

ARTÍCULO CIENTÍFICO
SCIENTIFIC ARTICLE

**LAS ROCAS DE PLAYA DEL
ARCHIPIÉLAGO CUBANO**

**THE BEACH ROCKS FROM CUBAN
ARCHIPELAGO**

Miguel Cabrera Castellanos

REVISTA GEOINFORMATIVA
NO.1. 2021

Miguel Cabrera Castellanos

Instituto de Geología y
Paleontología Servicio
Geológico
de Cuba. La Habana. Cuba.
miguel@igp.minem.cu
[Orcid: 0009-0001-2951-1395](https://orcid.org/0009-0001-2951-1395)

RESUMEN

Las rocas de playa son depósitos bien expuestos en el territorio marino-costero de Cuba, sin embargo, son prácticamente desconocidas y no constan en las clasificaciones estratigráficas existentes. Desde el pasado siglo estos depósitos han sido objeto de investigaciones en diferentes partes del mundo, que han aportado valiosa información sobre sus características y los procesos que las originan. En Cuba, han sido poco investigadas, pero por su yacencia sobre la Formación Jaimanitas del Pleistoceno Superior tardío y el lustre anacarado que aún conservan las conchas y caracoles, se pueden considerar holocénicas, con un diapasón desde contemporáneas aún en desarrollo hasta más antiguas bien litificadas, aunque aparecen parches en la primera terraza pleistocénica que pudieran ser más antiguas, genéticamente son del tipo marino innominados. Este trabajo abarca todo el territorio marino-costero de Cuba y está basado en observaciones de campo del autor e investigaciones precedentes en Cuba y numerosos países. Su objetivo es llamar la atención sobre el interés geólogo-ambiental que pudieran revestir estos depósitos si fuesen investigados, dado que constituyen evidencias de procesos y factores litomorfo genéticos en determinados sectores costeros.

Palabras clave: cemento carbonatado; depósitos marinos; litificación rocas de playa.

ABSTRACT

Beach rocks are well exposed deposits in the marine-coastal territory of Cuba, however, they are practically unknown and do not appear in the existing stratigraphic classifications. Since the last century, these deposits have been the object of research in different parts of the world, which have provided valuable information on their characteristics and the processes that give rise to them. In Cuba, they have been little investigated, but because they lie on the late Upper Pleistocene Jaimanites Formation and the pearly lustre still preserved on the shells and snails, they can be considered Holocene, with a diapason from contemporary still developing to older well lithified, although patches appear in the first Pleistocene terrace that could be older, genetically they are of the unnamed marine type. This work covers the entire marine-coastal territory of Cuba and is based on the author's field observations and previous research in Cuba and numerous other countries. Its aim is to draw attention to the geological-environmental interest that these deposits could have if investigated, since they constitute evidence of lithomorphogenetic processes and factors in certain coastal sectors.

Key words: carbonate cement; marine deposits; lithification; beach rocks.

Recibido: 6 del 4, 2021
Aprobado: 1 del 6, 2021

INTRODUCCIÓN

Las rocas de playa o beachrock son depósitos sedimentarios clásticos costeros, de composición y granulometría variadas, litificados a través de la precipitación de cementos carbonatados. Desde el pasado siglo XX estos singulares depósitos han llamado la atención de investigadores de diferentes partes del mundo. Algunos autores como [Ionin et al. \(1977\)](#) y [Aliotta et al. \(2009\)](#) coinciden en que los estudios de litificación de sedimentos costeros bajo la denominación de rocas de playa se remontan a mediados del pasado siglo, realizados por [Ginsburg \(1953\)](#), al sur de la Florida, EE UU. Sin embargo, hay registros de investigaciones aún más antiguas sobre la formación de estas rocas ([Daly, 1924](#); [Von Buch, 1825](#); [Kuenen, 1933](#); [Moresby, 1835](#); [Darwin, 1841](#); [Jutson, 1950](#); [Dana, 1849](#); [Nevesski, 1949](#)). Posteriormente han sido numerosas las investigaciones sobre el tema, en distintos ambientes climáticos de acumulación mundialmente. Algunos ejemplos son: 1) en el ambiente tropical y subtropical ([Taylor y Illing, 1969](#); [Bricker, 1971](#); [Scholten, 1971](#); [Ionin et al., 1977](#); [Beier, 1985](#); [Miller y Masón, 1994](#); [Neumeier, 1999](#)), 2) en clima templado ([Zenkovich, 1967](#); [Friedman y Gavish, 1971](#); [Holail y Rashed, 1992](#); [Calvet et al., 2003, 2005](#); [Rey et al., 2004](#)), 3) en clima árido ([Strajov, 1970](#)) y 5) e incluso en clima frío ([Binkley et al., 1980](#); [Kneale y Viles, 2000](#)).

