

Estudio geólogo - geofísico regional para la búsqueda de arenas en los acuatorios aledaños a Cayo Cruz y Mégano Grande

Ismael González, José G. Hevia, Víctor E. Sanabria, Carlos S. Pérez, Mayret F. Gil,
Carmen F. de la Cruz ⁽¹⁾

⁽¹⁾ GeoCuba Estudios Marinos, Punta de Santa Catalina, s/n, Regla, 11200. Ciudad de La Habana.
Cuba

Recibido: enero-octubre, 2002	Aceptado: noviembre, 2002
-------------------------------	---------------------------

Resumen

Los trabajos geólogo-geofísicos regionales realizados a escala 1: 50 000 en la zona más oriental del archipiélago de Sabana - Camagüey, estuvieron dirigidos a localizar e inventariar los recursos naturales (arenas) con que cuenta el entorno circundante a las playas existentes en los cayos Cruz y Mégano Grande, dentro del Plan de Ordenamiento Territorial.

Todo esto se investigó mediante la ejecución de una red de perfiles básicos y de control con perfilaje sismoacústico y batimetría, lo que permitió determinar los puntos dentro de la plataforma marina donde existen las acumulaciones de arena, la red fue debidamente ubicada mediante el empleo del sistema de posicionamiento global (GPS), y permitió el contorno de las áreas potencialmente favorables.

A posteriori se ejecutaron de forma simultánea las estaciones de perforación para coleccionar los sedimentos friables con una vibrosonda en aquellos puntos preseleccionados sobre la base de los resultados de los sismogramas y ecogramas. En los testigos de pozo en los cuales fue posible recuperar los depósitos marinos holocénicos (entre 0.75 y 3.0 m), se realizó el muestreo, siendo mandadas a analizar en los laboratorios para obtener las características granulométricas por la clasificación de Wentworth, y determinar su génesis a partir del ensayo por restos esquelétales.

Palabras clave: Geología, geofísica.

Abstract

The regional geologic-geophysical works carried out to scale 1: 50 000 in the most eastern part of the Sabana - Camagüey's archipelago, were directed to locate and to inventory the natural resources (sands) in the surrounding environment of the existent beaches in the Cruz and Big Megano's keys, within the Plan of Territorial Classification.

All this area was investigated by performing a net of both basic and control profiles with seismoacoustics sub bottom and bathymetry profiling what facilitated to determine the points inside the marine platform where the accumulations of sand exist, the net was properly located by means of global positioning system (GPS), and it allowed us to contour potentially of the favorable areas.

After bathymetric and seismoacoustic profiling were done, a net of drilling stations were performed to collect the friable silts with a vibrocorer in those points coshed on the basis of the geophysical record's results. In the well cores it was possible to recover the recent marine deposits (between 0.75 and 3.0 m of depth). These samples were sent for their analysis in the laboratories to obtain the granulometric characteristics according to the classification of Wentworth.

Key words: Geology, geophysics.

Introducción

Los cayos Mégano y Cruz se encuentran situados en el extremo oriental del Archipiélago de Sabana-Camagüey o de los Jardines del Rey. Este conjunto de cayos, e isletas se extienden desde la Punta de Hicacos en la provincia de Matanzas hasta la Bahía de Nuevitas en la provincia de Camagüey, a lo largo de aproximadamente 249 millas náuticas.

El territorio estudiado limita al norte con el Canal Viejo de Bahamas, al sur con el borde litoral de los cayos Mégano Grande y Cruz, al este con el cayo Guajaba y al oeste con la Bahía de los Perros y el Canal de cayo Paredón Grande, que separa a cayo Romano de cayo Coco (Fig.1).

La plataforma submarina norte de estos cayos está constituida por un complejo de llanuras expuestas, a la acción del oleaje del mar abierto (sector occidental del Océano Atlántico), donde predominan los procesos abrasivos y abrasivos - acumulativos. En esta zona la plataforma marina presenta un ancho variable que va desde los 2 hasta los 5Km, alcanzando su máxima amplitud en el extremo oriental de cayo Cruz.

