las dimensiones de los dos últimos, superiores al resto, se pueden inferir períodos de actividad más prolongados. La parte más antigua del sistema corresponde al sector entre el cauce actual del río Cauto y el Brazo de la Puente, donde ya fue destruida la llanura deltaica superior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Ejemplo clásico de desarrollo de un delta. Río Mississippi (Coleman y Prior, 1980 fide Arche et al., 1992): A. Formación de la bahía intercanal; B y C. Relleno de la bahía por el crecimiento y unión de los lóbulos en torno a los canales distribuidores; D. Inicio de los procesos destructivos en los lóbulos ubicados a la derecha.

FIGURA 04.

RECURSOS MINERALES

Hay potencialidad de yacimientos de peoloides y turbas.

AMENAZAS DE PELIGROS

Los mayores peligros de índole natural para el área son las inundaciones, la salinización de suelos, los deslizamientos y la ocupación del territorio por el mar, en caso de un ascenso del NMM como resultado del cambio climático.

VULNERABILIDAD

A pesar de su juventud desde el punto de vista geológico (< 11 000 años), el delta del Cauto se encuentra en una etapa avanzada de su desarrollo, en la cual estos sistemas presentan un equilibrio natural entre los procesos constructivos y los destructivos, pero el mismo puede afectarse por la actividad antrópica (tala, alteración de la red de escurrimiento, cultivos y otros). Como ejemplo de lo anterior pueden citarse los resultados de un estudio de impacto, realizado en toda la cuenca hidrográfica del Cauto por el Grupo Nacional de Evaluación de Riesgos, la Agencia de Medio Ambiente y la Unidad de Medio Ambiente Provincial (Pedroso et al., 2007), para evaluar las afectaciones ocasionadas ese año por la tormenta tropical Noel.

El relieve llano y bajo y la relativa estabilidad de los depósitos aluviales, mayormente de grano fino, disminuyen la vulnerabilidad ante los fenómenos gravitacionales, sin embargo, el mencionado estudio reportó, en el sector ubicado entre el poblado Guamo Embarcadero y

el núcleo poblacional Cabezadas, unos 20 deslizamientos en ambas márgenes con las consiguientes afectaciones al perfil del río y a la vegetación en la franja hidrorreguladora. En ese tramo existen asentamientos humanos y acciones contra el entorno natural derivadas de los mismos. Otro deslizamiento, en la localidad de El Yarey, se asocia con “la alteración provocada en el terreno durante la construcción de un canal que se encuentra en la margen de erosión en este sector del río”. En el área menos antropizada las afectaciones son menores, de ahí que se señale en dicho informe “Las márgenes del río a partir del poblado de Cabezada de Guamo no muestran indicios de afectación, igualmente sucede con la vegetación y se observan pocos procesos erosivos” (Pedroso et al., 2007).

El peligro de inundación se acrecienta por el carácter extremadamente bajo del relieve, debido al cual una gran extensión del Área Protegida puede quedar cubierta por aguas dulces o saladas como resultado de desbordamiento del río o penetración marina, respectivamente, provocadas por eventos meteorológicos de intensidad. Dicha característica también eleva la vulnerabilidad del territorio ante el peligro de ocupación por el mar, en caso de ascenso del NMM.

Por su parte, la vulnerabilidad ante la salinización se vincula con factores como:

a) Subsistencia del territorio debido el peso de los sedimentos acumulados o por movimientos neotectónicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

b) Presencia de depósitos impermeables por debajo de la cubierta de depósitos débilmente consolidados, los cuales que facilitan el desplazamiento de las aguas saladas próximo a la superficie hacia al territorio emergido.

c) Ausencia de la barrera coralina de la zona exterior de la plataforma marina, lo que permite la entrada más libre de las aguas del mar (con alta salinidad) hasta la zona de influencia de las mareas. Igualmente, la elevación del NMM y el represamiento de las aguas superficiales pueden hacer al área más vulnerable a la salinización.

- Los estudios geólogo-geomorfológicos realizados incrementarán el conocimiento, en poder de las entidades que administran el Área Protegida, sobre la morfología y composición de los ecosistemas, así como de los procesos y factores de su origen y desarrollo.

CONCLUSIONES

- La protección y el uso constituyen una importante contribución al manejo integrado del territorio, la protección y el uso sostenible de los recursos, lo cual no tiene solo una repercusión ecológica y conservacionista, sino también económica.