Otros aspectos específicos sobre las rocas de playas también han sido objeto de estudio de diferentes investigadores: 1) origen ([Kuenen, 1933](#); [Nevesski, 1949](#); [Ginsburg, 1953](#); [Maxwell, 1962](#); [Russell y Mc Intyra, 1965](#); [Moore y Billings, 1971](#); [Davies y Kinsey, 1973](#); [Hanor, 1978](#); [Hopley y Mackay, 1978](#); [Moore y Billings, 1971](#)), 2) edad y ritmo de formación ([Ginsburg, 1953](#); [Frankel, 1968](#); [Taylor y Illing, 1969](#); [Bricker, 1971](#); [Tachibana y Sakaguchi, 1971](#); [Beier, 1985](#); [Neumeier, 1999](#) y [Aliotta et al., 2009](#)), 3) materiales cementantes ([Knox, 1974](#); [Folk, 1974](#); [Taylor y Illings, 1971](#); [Moore, 1971](#); [Tietz y Muller, 1971](#)), 4) como indicador de la variación del nivel medio del mar ([Lovell, 1975](#); [Stearns, 1974](#); [Scoffin, 1977](#); [Mclean et al., 1978](#); [Hopley, 1980](#)) y 5) como componente de la geomorfología costera o herramienta útil en la reconstrucción de la historia del desarrollo geológico ([Cooray, 1968](#); [Strasser y Davaud, 1986](#); [Ulzega et al., 1986](#); [Stefanon, 1969, 1971](#); [Stearns, 1974](#); [Siesser, 1974](#); [Russell, 1959](#)).

Existen otros muchos reportes investigativos sobre rocas de playa; así como trabajos con carácter monográfico, que abarcan los aspectos antes mencionados y más ([Vousdoukas et al., 2007](#)) o casos de estudio, que constituyen importante fuente de consulta ([Semenhjk y Searle, 1987](#); [Dayrono et al., 2019](#)).

Entre los principales resultados de las citadas investigaciones sobre las rocas de playa se destacan los siguientes: 1) la heterogeneidad en cuanto a su lugar de origen y composición. La litificación suele tener lugar en la zona intermareal de diferentes partes del planeta y, puede involucrar todo tipo de sedimentos litoclásticos y/o biogénicos de todas las dimensiones posibles; 2) el material cementante está compuesto predominantemente por las fases de carbonato metaestable de calcita magnesiana y aragonito, apareciendo en diversa morfología cristalina. La precipitación del cemento depende de la temperatura del agua intersticial de los sedimentos de la playa, siendo el resultado de la humectación y secado alternos del frente de la playa, así como de otras condiciones del ambiente diagenético (salinidad, pH y la abundancia de magnesio); 3) los procesos biológicos citados más frecuentemente en estudios de cementación de sedimentos: fotosíntesis de algas, degradación

microbiana de materia orgánica, acción de unión de las algas incrustantes y calcificación bacteriana, han sido cuestionados como probables mecanismos de la formación de rocas de playa por lo siguiente: los sedimentos de playa de grano medio y grueso, normalmente, se caracterizan por un contenido limitado de materia orgánica y las algas, por lo general, están ausentes en las playas; 4) su formación es un fenómeno global y diacrónico, pero predomina en las costas atlánticas, con bajos rangos de marea, de latitud tropical / subtropical y baja templada; 5) se forman en costas de alta energía y en retroceso, por lo que pueden ser indicadores de las variaciones del nivel medio del mar y/o de la tendencia de los movimientos neotectónicos; 6) su formación se ve favorecida por las bajas tasas de acumulación de sedimentos. Sin embargo, puede ocurrir también en costas con tasas altas, siempre que el proceso sea episódico y seguido de períodos prolongados de baja tasas de sedimentación; 7) su formación se explica a través de varias teorías, vinculándolas a procesos fisicoquímicos o biogénicos, sin embargo, no parecen ser de validez y aceptación universales, ya que cada una es capaz de explicar solo algunos de los casos analizados; 8) la mayoría de las rocas de playa fechadas (que, sin embargo, forma solo un pequeño porcentaje de las ocurrencias reportadas) tienen entre 1000 y 5000 años o menos. Se tienen reportes de restos antrópicos contemporáneos incluidos en las rocas y 9) también se ha identificado la existencia de incertidumbres aún por resolver, como es el origen de la fina estratificación que las caracteriza, teniendo en cuenta que en las localidades de su formación suele haber un perenne oleaje.

En Cuba se hace alusión por primera vez a las rocas de playa en la monografía "Geología de la plataforma marina de Cuba" (Ionin et al., 1977), en el contexto de los procesos quimiogénicos como uno de los ejemplos de la ocurrencia de la cementación del material friable de algunas playas. [Vousdoulas et al. \(2007\)](#) en su artículo "Ocurrencia, características, mecanismo de formación e impactos, de las rocas de playa" presentan una imagen de estos depósitos, correspondiente a la desembocadura del río Maya, provincia Guantánamo. Más recientemente han sido mencionadas por el autor del presente trabajo en algunas de sus investigaciones ([Cabrera y Batista, 2009](#); [Cabrera et al., 2013](#); [Cabrera et al., 2013](#); [Cabrera 2019](#)). En general, estos depósitos son desconocidos en el país. No están referidos a clasificación estratigráfica alguna, ni considerados en las distintas investigaciones geológicas llevadas a cabo.

La presente contribución constituye una línea base, la cual proporciona algunos elementos fundamentales, que les permiten a los interesados profundizar el conocimiento sobre las rocas de playa del territorio marino-costero de Cuba: origen, composición, distribución y edad. Además, su papel como indicador de las variaciones del nivel medio del mar y componente de la geomorfología costera o herramienta útil en la reconstrucción de los procesos litomorfogéticos costeros. Ello permitirá que en lo adelante estas rocas sean tenidas en cuenta en las descripciones estratigráficas de las localidades donde se encuentren, particularmente en la cartografía geológica a escala 1: 50 000 de Cuba y su territorio marino costero, actualmente en desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La confección del artículo se fundamentó en la compilación y revisión de publicaciones de varias partes del mundo sobre los diferentes aspectos claves de las rocas de playa (origen, composición y ambiente de sedimentación), que permitieron encontrar puntos de vista comunes con depósitos similares observados y documentados por el autor de este trabajo en distintas localidades del archipiélago cubano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el archipiélago cubano las rocas de playa corresponden a antiguas playas de litoclastos y bioclastos, que varían desde arenas hasta bloques, cementados por aragonito o calcita (Figs. 1, 2, 3, 4 y 5). Su composición, granulometría y color son muy variados, asemejándose a las playas actuales de los lugares en que aparecen, de ahí que sean muy diversas, por ejemplo:

1) Frente a la desembocadura del río Yacabo Abajo, están constituidas por litoclastos terrígenos gruesos, con estratificación poco discernible, ligeramente inclinada en dirección mar, de color oscuro y unos 5 m de espesor, levantados varios metros sobre el nivel medio actual del mar y extendidos hacia tierra hasta la superficie de la primera terraza pleistocénica (terracea I); 2) frente a la desembocadura del río San Juan predominan los litoclastos y bioclastos de arenas marinas, con dos paquetes de estratos centimétricos bien definidos, cóncavos e inclinados en más de 30° hacia al mar abierto en forma de plazoleta, color claro, el espesor total no supera el metro y se extiende solo hasta la línea de costa (Fig. 1); 3) otro escenario de formación de rocas de playa en desembocadura río se ilustra en la Fig.2 y 4). También hay formaciones de rocas de playa de bioclastos y litoclastos similares a las playas actuales de la Isla de Cuba, donde no existen aportes directos de sedimentos a través de la red hidrográfica (Figs. 3, 4 y 5 derecha) y en costas de cayos (Fig. 5 izquierda).

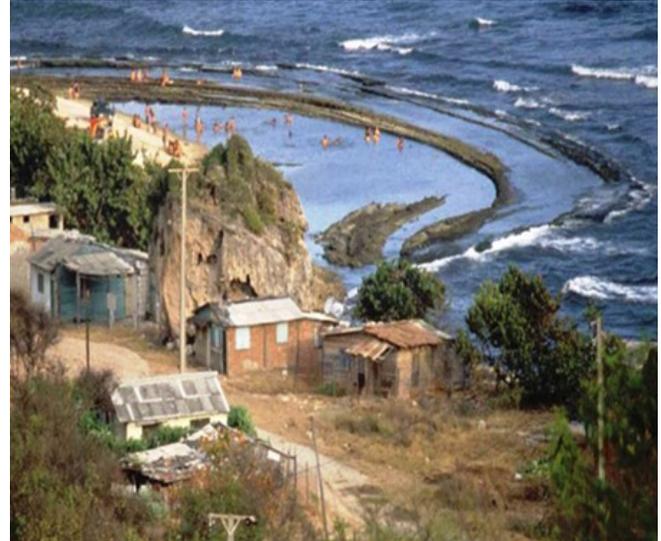


FIGURA 1. Aspectos más frecuentes de las rocas de playa: izquierda. Frente a la desembocadura del río Yacabo Abajo, sureste provincia Guantánamo: de estratos gruesos y levantadas sobre el nivel medio del mar. Derecha. Ensenada en la desembocadura del río San Juan (playa Agüadores), sur de la Sierra Maestra: de estratos finos, con su superficie al nivel medio del mar, semejando pliegues, debido a que adoptan la morfología del lugar, constituidas. Constituidas en ambos casos, principalmente, por litoclastos.



FIGURA 2. Un escenario similar al descrito al pie de la Fig.1, pero en la desembocadura del río Yumurí, al este de ciudad de Baracoa (foto izquierda, cortesía de E. Castellanos), constituida por litoclastos y la desembocadura del río Maya, punta de Maisí (foto derecha), formada por bioclastos



FIGURA 3. Vistas de rocas de playa, constituidas por bioclastos. Playa Morales, noreste del pueblo de Banes, provincia Holguín. Foto: Cortesía de L. Bernal



FIGURA 4. Rocas de playa en punta Guayacanes, Imías. Grandes bloques desprendido del acantilado costero y fundidos en una mezcla de gravas y arenas cementadas, semejante a un hormigón tipo mortero. Constituidas por litoclastos, aportados por corrientes marinas laterales probablemente desde la desembocadura del río Taquere, situada a 6,5 km al este. Foto: Cortesía de E. Castellanos.



FIGURA 5. Ejemplos de composición de las rocas de playa: a la izquierda bioclastos aun con el lustre anacarado, por ser muy jóvenes, cementados por aragonito, cayo Sijú, cayería San Felipe, plataforma marina suroccidental. A la derecha litoclastos terrígenos y bioclastos marinos cementados por calcita, Imías-Cajobabo, sureste de la provincia Guantánamo.

La distribución territorial de las rocas de playa identificadas hasta el momento en Cuba responde, de manera general, a segmentos costeros de los sectores sin plataforma marina, entre los que se destacan los mencionados en las Figs.1, 2, 3, 4 y 5 (sureste y noreste de la provincia Guantánamo, norte de la provincia de Holguín y sur de la Sierra Maestra), con mayor desarrollo en las cercanías de la desembocadura de los ríos Yacabo Abajo, Imías, Tacre, Jojo y Maya. En menor grado se encuentran en algunos cayos de la zona morfogenética exterior de las plataformas marinas suroccidental (cayería de San Felipe), suroriental (cayería de Ana María) y plataforma norcentral (cayería Ciego-Camagüey), donde están constituidas por bioclastos.

En los lugares donde hasta ahora han sido reconocidas las rocas de playa, su relación estratigráfica está dada, mayoritariamente, por su yacencia sobre la Formación Jaimanitas y probablemente de la Formación Río Maya, como es el caso de la desembocadura del río homónimo. Debido a que en la mayoría de los casos su superficie coincide con el nivel medio del mar la misma es abrasiva. Donde se encuentran emergidas, como en la desembocadura del río Yacabo Abajo es erosiva.

Por su constitución y posición estratigráfica, parece ser que la edad de estos depósitos en la mayoría de los casos, corresponde al Holoceno, lo cual, sin embargo, es difícil de determinar con exactitud, partiendo de la información existente. Hay depósitos que por su aspecto parecen ser más antiguos y, que probablemente se extienden hasta el Pleistoceno Superior tardío, según sugiere la presencia de pequeños parches de rocas de playa sobre la primera terraza pleistocénica (Terraza I), próximo a la desembocadura del río Yacabo Abajo, donde también se observa que ha ocurrido la descalcificación de los carbonatos y la concentración de material ferruginoso, confirmando la antigüedad de los depósitos. Esta hipótesis se apoya también en que este tiempo se caracterizó por la acumulación de otros depósitos de facies intertidal, entre los que se encuentran depósitos similares a rocas de playa, como las formaciones La Cabaña y El Salado. Por otra parte, hay rocas que parecen ser muy recientes por tener una superficie lisa y fresca, cual si fuera una sección pulida artificial; así como el lustre anacarado de sus bioclastos (Fig. 5 foto de la izquierda).

Como ya fue mencionado a modo de introducción, el ambiente de cementación de los depósitos friables y su conversión en rocas de playa a nivel planetario es complejo por su diversidad. Ionin et al., 1977, basados en los investigadores que les precedieron, distinguieron las siguientes posibles teorías sobre la ocurrencia de este proceso en Cuba:

- 1- Acción de las aguas sobresaturadas de carbonato de calcio en las arenas friables de la zona de lavado de las olas, donde se convierte en agua intersticial, y de su posterior evaporación en condiciones de elevadas temperaturas del aire y de la arena.
- 2- Contacto del agua de mar con las aguas freáticas, las que descienden desde los horizontes acuíferos de las capas por las que están constituidos los escarpes o acantilados.
- 3- Acción de las aguas de laguna litoral que se filtran a través de las barras, y que contienen hidróxidos de hierro (ello ocurre, fundamentalmente en las condiciones de las latitudes medias, pero en determinados casos también tienen lugar en los trópicos).
- 4- Presencia de procesos bioquímicos, en los cuales el papel fundamental lo desempeñan las bacterias o las algas.

