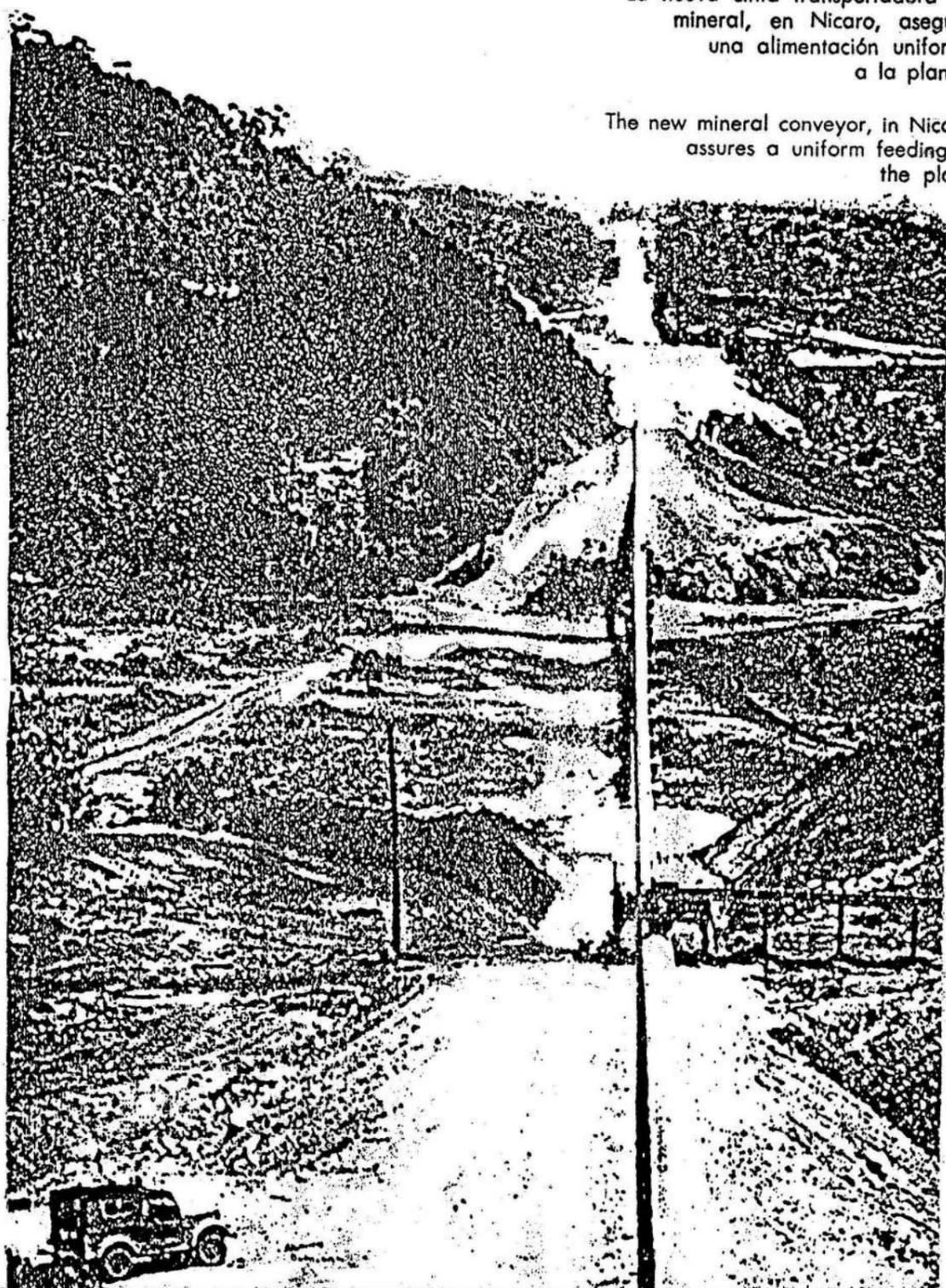


NIQUEL PARA EL MUNDO

La nueva cinta transportadora de mineral, en Nicaro, asegura una alimentación uniforme a la planta.

The new mineral conveyor, in Nicaro, assures a uniform feeding to the plant.



COMBINADO MINERO METALÚRGICO "CMDTE. RENÉ RAMOS LATOUR" NICARO, ORIENTE. CUBA

ESTRATIGRAFIA DEL BANCO CARBONATADO CRETACICO "REMEDIOS" DEL AREA CUBA NORTE - LAS BAHAMAS

C. Díaz Otero*
G. Furrázola Bermúdez*
M. Iturralde Vinent**

*Instituto de Geología y Paleontología, MIB.

**Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, Cuba.

RESUMEN: En el litoral septentrional de la isla de Cuba están presentes una serie de afloramientos carbonáticos de plataforma del Cretácico que han recibido el nombre de Remedios. Comprenden la FM. Palenque del Aptiano-Cenomaniano, la FM. Purio del (?) Turoniano al Maestrichtiano. Esta última yace transgresivamente sobre las anteriores, con un hiato cuya duración no está precisada, pues en Purio no se han encontrado fósiles índices del Turoniano-Santoniano.

El banco carbonatado Remedios constituyó un promontorio de aguas someras como una barrera larga y estrecha a lo largo de la margen meridional de la plataforma de Bahamas, separada de esta última por un canal de aguas profundas. El banco se originó en el Aptiano y se destruyó completamente al final del Maestrichtiano. En el Turoniano y el Campaniano estuvo eventualmente emergido.

ABSTRACT: In the northern littoral of the island of Cuba, there are series of carbonatic outcropping from the Cretaceous platform which have been named "Remedios". They comprise of the FM. Palenque of Aptian - Cenomanian and the FM. Purio of Turonian - Maestrichtian (?). This latter one deposits over the others, transgressively, with a hiatus or pause, whose duration is not precise, because in Purio, no sign of fossils of Turonian - Santonian have been found.

The Remedios carbonated bank constituted a promontory of the shallow waters like a long and narrow barrier alongside the southern border or margin of Bahamas platform, which is separated from this latter one by a canal of deep waters. The bank originated in the Aptian and got completely destroyed at the end of Maestrichtian. In the Turonian and the Campanian it was eventually emerged.

En el territorio cubano se conocen diversos macizos de rocas carbonatadas de mares someros del Cretácico, pero los más extensos y mejor estudiados afloran en distintas localidades o yacen en el subsuelo a lo largo del litoral septentrional del territorio. Estos últimos se han relacionado a la margen pasiva cretácica de las Bahamas y se han denominado "Zona de Remedios" y secuencia de Remedios.

En la última década los autores han estudiado los problemas de la estratigrafía, paleontología y paleogeografía del banco carbonatado Remedios y sus posibles equivalentes en Pinar del Río, como una contribución más al Proyecto 262 de Correlación Geológica del PIGG. En este artículo se presentan algunos resultados, aunque los mismos habrán de precisarse en el futuro durante el curso de las investigaciones aún en proceso.

La secuencia Remedios

Como se observa en la Fig. 1, los afloramientos de la secuencia de Remedios se localizan en las alturas del noreste de Las Villas, en la Sierra de Cubitas y en la Sierra de Gibara.

Adicionalmente estas rocas han sido cortadas por varios pozos perforados en las tres regiones mencionadas y sus alrededores.

Originalmente se definió como "Zona de Remedios" por Ducloz y Vuagnat, quienes la describieron como: "... una potente serie (probablemente más de 3 000 m) de evaporitas y de rocas carbonatadas de edad Jurásico a

Cretácico Superior, que yace probablemente sobre un zócalo de constitución granítica y metamórfica ..."; la cual se cubre transgresivamente por depósitos más jóvenes. Y añaden: "Esta zona que correspondía con un fondo elevado desde el Jurásico (o también el Triásico) y hasta el Mioceno, representa el borde de la vasta plataforma de Bahamas".

En realidad la distinción de la Zona de Remedios ya había sido hecha, de manera análoga, en informes inéditos, por G. Pardo, P. Bronniman, C. Hatten, O. Schooler, A. Meyerhoff, etcétera, los que dividieron la sección en un

número de unidades litoestratigráficas que permanecen en su mayoría inéditas. Al respecto son muy importantes los trabajos de Meyerhoff y Hatten, pues dan a conocer la estratigrafía de la secuencia resumiendo las investigacio-

nes realizadas durante los años cincuenta. Ellos distinguen, en la secuencia de Remedios, las formaciones San Cayetano, Punta Alegre, Viñales, Cayo Coco, Perros, Palenque, Purio y Remedios.