Sobre la base del análisis de las investigaciones y los trabajos precedentes realizados en el área (1) y el estudio de un foto plano confeccionado con un levantamiento aerofotográfico reciente, se determinó que era factible realizar investigaciones de campo, para obtener la información suficiente para dar respuesta a la tarea encomendada dentro del Plan de Ordenamiento Territorial, en cuanto a conocer la existencia o no de espesores de sedimentos arenosos, la profundidad de yacencia del techo de las rocas subyacentes, y la clasificación y determinación de la composición granulométricas de los sedimentos, de manera tal que se pudiesen caracterizar las particularidades del área marino litoral investigada (4).

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación se diseñó un programa que incluía:

El levantamiento de área con el perfilaje sismoacústico continuo y batimetría a dos frecuencias, con una red de perfiles apropiada al alcance de los trabajos para esta etapa (la separación entre las líneas de sondeo principales para la metodología geofísica y la batimetría mencionadas, fue de 500 m). Seguidamente a partir de los resultados de la interpretación preliminar de los sismogramas y ecogramas, se confeccionó una red de estaciones geológicas complejas (que incluían la realización de vibroperforaciones en los sedimentos friables, las calas de contacto, y la documentación de cada estación con el muestreo geológico del material recuperado) en aquellos lugares en donde existían espesores de más de 0.50m (4). Todos estos trabajos fueron apoyados con una patana a remolque que posee un winche o cabrestante para permitir subir y bajar la vibroperforadora en los puntos seleccionados. La cual necesita hallarse debidamente fondeada para evitar un percance durante la realización de los trabajos de vibroperforación al evitar que esta girase a merced de las corrientes y el oleaje en la zona. Además, conjuntamente a este proceso, un buzo apoyó durante la realización de los trabajos geológicos.

El área marina cubierta por los trabajos, en su sentido más general abarca unos 156Km² de la zona oriental del Archipiélago de Sabana-Camagüey desde el litoral de los cayos ya mencionados hasta la profundidad de - 25m. Las investigaciones fueron debidamente aseguradas desde el punto de vista de la navegación por el sistema de posicionamiento global GPS (el error medio cuadrático del posicionamiento fue inferior a 15 m), lo cual satisface los requerimientos de la representación cartográfica de la información a la escala 1: 50 000, o sea cada mm del mapa nos permitirá georreferenciar todos los datos colectados con un error inferior a 37.5 m en el terreno (6).

Los trabajos de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Agencia de Geofísica y Geología de GeoCuba Estudios Marinos, lo que permitió obtener las características granulométricas de los sedimentos según la clasificación Wentworth, y conocer la génesis de los mismos a partir del ensayo por restos esqueléales. Todo se ha realizado acorde a lo solicitado por los clientes en la tarea técnica presentada durante el proceso de contratación del trabajo.

Resultados y discusión

La revisión de la información en trabajos anteriores (1) y la existencia de algunos artículos recientes, como los de Cabrera et al 1998, e Iturralde - Vinent et al 1998, nos permitió conocer lo referente a las características geológicas del área emergida y sus aguas circundantes (2, 3 y 5). En dichos trabajos se exponen con profundidad y amplitud las características geólogo-geomorfológicas del lugar donde realizamos las investigaciones, por lo que consideramos no es necesario detenernos en estos aspectos. A continuación se expondrán nuestros resultados.

Con todos los datos geofísicos de campo y los resultados de laboratorio obtenidos se confeccionaron aquellos materiales que dan respuesta a los objetivos propuestos, luego de realiza el procesamiento de gabinete a toda esta información. Los materiales gráficos confeccionados son:

El mapa de espesores o de isopacas, el mapa de profundidad de yacencia de la roca subyacente o de isohipsas, y algunos perfiles geólogo-geofísicos.

- Análisis del mapa de isopacas.

En este se pone de manifiesto que los espesores disminuyen en la dirección NE, en la medida que se aleja la costa, excepto al NE de cayo Mégano Grande (Fig.2), donde existe una zona de acumulación con espesores mayores de 4m, con una amplia extensión y comprendida entre las isobatas de -10 a -16m de profundidad.

Los espesores de sedimentos no consolidados varían entre 0 y 5.5m en toda el área, alcanzando los mayores valores en las zonas bajas, próximas a las costas de ambos cayos en la denominadas, llanuras acumulativa y erosiva acumulativa, y los mínimos coinciden con las llanuras abrasivo acumulativas y abrasivo erosiva. Las mismas fueron definidas dentro de los resultados geomorfológicos, realizados por el Grupo de Estudios Insulares y zonas litorales del archipiélago cubano con fines turísticos (1). En la Tabla I aparecen los volúmenes aproximados calculados para estas zonas de mayor espesor (por el método de bloques geológicos), utilizando para ello las posibilidades que ofrecen los métodos automatizados de procesamiento de la información (herramientas matemáticas del sistema Surfer 7.0).

- Denominación de las zonas incluidas en el cálculo:

Acumulación al NE de cayo Mégano Grande.
Zonas bajas inmediatas a cayo Mégano Grande.
Zonas bajas inmediatas a cayo Cruz.
Del resto de toda el área de estudio.

Tabla I. Volúmenes aproximados en las zonas de mayores espesores de sedimentos (arenosos)

Zona incluida en el cálculo	Volumen aproximado (m³)	% que representa con respecto al volumen total
1	27 506 623	10.8 %
2	36 093 004	14.2 %
3	43 955 831	17.3 %
4	254 060 636	100.0 %

De lo anterior se puede apreciar que en las tres primeras zonas están concentrados el 42.3% de todo el volumen existente en el área. (Fig. 1).

En las zonas 2 y 3, en donde se determinó un volumen de sedimentos apreciable, existen arrecifes coralinos aislados, los cuales tienen una distribución alineada en dirección NW-SE, en ambos casos el mapa de espesores no se encuentra influenciado por estos, ya que por la escala en que se realizaron los trabajos (los perfiles de investigación cada 500m), y la resolución horizontal del método sismoacústico empleado para la confección de este mapa, no se puede diferenciar estructuras de menor dimensión dentro de la tendencia general estudiada. No obstante, en los mapas se señala su ubicación, para que se tenga una referencia de su existencia (Fig.1, 2, en donde aparecen como líneas rizadas en color rojo).

- Análisis del mapa de isohipsas.

En el mapa se observa que los valores de profundidad hasta el techo de la roca, refiriéndose todas las mediciones al nivel medio del mar (n. m. m.). Esta variable tiene un comportamiento regular, con pendientes que llegan ser de moderadas (de los - 2 a - 11 m) a abruptas (de los - 11 m en adelante) hacia la parte septentrional de la plataforma, coincidente con el borde del talud insular (para esta región en particular del país), en donde se alcanzan los valores máximos de este indicador. En la medida en que se acerca la costa las pendientes son más suaves, lo cual se refleja en el comportamiento de la distribución espacial y morfología de las isolíneas, por una mayor separación de ellas y con una tendencia a la disminución de sus valores. El rango de variación para dicho atributo oscila entre -2 a - 24 m en la dirección SW-NE.

A partir del mapa de isohipsas y de los materiales sismoacústicos primarios obtenidos para toda la zona, se observa que la frontera sísmica correspondiente al techo de la roca es bastante plana y con una pendiente muy

suave, con un ligero buzamiento hacia el NE. Esto se define bien en general en todos los registros sismoacústicos, con excepción de aquellos lugares donde los espesores de sedimentos no consolidados son menores de 1m.

- Análisis de los perfiles geólogo-geofísicos.