Por la posición que ocupan las rocas de playa del archipiélago cubano en zonas intermareales, con un oleaje activo y perenne, es apropiado pensar que la teoría de mayor probabilidad de ocurrencia es la primera, no obstante, no se debe descartar del todo otros tipos de acciones, por ejemplo: la de las bacterias y las algas. Pero, además, existen otros atributos, que son los responsables de que este tipo de depósito se forme solo en determinados sectores de las costas, entre los que se encuentran los siguientes:

1. Costas levantadas, por la actividad neotectónica.
2. Abundante presencia de sedimentos biogénicos frente a arrecifes coralinos franjeantes próximos a la costa, en los cuales se produce el rompiente, el debilitamiento del oleaje y, en consecuencia, de las corrientes de resaca, que evita la migración de los sedimentos hacia mar afuera, por ejemplo, playa Morales (Fig.3).
3. Abundante presencia de sedimentos terrígenos frente a desembocaduras de ríos, con descarga de sedimentos en tiempos de avenidas superior a la que las corrientes marinas laterales y de resaca pueden transportar fuera del área. Por lo general, en condiciones meteorológicas normales el rompiente de su oleaje permanente se encuentra a cierta distancia de la costa, mar afuera, de forma tal que las corrientes de resaca se hacen débiles y, en consecuencia, con escasa transportación de sedimentos hacia las profundidades (Figs. 1 y 2).
4. La primera teoría se refiere a la zona de lavado de las olas como el lugar de formación de las rocas de playa, sin embargo, en Cuba pueden formarse, además, en la zona de salpicadura de las olas, como es el caso de los cayos (Fig. 5, foto de la izquierda). Lo que también ocurre en los deltas lineales (tibaracónes) cementados, que en esencia son un tipo sui generis de roca de playa (Fig. 6). Ellos constituyen el ejemplo mejor ilustrativo en Cuba de la velocidad con que ocurre la cementación del material friable, pues entre una temporada lluviosa y otra, que es cuando ocurre su formación, a veces el nivel de cementación es tal, que el río no puede romperlo mediante su avenida, es decir, no sucede lo que los lugareños llaman la rotura del tibaracón, el cual ocurre con el inicio de la temporada lluviosa, teniendo entonces que recurrirse a su rotura artificial por medio de buldóceres, por ejemplo.



FIGURA 6. Aspectos más frecuentes de las rocas de playa: izquierda. Frente a la desembocadura del río Yacabo Abajo, sureste provincia Guantánamo: de estratos gruesos y levantadas sobre el nivel medio del mar. Derecha. Ensenada en la desembocadura del río San Juan (playa Aguadores), sur de la Sierra Maestra: de estratos finos, con su superficie al nivel medio del mar, semejando pliegues, debido a que adoptan la morfología del lugar, constituidas. Constituidas en ambos casos, principalmente, por litoclastos.

De acuerdo con la hipótesis sobre la formación de las rocas de playa en Cuba, queda claro que su origen es consecuencia de un proceso diagenético característico de ambientes marino-costeros, donde la acumulación y cementación ocurren prácticamente a la vez por la acción del mar, independientemente de la procedencia del material clástico de su constitución. Es por ello que es más apropiado considerarlas dentro del tipo genético de depósitos marinos y, no aluvio-marinos como fue propuesto por Cabrera y Batista (2009). También permite suponer que la inclinación en dirección al mar abierto de los estratos es resultado de las corrientes de resaca, las cuales arrastran y acumulan cierta cantidad del material friable al interior del mar, pero que esta es menor que la que se acumula más próximo a la costa, creándose así una superficie ligeramente inclinada, donde el aumento de su ángulo es indirectamente proporcional al tamaño de los clastos. Esto aparece bien ilustrado en el ejemplo de las desembocaduras de los ríos Yacabo Abajo y San Juan (Fig.1), en el primero, con clastos gruesos, el ángulo de inclinación es mínimo, mientras que, en el segundo, con clastos finos es, de unos 30°. Sin embargo, la causa de su división en finos estratos no está del todo clara y, podría responder a períodos eventuales de gran aporte de material clástico, por influencia de eventos meteorológicos extremos de muy corta duración.

El espesor promedio estimado del paquete de estratos es de menos de 1 m y el máximo de 5 m, este último localizado en la desembocadura del río Yacabo Abajo. El estimado del ancho promedio es de 10 m, alcanzando el mayor valor de unos 30 m en la margen oeste del de este propio río.

CONCLUSIONES

El análisis realizado en el artículo sobre las rocas de playa permite arribar a las siguientes conclusiones:

1. En Cuba existen depósitos de rocas de playa bien expuestos e interesantes por la diversidad de sus componentes clásticos y por los ambientes de su formación, sin embargo, no han sido objeto de estudio en las principales investigaciones geológicas del país, que han abarcado la zona costera.

2. El proceso de cementación de las rocas de playa depende de tres condiciones principales a saber: aporte de sedimentos, supersaturación mantenida de carbonatos de las aguas intersticiales y alternancia de la desecación e inundación. La causa de la estratificación no está clara y, podría responder a períodos de gran aporte de material clástico, por influencia de eventos meteorológicos extremos.
3. El conocimiento de las rocas de playa puede ser de interés para contribuir a la: a) clasificación genética de los depósitos cuaternarios del país; b) caracterización geomorfológica de la zona costera; c) evolución de la zona costera ante el cambio climático, en particular del ascenso del nivel medio del mar y los eventos meteorológicos extremos y d) identificación y caracterización de los procesos y factores litomorfogenéticos, específicamente los quimiogénicos de cementación de los depósitos friables costeros, hidrogénicos, oceanográficos y neotectónicos.

AGRADECIMIENTOS

El autor hace patente sus más sinceros agradecimientos a los investigadores Ramón Omar Pérez Aragón y Roberto Alfonso Denis Valle de la Subdirección de Investigaciones, que amablemente accedieron a la revisión crítica del manuscrito, contribuyendo a la mejoría de su redacción y contenido; así como a los miembros de la Subdirección de Gestión del Conocimiento Dinorah N. Karell Arrechea y Belkis Urrutia Roque, por su esmerado trabajo de edición y publicación. Todos pertenecientes al Instituto de Geología y Paleontología/Servicio Geológico de Cuba. Agradecido también por las fotos aportadas a los colegas Luis Ramón Bernal Rodríguez (IGP/SGC) y Enrique Castellanos Avella (Ministerio de Energía y Minas).

REFERENCIAS

- Aliotta, S., Spagnuolo, J.O., Farinati, E. A. (2009): Origen de una roca de playa en la región costera de Bahía Blanca, Argentina. *Pesquisas em Geociências*, 36 (1): 107-116.
- Beier, J. A. (1985): Diagenesis of Quaternary Bahamian beachrock: Petrographic and isotopic evidence. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55: 755-761.
- Binkley, K. L., Wilkinson, B.H., Owen, R.M. (1980): Vadose beachrock cementation along a Southeastern Michigan marl lake. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50: 953-962.
- Bricker, O. P. 1971. Beachrock and intertidal cement. In: Bricker O.P. (Ed.). *Carbonate Cements*. Baltimore: Johns Hopkins Press. P. 1-3.
- Cabrera, M., Batista, R. (2009): Naturaleza geológica del territorio marino-costero de Cuba en el Cuaternario. CNDIG, IGP, CD ROOM, ISBN: 978-959-7117-17-9, La Habana.
- Cabrera, M. (2019): Presencia de rocas de playa y arcillas ferruginoso-carbonatadas en Cuba. Resúmenes y Memorias del VIII Congreso Cubano de Geología y Minería GEOMIN '2019. [CD – ROOM]. La Habana.
- Cabrera, M., Díaz, S., Núñez, A., Triff, J., Denis, R., Martín, D. (2013): Informe de la Caracterización Geológico-Geomorfológica del Área Protegida Cayos de San Felipe. Archivo Técnico IGP/SGC, La Habana.
- Cabrera, M., Triff, J., Núñez, A., Batista, R., Martín, D., Denis, R. (2013): Informe de la Caracterización Geológico-Geomorfológica del Área Protegida Cayos de Ana María. Archivo Técnico IGP/SGC, La Habana.
- Calvet, F., Cabrera, M. C., Cariacedo, J. C., Mangas, J., Pérez Torrado, F. J., Recio, C., Travé, A. (2003): Beachrocks from the island of La Palma (Canary 115 Islands, Spain). *Marine Geology*, 197: 75-93.
- Calvet, F., Pérez Torrado, F. J., Travé, A., Recio, C., Cabrera, M.C., Carracedo, J. C., Mangas, J. (2005): Origen de los "Beachrocks" de la Isla de La Palma, Islas Canarias. *Vector Plus*, 25: 73-84.