- La metodología empleada (reinterpretación de información, uso de imágenes, comprobaciones puntuales) no agrede al medio y representa un considerable ahorro de recursos.

- Los resultados avalan el empleo de la metodología en el estudio del resto de las Áreas Protegidas.

- Realizar trabajos geomorfológicos de mayor detalle, principalmente en el área costera, para aumentar la densidad de puntos de observación, lo cual permitiría un estudio más profundo de las características de las formas del relieve y los procesos que allí ocurren, es decir, un mayor conocimiento del substrato abiótico de cada ecosistema.

- Monitoreo de procesos como la salinización, erosión de los suelos, variaciones en la tasa de aporte de sedimentos y deslizamientos de taludes.

- Continuar el perfeccionamiento de los planes de manejo para la regulación de la actividad antrópica y como vía para preservar los valores del Área Protegida y mantener su estabilidad.

- Profundizar en el estudio de los sistemas deltaicos como elemento conformador de las costas de nuestro archipiélago.

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, M (1989): Regionalización geomorfológica. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba.
- ARCHE, A., A. ALONSO, P. ANADÓN, F. COLOMBO, C. J. DABRIO, J. A. DE LA PEÑA, J. C. GARCÍA RAMOS, R. MARFIL, J. MARTÍ, M. MARZO, J. R. MAS, F. ORTÍ, A. RAMOS, O. RIBA, C. SUÁREZ DE CENTI, M. VALENZUELA, J. A. VERA & F. VILAS (1992): Sedimentología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 543p. RAYCAR S.A. Impresores, Madrid, España.
- CABRERA, M. & R. BATISTA (2009): Naturaleza geológica del territorio marino-costero de Cuba en el Cuaternario. CNDIG., Inst. Geol. Paleont., CD-ROM, La Habana.
- CISNEROS, G., G. BRULL, R. ROSALES, D. ESPINOSA, O. GARCÍA, J. PÉREZ, F. SÁNCHEZ, R. OLANO & M. ALONSO (2005): Plan de Manejo Refugio de Fauna delta del Cauto. Arch. CNAP, La Habana.
- DÍAZ LLANES, G (1989): Amplitud y carácter de la marea. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba.
- FRANCO, G. L (1983): Columna geológica del Terciario del golfo de Guacanayabo. En: Contribución a la Geología de Cuba Oriental. p 127-133. Editorial Científico - Técnica, La Habana.
- INST. GEOL. PALEONT. COLECTIVO DE AUTORES. 2000. Léxico estratigráfico de Cuba. Arch. Inst. Geol. Paleont., La Habana.
- INST. GEOL. PALEONT. COLECTIVO DE AUTORES. (2011). Mapa Geológico Digital de la República de Cuba a escala 1: 100 000. Arch. Inst. Geol. Paleontología, La Habana.
- NAGY, E., A. BRITO, K. BREZSNYANSKI, D. COUTÍN, F. FORMELL, G. L. FRANCO, P. GYARMATI, P. JAKUS & GY. RADO CZ (1976): Texto Explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1: 250 000 (1972-1976), levantado y confeccionado por la Brigada Cubano-Húngara. Arch. Inst. Geol. Paleont., La Habana.
- PEDROSO, I., M. GUERRA, E. SALGUEIRO, E. DÍAZ, A. MILLÁN, Y. JIMÉNEZ, Y. BLAYA, E. MARTÍNEZ, E. HERNÁNDEZ, F. GUASH & F. GONZÁLEZ (2007): Estudio rápido del impacto de desastre en la cuenca del río Cauto. Agencia de Medio Ambiente, La Habana.
- PEÑALVER, L.L., M. CABRERA, R. DELGADO, L. RODRÍGUEZ, G. PANTALEÓN, C. UGALDE, C. M. PÉREZ & R. DENIS (2008). Informe Final del Mapa Digital de los Depósitos Cuaternarios del Archipiélago Cubano a escala 1: 250 000. Arch. Inst. Geol. Paleont., La Habana.
- PORTELA, A.H., J. L. DÍAZ, J. R. HERNÁNDEZ, A. R. MAGAZ & P. BLANCO (1989): Mapa geomorfológico de Cuba a escala 1:1 000 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba.