

EVIDENCIA DOCUMENTAL DE LOS CAMBIOS GEOMORFOLOGICOS EN CAYO MOA GRANDE, MOA, CUBA

Yosbanis Cervantes ⁽¹⁾, **Yuri Almaguer** ⁽¹⁾, **Gerardo Orozco** ⁽¹⁾, **Allan Pierra** ⁽¹⁾, **Hans Gursky** ⁽²⁾

(1) Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba. ZIP 83321. E mail: ycervantes@ismm.edu.cu; yalmaguer@ismm.edu.cu; gorozco@ismm.edu.cu; apierre@ismm.edu.cu.

(2) Instituto de Geología y Paleontología, Universidad Técnica de Clausthal, Alemania. E mail: gursky@geologie.tu-clausthal.de

RESUMEN

Los procesos de erosión y sedimentación en Cayo Moa se manifiestan de forma rápida y se registran principalmente en los últimos 50 años, alcanzando un avance máximo en el periodo comprendido entre 1990 y 2007; tales procesos modifican la configuración de la línea de costa con la acumulación de sedimentos en la parte occidental y central del cayo y un intenso proceso erosivo en la porción oriental del mismo. La presente investigación esta basada en un análisis temporal fotogeológico, en las cuales se comprueban modificaciones geomorfológicas en el cayo desde finales del pasado siglo. Para este estudio se usaron fotos aéreas, correspondiente al proyecto K-10 de la misión de 1972 a escala aproximada 1:36 000, y fotografías obtenidas de Google Earth en el año 2007. Para la valoración espacial de los cambios morfológicos se implementó un sistema de información geográfica que permitió sectorizar las imágenes aéreas, creando mapas geomorfológicos de los diferentes años analizados; mediante la superposición de mapas se pudo determinar las principales transformaciones geomorfológicas del cayo en un periodo de 35 años.

ABSTRACT

This work was base on the analysis of aerial photos of different dates, in which geomorphologic modifications at the Cay are checked since the past Century. The erosion and fast sedimentation processes in Moa Cay are mainly registered in the last 50 years, reaching a maximum advance in the period among 1990 and 2007; such processes modify the configuration and intense erosive process in the Eastern side of it. For this study aerial photos were used, corresponding to the K 10 Project of 1972 mission, to 1:36 000 estimated scale and photos obtained from Google Earth Program in 2007. For the graphic determinations of changes in morphology, the images were vectorized, which permitted creating geomorphologic maps of different analyzed years. Both maps were overlapped and it was possible to determine the main Cay's geomorphologic transformations in a period of 35 years.

INTRODUCCIÓN.

La bahía de Cayo Moa está ubicada en la costa nororiental de Cuba, en la provincia de Holguín, (fig.1) ocupa una extensión de costa de unos 10,5 km. Entre las características de este acuatorio tenemos una laguna litoral separada del océano Atlántico por Cayo Moa Grande. En la zona adyacente a la bahía no se localizan redes fluviales importantes excepto al Oeste, donde desemboca el río Moa, el cual cobra gran importancia para este estudio por la carga terrígena que aporta al acuatorio.