- Cooray, P.G. (1968): A note on the occurrence of beachrock along the west coast of Ceylon. *Journal of Sedimentary Petrology*, 68: 650-654.
- Daly, R. A. (1924): The geology of American Samoa. *Carnegie Inst. of Wash. Publ.*, 340: 93–143.
- Dana, J. D. (1849): *Geology. US Exploring Expedition under C. Wilkes (1835–1841)*, vol. 10. New York: Putnam. 756 p.
- Daryono, L. R., Nakashim, K., Kawasaki, S., Titisari, A. D., Barianto, D. H. (2019): Sediment Characteristics of Beachrock: A Baseline Investigation Based on Microbial Induced Carbonate Precipitation at Krakal-Sadranan Beach, Yogyakarta, Indonesia. *Appl. Sci.* 2020: 10-520.
- Davies, P. J., Kinsey, D. W. (1973): Organic and inorganic factors in recent beach rock formation, Heron Island, Great Barrier Reef. *Journal of Sedimentary Petrology*, 43: 59-81.
- Darwin, C., 1841. On a remarkable bar of sandstone off Pernambuco on the coast of Brazil. *The London, Edinburgh and Dublin Phil. Mag.*, 19: 257–260.
- Folk, R. L. (1974): The natural history of crystalline calcium carbonate; effect of magnesium content and salinity. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44: 40-5:3.
- Frankel, E. (1968): Rate of formation of beach rock. *Earth Planetary Science Letters*, 4: 439-440.
- Friedman, G. M., Gavish, E. (1971): Mediterranean and Red Sea (Gulf of Aqaba) beachrocks. In: Bricker O.P. (Ed.). *Carbonate Cements*. Baltimore: Johns Hopkins Press. P. 13-16.
- Ginsburg, R. N. (1953): Beach rocks in South Florida. *Earth-Science Reviews* 85 (1-2): 23-46.
- Hanor, J. S. (1978): Precipitation of beachrock cements; mixing of marine and meteoric waters vs. CO₂-degassing. *Journal of Sedimentary Petrology*, 48: 489-501.
- Hopley, D. (1980): *The Geomorphology of the Great Barrier Reef Quaternary Development of Coral Reefs*. New York: Wiley Interscience. 453 p.
- Hopley, D., Mackay, M. G. (1978): An investigation of morphological donation of beach rock erosional features. *Earth Surface Process*, 3 (36): 3-377.
- Holail, H., Rashed, M. (1992): Stable isotopic composition of carbonate-cemented recent beachrock along the Mediterranean and the Red Sea coasts of Egypt. *Marine Geology*, 106: 141-148.
- Ionin, A. S., Pavlidis, Y. A., Avello, O. (1977): *Geología de la plataforma marina insular de Cuba*. Moscú: Naúka. 277 p.
- Jutson, J. T. (1950): *The physiography (geomorphology) of Western Australia*. Western. Australia. Geological Survey. 336 p.
- Kneale, D., Viles, H. A. (2000): Beach cement: incipient CaCO₃-cemented beachrock development in the upper intertidal zone, North Uist, Scotland. *Sediment. Geol.*, 132: 165–170.
- Knox, G. J. (1974): An aragonite-cemented volcanic beach rock near Bilbao, Spain. *Geologie en Mijnbouw*, 53: 9-12.
- Kuenen, Ph. H. (1933): *The Snellius-Expedition, 5. Geologist Results, 2: Geology of Coral Reefs*. Utrecht: Kemink. 125 p.
- Lovell, E. R. (1975): Evidence for a higher sea level in Moreton Bay, Queensland letter. *Marine Geology*, 18: 87-94.
- Mclean, R. F., Stoddart, D. R., Hopley, D., Polach, H. (1978): Sea level change in the Holocene on the northern Great Barrier Reef. *Philosophical Transactions Royal Society London, A*, 291: 167-186.
- Maxwell, W. G. H. (1962): Lithification of carbonate sediments in the Heron Island Reef, Great Barrier Reef. *Journal Geological of the Society Australia*, 8: 217-238.
- Miller, W.R., Mason, T. R. (1994): Erosional features of coastal beachrock and aeolianite outcrops in Natal and Zululand, South Africa. *Journal of Coastal Research*, 10 (2): 374-394.
- Moresby, R., 1835. Extracts from commander Moresby's report on the northern atolls of the Malvides. *Geogr. J. London*, 5: 398–403.