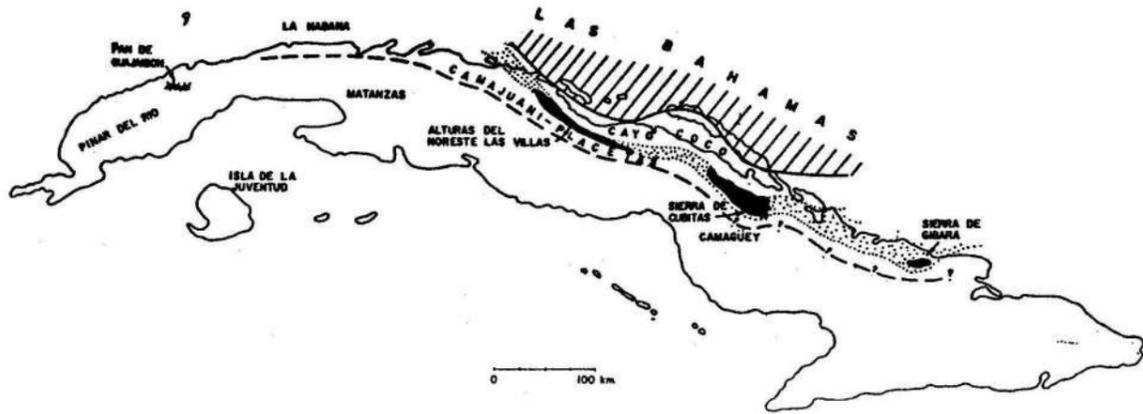


FIGURA 1. Área de desarrollo de la secuencia de Remedios y otras localidades pertinentes.

Durante los últimos veinticinco años se ejecutaron trabajos de levantamiento geológico a escala 1:250 000 y 1:50 000 que incluyeron la secuencia en cuestión; así como investigaciones paleontológicas, bioestratigráficas y litofaciales que han aportado nuevos conocimientos, aunque algunos de estos trabajos permanecen inéditos.

La secuencia de Remedios, según la información de que se dispone, puede dividirse en tres secciones superpuestas:

La **sección clástica**, cuya composición se deduce de los registros geofísicos y del material clástico presente en los diapiros salinos. Parece tratarse de rocas areno-

cillosas, quizás equivalente a la FM. San Cayetano, cuya edad se remonta al Triásico (?) y al Jurásico Oxfordiano.

Sección salino-dolomítica, representada por las formaciones Punta Alegre, Cayo Coco y Perros, de edad Oxfordiana (?) a Aptiana, constituida por yeso, anhidrita y halita, con intercalaciones de argilitas y dolomitas, que hacia arriba pasan a dolomitas con raras intercalaciones de evaporitas.

Sección carbonática, caracterizada por las formaciones Palenque, Vilató y Purio, de edad Aptiano a Maestrichtiano, compuesta por distintas variedades de calizas, por partes dolomitizadas, con ambientes sedimentarios propios de un banco carbonatado.

Estratigrafía

Las investigaciones llevadas a cabo por los autores se han concretado a los afloramientos de la secuencia de Remedios. En consecuencia, sólo han estudiado las rocas del Cretácico, ya que las formaciones más antiguas se

conocen de los pozos. Es por ello que a continuación nos limitamos al análisis de las formaciones Palenque, Vilató y Purio, que desde hace algunos años se reúnen el Grupo Remedios.

Grupo Remedios

En 1950 P. Bermúdez introdujo el término "FM. Remedios" para unas calizas de aguas someras del Cretácico Superior al Paleoceno, en 1961 se precisó que afloran en los alrededores de Remedios. En 1974 Meyerhoff y Hatten vuelven a describir dicha formación, pero con localidad tipo en la carretera de Meneses a Yaguajay, y restringiendo su edad al Maestrichtiano-Paleoceno. Sin embargo, entre Meneses y Yaguajay afloran rocas que abarcan todo el Cretácico y el Paleoceno-Eoceno, éstas últimas de la FM. Vega. Durante los trabajos de cartografía geológica en la antigua provincia de Las Villas, Kantchev y otros redefinen la FM. Remedios, con localidad tipo en las lomas de Palenque, para que comprenda las calizas del Aptiano al Maestrichtiano. Las calizas análogas de la misma edad, que afloran en Gibara, fueron posteriormente descritas como FM. Gibara, la que resulta ser un sinónimo de Remedios.

Durante las investigaciones en Sierra de Cubitas, C. Díaz y M. Iturralde Vinent evaluaron este problema y propusieron elevar la FM. Remedios a la categoría de grupo, y destacar dentro de éste tres unidades informales con el rango de formación. Después se pudo establecer que dichas unidades se corresponden con las formaciones Palenque, Vilató y Purio. En consecuencia, considerando el uso más común de la unidad propuesta por Bermúdez es razonable adoptar el criterio de Díaz e Iturralde-Vinent y definir como Grupo Remedios las calizas localmente dolomitizadas de edad Cretácica, Aptiano (?) a Maestrichtiano, de ambientes de banco carbonatado, que se observa por la carretera al SW de Remedios hasta el caserío de Taguayabón (Fig. 2). Incluye las formaciones Palenque, Vilató y Purio. Su límite inferior está marcado por el cambio entre una sección rica en dolomitas y el inicio del dominio de las

calizas. El límite superior es una discordancia e hiato que abarca, al menos, una parte del Paleoceno. Aflora en las alturas del noreste de Las Villas, la Sierra de Cubitas y la Sierra de Gibara. Su espesor se estima desde 2 000 m (Díaz

e Iturralde-Vinent, 1981) hasta 4 000 m (Kantchev y otros, 1978) y 6 000 m (Jakus, 1983). Estas dos últimas cifras parecen no tomar en cuenta la reiteración de los cortes por las fallas inversas y sobrecorrimientos.

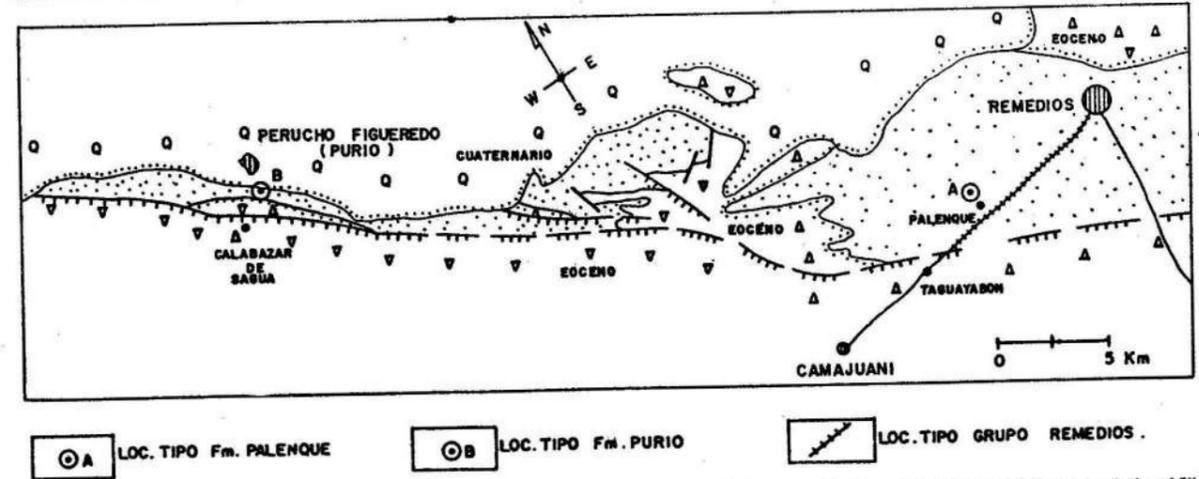


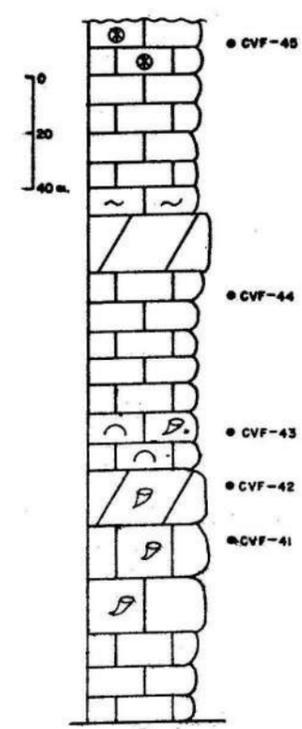
FIGURA 2. Área tipo del Grupo Remedios y localidades tipo de las formaciones Palenque y Purio en las alturas del Noreste de Las Villas.