Se construyeron sobre la base de la utilización de la información de los mapas de isohipsas, isopacas, y las estaciones de vibroperforación realizadas, lo cual permite incluirlo como un resultado gráfico (perfil I - I en la Fig. 1) que ilustra la caracterización de los objetivos que perseguía el trabajo.

En su sentido más general se confirma en dichos perfiles que las pendientes son suaves entre las profundidades de - 5 a - 10 m (una muestra de dicho tipo de representación se aprecia en la Fig. 3), a partir de ellas, la pendiente del fondo se hace un poco más abrupta, hasta su caída en el borde del talud insular.

El comportamiento del techo del basamento rocoso tiene por igual un comportamiento similar, siendo más suave su pendiente la cual tiende a aumentar en la medida que el perfil avanza hacia el talud. El subfondo rocoso, no se identificó litológicamente porque no se hicieron perforaciones a rotación que pudieran haber permitido apreciar los testigos que se recuperaran y clasificarlos como una roca base de tipo caliza o calcarenita (1, 2 y 5), diferenciación que tampoco se pudo establecer a partir de los sismogramas de campo de perfilaje sismoacústico.

Otro resultado de la investigación fue el de los análisis de laboratorio. Los análisis granulométricos se realizaron según lo solicitado en la tarea técnica presentada a nuestra entidad, o sea por la clasificación granulométrica Wentworth. El resultado obtenido para el 80 % de las 40 muestras tomadas confirmó que la mayor parte de los sedimentos friables presentes en el área eran arenosos (el tamaño de sus partículas quedó comprendida entre los tamices de 0.5 a 0.25mm, lo cual se corresponde con el rango perteneciente a las arenas gruesas y medias). Lo que coincide con los resultados alcanzados en trabajos de campo y artículos publicados, por otros autores con anterioridad (1, 2 y 5).

A partir del análisis estadístico de los resultados de la granulometría, se confeccionó la Tabla II con los valores promedios de todas las muestras, y como se consideró que era tan poca la variación entre las características de las muestras analizadas (4), fue posible caracterizar esta arena, como una muestra tipo.

También las muestras fueron observadas al microscopio para clasificar las partículas que las componen y determinar su génesis, por el ensayo de composición esquelética. Atendiendo a los resultados de este análisis para las muestras, se observó que la génesis de los sedimentos es totalmente organógeno-marina, pues entre las partículas identificadas, existe un predominio de algas calcáreas, moluscos, etc; y producto del alto grado de esfericidad y pulido de las partículas, hay un % muy elevado de estas que no han podido clasificarse, por lo que se ha dado la denominación de bioclastos a estos granos.

Tabla II. Clasificación granulométrica de la muestra tipo según Wentworth

MUESTRA TIPO				
No Orden	% Retenido	% Acumulado	No Tamices W.	Clasificación
1	1.36	1.36	4	Gravas
2	4.13	5.49	2	Gravas
3	14.54	20.03	1	A. muy gruesa
4	43.41	63.44	0.50	A. gruesa
5	26.89	90.34	0.25	A. media
6	8.39	98.73	0.125	A. fina
7	1.01	99.74	0.062	A. muy fina
8	0.27	100.00	0.039	Limo
9	-	-	0.0025	Arcilla

Conclusiones

Del análisis de todos los resultados y la información geólogo-geofísica disponible se puede aseverar que:

La distribución de sedimentos arenosos tiene un comportamiento asociado con la morfología del subfondo rocoso, y los procesos de la dinámica costera. En las zonas de acumulaciones de arena, los espesores pueden ser más de 1.5 m, lo que fue comprobado por los datos aportados por el perfilaje simoacústico y las vibroperforaciones de mapeo regional realizadas.

En la dirección normal a la costa tanto para cayo Mégano Grande como para Cruz, la potencia de los sedimentos registra un incremento que va desde 0.5 a los 5m (Fig. 2), lo que responde al balance morfodinámico natural, caracterizado por un potente campo de barras litorales submarinas, y por la alineación de los arrecifes coralinos de barreras, que forman una trampa natural para los sedimentos arenosos entre la franja litoral de los cayos (cubierta por numerosas playas) y la barrera arrecifal.

Las profundidades de yacencia del tope superior del sustrato rocoso se encuentran en un rango que va, desde - 2 a - 24m respecto al n. m. m., con una dirección SW-NE, manifestando sus isohipsas un comportamiento regular, lo cual indica que el tope superior de este basamento rocoso sedimentario es bastante plano, con una pendiente muy suave, y un ligero buzamiento hacia el NE.

Los espesores de sedimentos no consolidados están constituidos por una arena cuya clasificación granulométrica oscila entre media y gruesa, existiendo un predominio de la fracción gruesa, mientras que sus magnitudes están en un rango que va desde cero, o sea la roca aflora sobre el fondo marino, hasta los 5.5m en su sentido más general, alcanzando los mayores valores en las zonas cercanas a ambos cayos, y entre las isobatas de - 10 a - 16m (referidas al n. m. m.) al NE de cayo Mégano Grande (Fig. 1), encontrándose los mínimos localizados al SE del área en el extremo oriental de cayo Cruz, así como en el espacio comprendido entre los dos cayos y algunas zonas costeras abrasivas y acantiladas en el margen litoral de cayo Cruz (Fig.2).

Los sedimentos arenosos que predominan en dicha área, tienen una génesis organógeno-marina (bioclastos carbonatados gravosos con fragmentos de algas calcáreas, conchas de moluscos y ripios de corales), por lo cual se concluye que son arenas bioclásticas, al igual que ya han señalado otros autores (5).

Las acumulaciones de arenas estimadas (Tabla I), responden a una etapa preliminar de las investigaciones, y por tanto deben ser considerados por el momento, solo como datos de carácter informativo general (6).Según como se establece para la búsqueda de recursos naturales no metálicos.

No obstante las potencialidades de dichos recursos naturales (acumulaciones de arenas) marinos, se recomienda que: antes de cualquier toma de decisión socioeconómica en las proyecciones futuras del Plan de Ordenamiento Territorial de dichos cayos, y sus acuatorios aledaños, se ejecuten trabajos multidisciplinarios a una mayor escala, para realizar una evaluación detallada de sus particularidades en cuanto a la dinámica de su emplazamiento, y sus posibilidades reales de explotación, tal que permitan un uso sustentable, racional y ecológico, acorde a la gestión medio ambiental para estos territorios (3), cosa esta que fue contemplada por el Programa patrocinado por las Naciones Unidas para la protección de la biodiversidad y el desarrollo sustentable del ecosistema Sabana-Camaguey (Proyecto GEF/PNUD 92/G31) que rige los principios fundamentales del desarrollo sustentable en los ecosistemas costeros en esa región de nuestro país.

Referencias

- Colectivo de autores de los extintos ICGC, e ICH, así como de diferentes instituciones y organismos de ACC, y de la economía nacional, (1990): Estudio de los Grupos Insulares y zonas litorales del archipiélago cubano con fines turísticos: Cayos Mégano Grande, Cruz, Romano y Guajaba, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Cabrera, Miguel; Peñalver, L.; Pérez, C. M.; Ugalde, C.; Guerra, R.; Sosa, M; Bouza, O.; De Huelbes, J.; y Zúñiga, A.; (1998): Geología de Cuaternario de la región norcentral del archipiélago cubano, Volumen I Memorias del 3er Congreso Cubano Geología y Minería (GEOMIN´ 98), Centro Nacional de Información Geológica-IGP, Palacio de las Convenciones Ciudad de La Habana, Cuba.
- Cabrera, Miguel; (1998): Zonación geólogo-ambiental del ecosistema Sabana-Camaguey, Volumen I Memorias del 3er Congreso Cubano Geología y Minería (GEOMIN´ 98), Centro Nacional de Información Geológica - IGP, Palacio de las Convenciones Ciudad de La Habana, Cuba.
- Gandarillas, José; Estrada, V.; González, I. ; y Salazar C.; (2001): Investigaciones geólogo-geofísicas de exploración para arenas en la plataforma marina de los cayos Cruz y Mégano Grande, Agencia de Geofísica y Geología Marina, GeoCuba Estudios Marinos, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Iturralde-Vinent, Manuel A., y Cabrera, M.; (1998): Estratigrafía de los cayos del archipiélago Sabana-Camaguey entre Ciego de Ávila y Las Tunas, Volumen I Memorias del 3er Congreso Cubano Geología y Minería (GEOMIN´ 98), Centro Nacional de Información Geológica-IGP, Palacio de las Convenciones Ciudad de La Habana, Cuba.
- Kazhdan, B. A.; (1982): Prospección de yacimientos minerales, traducido por la Editorial Paz, del libro sobre esta temática publicado por la Editorial Nedra en 1978, Moscú, URSS.