- Moore, C. H. Jr., Billings, G. K. (1971): Preliminary model of beachrock cementation, Grand Cayman island, B.W.I. In: Bricker, O.P. (ed.), *Carbonate Cements*. Baltimore: The John Hopkins Press. P. 40-43.
- Moore, C.H. Jr. (1971): Beachrock cements, Grand Cayman Island, B.W.I. In: Bricker, O.P. (ed.), *Carbonate Cements*. Baltimore: The John Hopkins Press, 19: 9-12.
- Nevevski, E. N. (1949): Arenas conchíferas litificadas y calcáreas de las costas del Mar Negro y Caspio. *AC URSS*, 4: 145-208.
- Neumeier, U. (1999): Experimental modelling of beachrock cementation under microbial influence. *Sedimentary Geology*, 126 (1-4): 35-46.
- Rey, D., Rubio, B., Bernabeu, A.M., Vilas, F. (2004): Formation, exposure, and evolution of a high-latitude beachrock in the intertidal zone of the Corrubedo complex (Ria de Arousa, Galicia, NW Spain). *Sediment. Geol.*, 169 (1-2): 93-105.
- Russell, R.J. (1959): Origin of beachrock. *Zeitschrift fur Geomorphologic*, 6: 1-16.
- Russell, R. J., McIntire, W. G. (1965): Southern Hemisphere beach rocks. *Geogr. Rev.*, 1 (55): 17-45.
- Scoffin, P. (197): Sea level features on reefs on the northern province of the Great Barrier Reef. *Proceedings of the 3rd International Coral Reef Symposium*, 2: 319-324.
- Semenhjk, V., Searle, D. J. (1987): Beach rock ridges/bands along a high-energy coast in southwestern Australia-their significance and use in coastal history. *Charlottesville: Coastal Research*, 3: 31-342.
- Scholten, J. J. (1971): Beachrock; a literature study with special reference to the recent literature. *Zentralblaii fur Geologie und Palaontologie*, 1 (9-10): 655-672.
- Siesser, W.G. (1974): Relict and Recent Beach rock from Southern Africa. *Geological Society of America Bulletin*, 85: 1849-1854.
- Stearns, H. T. (1974): Submerged shore lines and Islands and a revision of some of shelves in the Hawaiian the eustática emerged shorelines. *Geological Society America Bulletin*, 85: 795-804.
- Stefanon, A. (1969): The role of beachrock in the study of the evolution of the North Adriatic Sea. *Memorie di Biogeografia Adriatica*, 8: 79 -87.
- Stefanon, A. (1971): Submerged beachrock in the Gulf of Venice (Italy); key to the knowledge of the local coastline evolution in the last few thousand years. *Les niveaux marins quaternaires, part 1, Holocene, Quaternaria*, 14: 191-193.
- Strajov, N. M. (1970): Investigaciones acerca de los sedimentos dolomíticos reciente en cuencas marinas. Moscú: *Litología y minerales*, 4: 125-238.
- Strasser, A., Davaud, E. (1986): Formation of Holocene limestone sequences by progradation, cementation, and erosion: two examples from the Bahamas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 56: 422-28.
- Tachibana, K., Sakaguchi, K. (1971): Age of beachrock containing the Jomon Pottery in the Goto Islands; beachrock of the Goto Island (Part 2). *Quaternary Research (Jap. Assoc. Quat. Res.)*, 10: 54-59.
- Taylor, J. C. M., Illing, L. V. (1969): Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Qatar Persian Gulf. *Sedimentology*, 12: 69-107.
- Tietz, G., Muller, G. (1971): High-magnesian calcite and aragonite cementation in recent beachrock, Fuerteventura, Canary Islands, Spain. In: Bricker, O. P. (ed.), *Carbonate Cements*. Baltimore: The John Hopkins Press. P. 4-8.
- Von Buch, L. (1825): *Physicalische Beschreibung der Canarischen Inseln*. Berlin: Druckerei der Koeniglichen Akademie der Wissenschaften. 407 p.

- Vousdoukas, M. I., Velegrakis, A. F., Plomaritis, T. A. (2007): Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. *Earth-Science Reviews*, 85: 23–46.
- Ulzega, A., Leone, F., Orru, P. (1986): Geomorphology of submerged late Quaternary shorelines on the south Sardinian Continental Shelf. *Journal of Coastal Research*, 18: 73-82.
- Zenkovitch, V. P. (1967): *Processes of Coastal development*. London: Oliver & Boyd.738 p.

Como citar:

CABRERA CASTELLANOS, MIGUEL (2021): Las rocas de playa del archipiélago cubano. *Geoinformativa*. 14 (1) 9-21.

Licencia:

Este artículo está protegido bajo una licencia Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA) la cual permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y crear a partir del material), por lo que los autores, son libres de compartir su material en cualquier repositorio o sitio web.