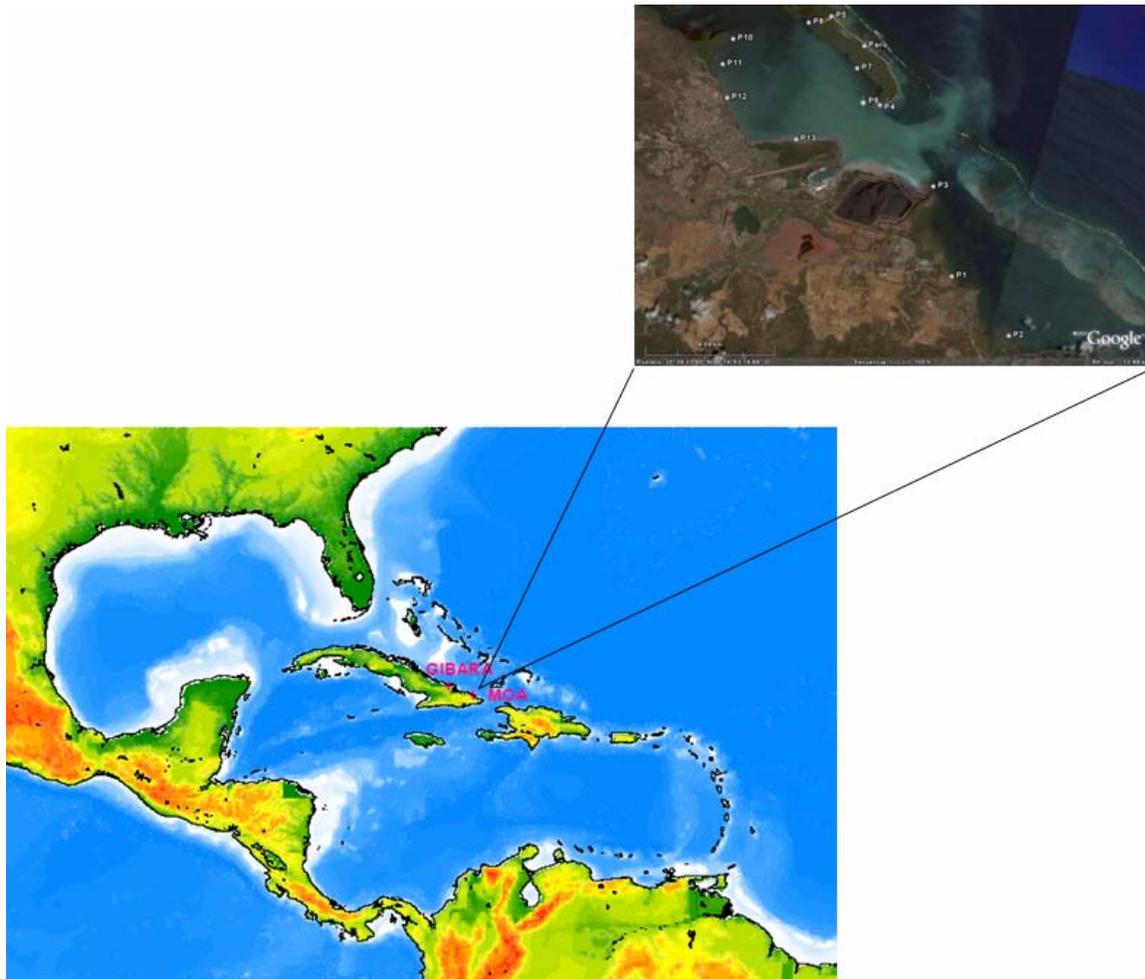


Figura. 1. Localización del área de estudio

Mediante el análisis de fotos aéreas de diferentes años, se determinó la evolución morfodinámica de la costa y el cay. Comparando la batimetría en diferentes periodos se determinaron los cambios en la morfología. En la porción oriental del cay, se observa un intenso proceso erosivo, aparentemente asociado a la acción intensa del oleaje y procesos tectónicos. Este fenómeno ha sido identificado en otras zonas de la costa norte de Cuba, lo que podría estar asociado a los cambios climáticos globales (PNUMA, 2003).

Otro elemento que se desarrolla en el área objeto de análisis es la extracción de sedimentos del fondo de la laguna y próximo a la costa sur del cay. Este tipo de actividad minera realizada a escala industrial, asociado al patrón de circulación de la bahía y la dirección de las corrientes, transforman el medio de sedimentación y permite la migración de materiales hacia las zonas deprimidas producto a la extracción. La morfología de la plataforma exterior se destaca por la caída brusca del talud insular.

Características geológicas locales

El área de estudio está enclavada sobre un substrato compuesto por rocas ultrabásicas serpentizadas, con alto grado de alteración por el intenso tectonismo a que han estado sometidas. Las rocas se caracterizan por presentar un color verde oscuro o gris verdoso y por un alto grado de agrietamiento. El grado de serpentización es variable, y en ocasiones se

enmascara debido a procesos hidrotermales, donde el agrietamiento es intenso, y los sistemas están rellenos de sílice, producto al ascenso de soluciones mineralizadas asociados a la falla La Vigía, Cabaña y Moa.

Sobre el substrato serpentizado, yacen depósitos cuaternarios, ubicados espacialmente en todo el litoral o muy cercano a este. Los sedimentos predominantes son lateríticos, redepositados en medio fluvio-marino, con intercalaciones de arcillas oscuras con materia orgánica e intercalaciones de arenas. Además, existen sedimentos aluviales, relacionados espacialmente con la llanura de inundación y desembocadura del río Moa. Los depósitos están formados por arcillas, arenas y gravas derivados de la erosión fluvial. En el cayo los sedimentos arenosos de playas son de color blanco rosáceo, formados prácticamente por restos de foraminíferos, fragmentos de conchas de moluscos y fragmentos de corales. Su mayor extensión se encuentra al norte y este del mismo.

En relación a las condiciones tectónicas, el área está bajo la influencia de estructuras principales como las fallas Moa y Cabaña. La falla Moa es la estructura de mayor extensión del territorio. En la parte norte esta estructura se bifurca en dos tramos, uno de rumbo N35° E denominado La Vigía y el otro de rumbo N74° E nombrado La Veguita, el que atraviesa la zona marina perilitoral, hasta cortar la barrera arrecifal. La falla Cabaña se extiende al norte de la ciudad de Moa, cortando la barrera arrecifal y limitando el extremo oriental de Cayo Moa Grande. En las cercanías de Centeno esta estructura es cortada y desplazada por la falla Cananova tomando una orientación N56°E la que mantiene hasta penetrar en el océano Atlántico.

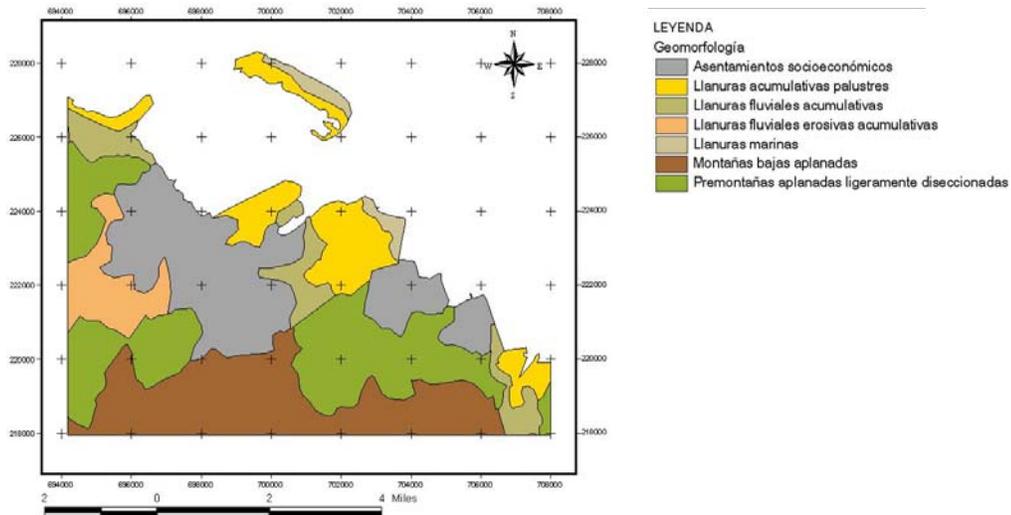


Figura. 2. Mapa geomorfológico general del área de estudio.

El sector costero de la bahía de Moa desde el punto de vista geomorfológico, se encuentra en zona de llanuras. Las cotas no sobrepasan los 55 m de altura y es la loma “La Vigía”, la mayor elevación en el área. Los procesos morfogénicos predominantes son los procesos fluviales y marinos (Figura 2). Entre los elementos morfológicos más importantes, se destacan las llanuras acumulativas marinas: llegan a formar parte de la zona litoral en Punta Fabrica próximo a la desembocadura del río Moa y aproximadamente un 85 % de la parte norte de Cayo Moa Grande.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada en la investigación se fundamenta en un análisis geomorfológico de fotografías aéreas y la aplicación de técnicas de cartografía digital implementando un SIG. Como primer paso se obtuvo la cobertura aerofotográfica de diferentes años en un intervalo de tiempo definido y se analizó la información bibliográfica y cartográfica disponible sobre el área. Las fotos fueron digitalizadas, procesadas e interpretadas mediante la utilización de las herramientas del Arc GIS 9.2.

Para este estudio se usaron las fotos aéreas del fondo geológico del ISMM, correspondiente al proyecto K-10 de 1972 a escala aproximada 1: 36 000, y fotografías obtenidas del programa Google Earth en el año 2007. La información grafica sobre la tectónica del área se obtuvo de los trabajos investigativos realizados anteriormente por Rodríguez (1999) y Menéndez (2001).

Para la valoración espacial de los cambios en la morfología se procedió a vectorizar toda la información grafica, lo cual permitió crear mapas morfológicos de los diferentes años analizados. Ambos mapas se superpusieron, y se pudo determinar los principales cambios en la línea de costa del cayo en un periodo de 35 años.

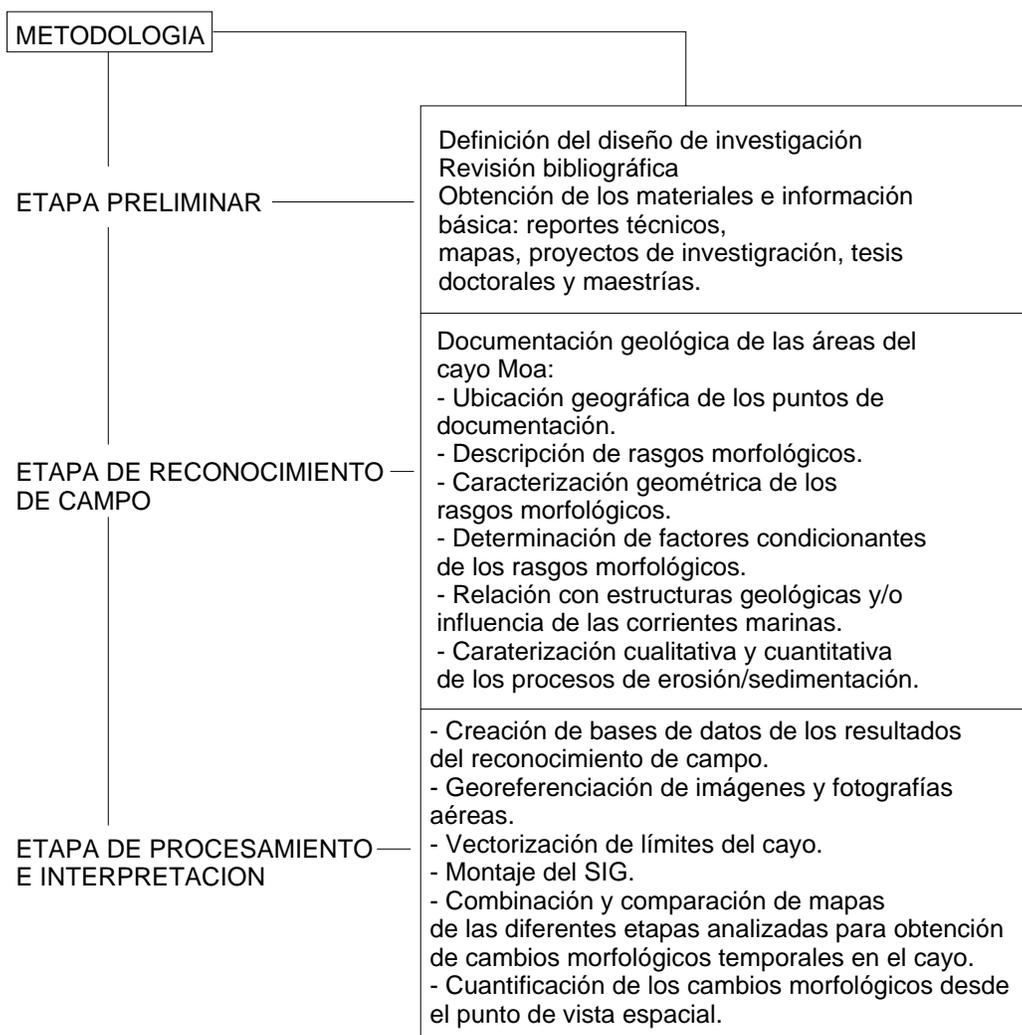


Figura 3. Metodología aplicada en la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Cayo Moa Grande y la barrera arrecifal, constituyen un rasgo geomorfológico relevante de la Bahía de Cayo Moa, donde además se destacan las características de las costas del propio cayo, que en la parte meridional son llanuras acumulativas cenagosas y bajas, mientras que en la septentrional son costas acumulativas arenosas con una extensa zona de playa de fondos muy someros (figura 3).

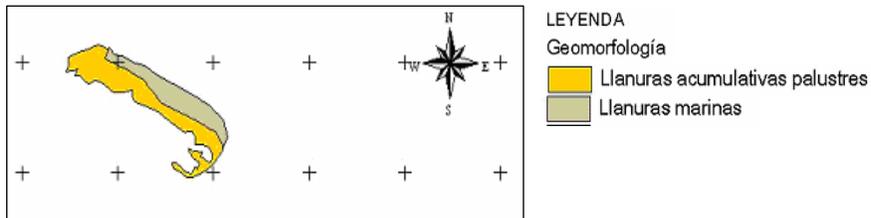


Figura 3. Características geomorfológicas de Cayo Moa Grande.

En el sector ocupado por llanuras marinas se caracteriza por procesos erosivos intensos que se localizan en la porción central - oriental del cayo, donde se puede apreciar un significativo retroceso de la costa, entre los principales indicios se encuentran: restos de vegetación dentro del mar producto de la erosión (foto 1) y aparece el afloramiento de la Beach Rock (arena consolidada) como índice del retroceso de la línea de costa (foto 2).



Foto1. Retroceso de la costa en el sector Este del Cayo, donde actualmente se observan los restos de vegetación mar adentro.



Foto 2. Afloramiento de *Beach Rock* en el centro del Cayo

Hacia el sector oeste, se manifiestan procesos erosivos más intensos a partir de las últimas décadas donde se observan escarpes que oscilan en 10-50 cm de altura. Este proceso está relacionado con la baja producción biogénica que propicia un menor ingreso de arena; así como por la proliferación de *Casuarina equisetifolia* en todo el sector de playa que favorece la erosión, a lo que se suman los cambios del nivel del mar, constituyendo todos estos en su conjunto, algunos de los factores que inciden en el retroceso de la línea de costa.

La llanura acumulativa palustre abarca toda la porción sur de Cayo Moa Grande, donde los sedimentos son propios de zonas pantanosas, con color oscuro y olor fétido, anegados en agua. Normalmente las pendientes no sobrepasan los 5 grados.

Por las campañas de reconocimiento de campo y la posterior comparación de los resultados con la interpretación de las fotografías aéreas e imágenes satelitales se pudieron identificar variaciones morfológicas en el extremo sureste del cayo, donde se ha formado una flecha de arena, que se extiende hacia el sur (foto 3 y 4), a la vez que se ha separado del cayo, consolidándose como un pequeño islote con vegetación. La abertura o canal entre el islote y el cayo no existía en las imágenes hace tres décadas atrás, lo que certifica la velocidad de cambios en la morfología costera.



Fotos 3 y 4. Transformaciones del extremo oriental de Cayo Moa en el periodo 1972 – 2007.

En el sector occidental se pudo apreciar una considerable acumulación de sedimentos marinos de origen reciente depositado en forma de terrazas (foto 5). En la comparación de los mapas morfológicos en las etapas analizadas se aprecia un cambio en el área con una diferencia de 0,39 Km² entre ambos (figura 4).



Foto 5. Acumulación de sedimentos marinos de origen reciente en la parte más occidental del cayo.