Anexos



Fig 1. Esquema de ubicación de la zona de los trabajos

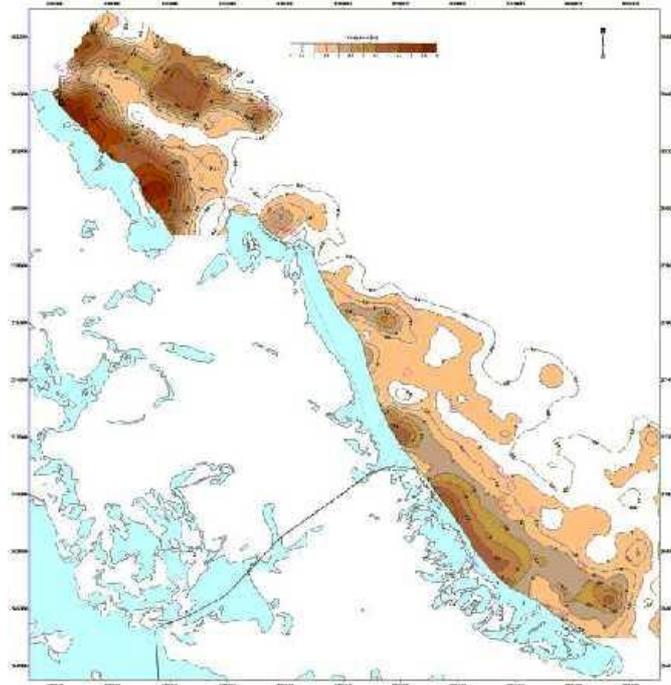


Fig 3. Esquema de la distribución espacial de los valores de techo de la roca (isohipsas)

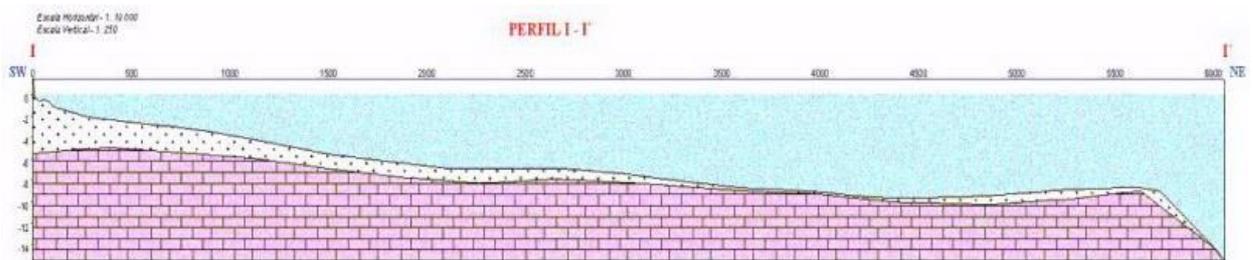


Fig 3. Perfil geólogo-geofísicos representativo de la zona de estudio