Formación Palenque

Fue dada a conocer por Meyerhoff y Hatten en 1974 aunque se utilizó en informes inéditos de Hatten y otros en 1958 y Giedt y Schooler en

1959. Toma su nombre de la cantera Palenque, que constituye su sección típica, situada al SW de Remedios (Fig. 2 y 3).

LOMA EL PURIO. EXTREMO NE FM. PURIO. LOCALIDAD TIPO



LOMA PALENQUE, EXTREMO S FM. PALENQUE, LOCALIDAD TIPO

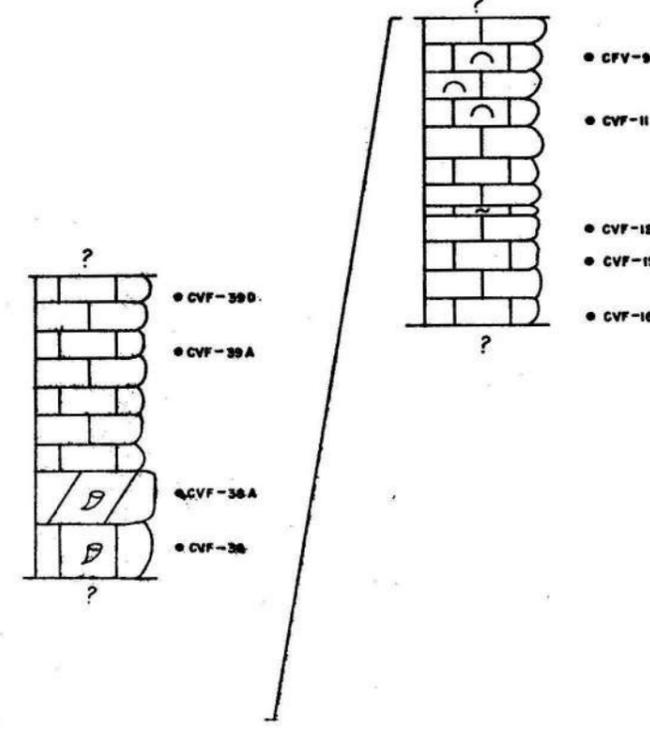


FIGURA 3. Secciones estratigráficas de las localidades típicas de las formaciones Palenque y Purio (según Díaz y Furrzola-Bermúdez, 1984). Leyenda en la Fig. 11. El punto y las cifras corresponden a las muestras con fósiles.

Meyerhoff y Hatten la describen como "... calizas microcristalinas, sublitográficas, de color naranja muy claro y amarillo claro grisáceo, las que contienen abundantes micro y macrofósiles, dominando los miliólidos. Son comunes las calcarenitas de grano fino y capas oolíticas. Localmente están presentes calizas coquinoideas y bioclásticas. Las calizas poléticas son frecuentes. En muchas localidades están presentes rocas dolomitizadas, donde la dolomita atraviesa las capas en grandes paquetes irregulares de varios acres de superficie. La estratificación es mayormente masiva". La fauna que reportan de Palenque incluye foraminíferos del "Aptiano Tardío al Cenomaniano".

Díaz y Furrázola-Bermúdez estudiaron la localidad típica y la caracterizan como "calizas de colores claros, entre gris, pardo y rojizos, correspondientes a micritas y biomicritas, a veces arcillosas, en bancos o capas gruesas". También "biomicritas y biosparitas, masivas o en bancos gruesos, en partes recristalizadas y dolomitizadas. Se observan escasas intercalaciones finas de calizas arcillosas y arenosas. Los colores varían del crema, gris a rosado y blancas". El espesor del corte no supera los 60 m, pues hay repetición del perfil.

Los fósiles identificados por Díaz y Furrázola-Bermúdez en la localidad mencionada y sus alrededores permiten fechar esta sección del Albiano al Cenomaniano (Tabla 1).

En la Sierra de Cubitas, Díaz e Iturralde-Vinent describen las capas equivalentes al Palenque bajo el nombre informal de "Unidad C" y la caracterizan como "... calizas biomicríticas en menor grado biógeno-detríticas y dolomitas de ambiente de lagunas y bajos retroarrecifales y localmente de bancos biostrómicos". Se caracterizan "... por el predominio de las rocas micríticas y por el color carmelita y beige de muchas calizas".

Un perfil característico se detalla a continuación sobre la base de los datos de los autores precitados (Fig. 4 y 5).