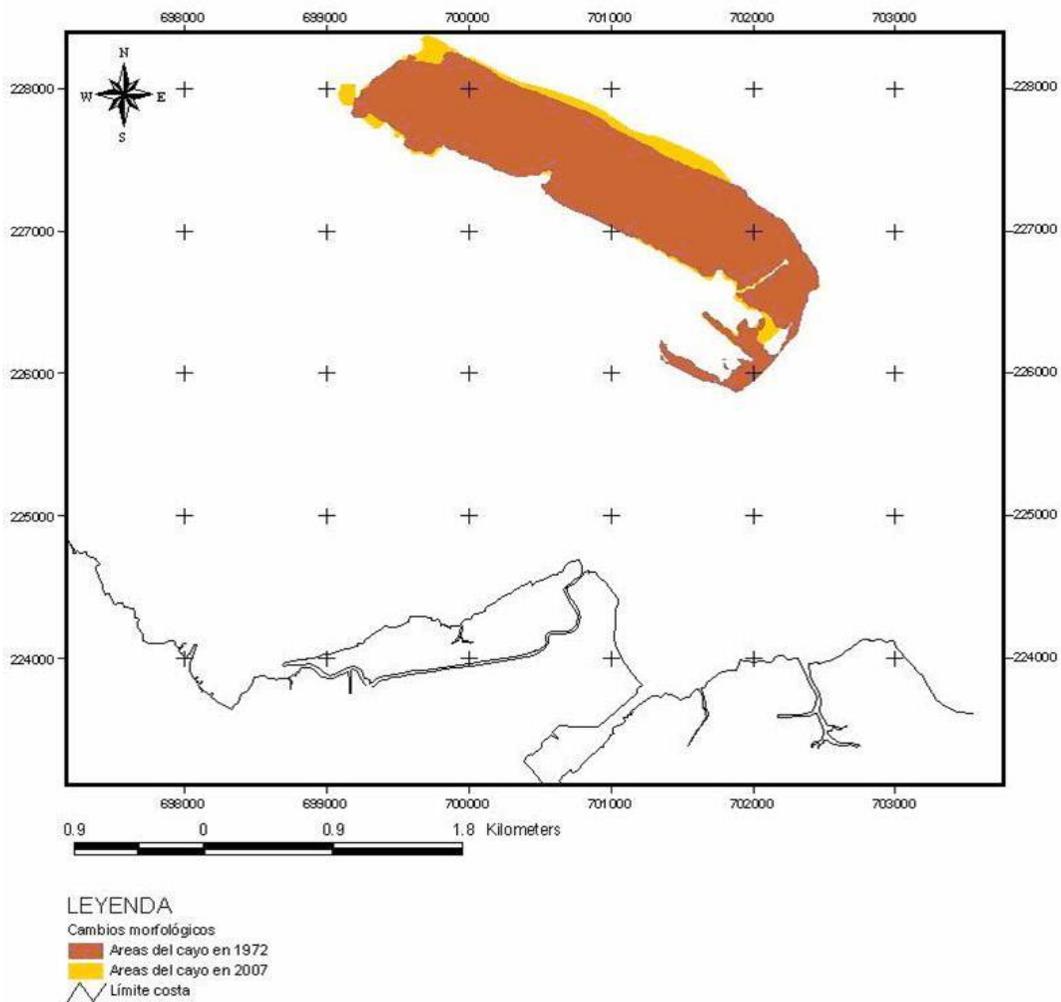


Figura 4. Variaciones morfológicas de Cayo Moya Grande en el periodo 1972 - 2007.

En esta porción del cayo se amplía la pendiente de playa, las dunas se hacen más extensas y la pendiente submarina es plana totalmente, emergiendo la superficie del fondo en marea baja hasta la misma barrera coralina o con profundidades menores de 1m en diferentes sitios.

CONCLUSIONES.

- El estudio basado en la comparación de las fotografías aéreas y trabajos de campo demuestran que en el periodo 1972-2007, han existido cambios geomorfológicos significativos en Cayo Moa Grande.
- La evolución de la línea de costa del cayo, indica la existencia de fenómenos de dinámica sedimentaria muy activa que se expresa por el intenso proceso de erosión costera en el sector centro-oriental y la acumulación de sedimentos marinos de origen reciente en su porción occidental.
- La incidencia antrópica se ve claramente relacionadas con la actividad minera en las proximidades de la costa sur del cayo, la destrucción y ocupación de las dunas por las instalaciones turísticas antiguas, la siembra de vegetación no típica de este tipo de región.

BIBLIOGRAFÍA.

Gunasekera, R. (1996). Feasibility studies of changes in Coastline, Sri Lanka. <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1996/ts7/ts7002pf.htm>. [Consulta: 30 de octubre del 2007]

Menéndez H, M. (2001). Explotación racional del yacimiento de Cienos Carbonatados en la bahía de Moa. [Instituto Superior Minero Metalúrgico]. Moa (Tesis de Maestría) 68 p.

Ortiz, M. Pérez, A. (1999). Evidencia documental de los cambios en la línea de costa por sedimentación rápida en la bahía de Matanchén, Nayarit, México. investigaciones Geográficas, Boletín 40. p 59-70.

Pacheco, J. Suárez, C. (2004). Mediciones fotogrametricas para determinar variaciones de la posicion de la linea de costa en el cordon litoral de la laguna de Unare, estado Anzoategui, Venezuela. Acta Científica Venezolana, 55: 97-106.

PNUMA/GPA. (2003). Diagnóstico de los Procesos de Erosión en las Playas Arenosas del Caribe. 93 p.

Rodríguez A. (1998). Estudio morfotectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónica. Tesis doctoral. Departamento de geología, ISMM, Cuba.