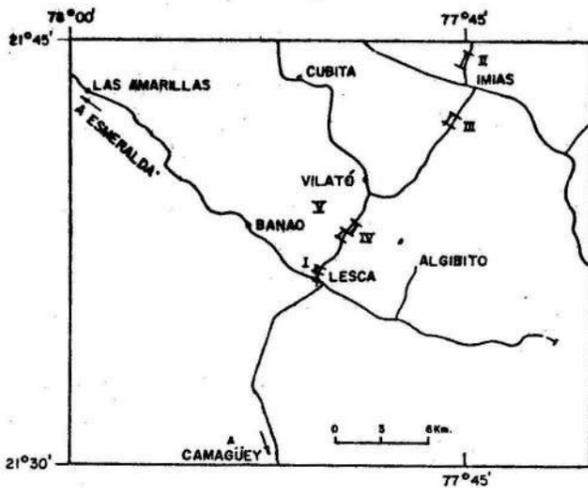


FIGURA 4. Localización de las secciones estratigráficas de las figuras 5 y 6 en Sierra de Cubitas. I, II y III FM. Purio, IV FM. Palenque y V FM. Vilató.

La sección inferior (capa 31) son calizas micríticas, por partes peletoidales, hasta biomicríticas con algas y miliólidos, espesor 60 m. Le siguen (capa 30) capas interestratificadas de calizas biomicríticas, espesor 60 m.

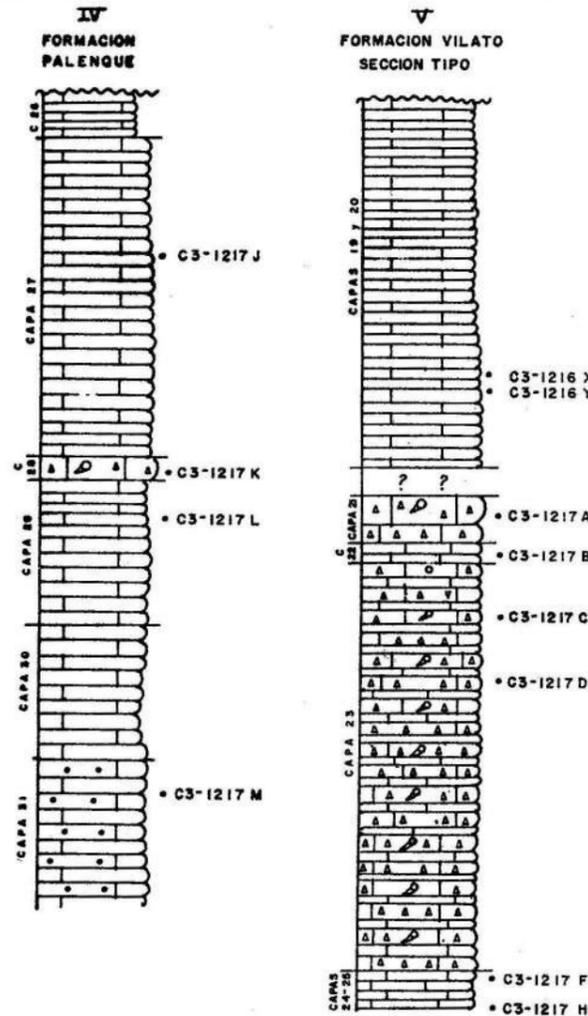


FIGURA 5. Secciones estratigráficas de las formaciones Palenque y Vilató en la Sierra de Cubitas (según Díaz e Iturralde-Vinent, 1981). Leyenda en la Fig. 11.

Esta sección termina con (capa 29) intercalaciones calizas micríticas, biomicríticas y biógenas mesogranulares, con foraminíferos que en ocasiones dan lugar a láminas ricas en testas. Espesor 90 m. La sección superior comienza con (capa 28) un horizonte de biocalcirudita y biocalcarenita con fragmentos de radiolarios (rudistas) con espesor de 15 m; después continúan (capa 27) calizas biomicríticas o micríticas, calizas peletoidales y calizas laminadas con microrizaduras (de oleaje?). Espesor de 160 m. Por encima yace la FM. Vilató (capa 26) (Fig. 5, sección IV).

Los fósiles tomados en este perfil y otras localidades vecinas permiten definir la edad como Aptiano a Cenomaniano (Tabla 2). En Sierra de Cubitas la FM. Palenque está muy triturada, más que la FM. Purio, incluso cuando ambas están en contacto. Además la FM. Vilató suprayacente presenta un estilo de deformaciones plicativas distinto al de Palenque, pero ello es a causa de sus diferentes competencias. Aparentemente el contacto entre ambas es normal.

El espesor de la FM. Palenque en Sierra de Cubitas supera los 800 m. En Cuba Central, según Meyerhoff y Hatten alcanza los 2 660 m, pero dadas las constantes

reiteraciones de la sección, como se observa en el área tipo, pudiera estar exagerada.

Las rocas características de Palenque son propias de ambientes lagunares y bajos retroarrecifales. Sin embargo,

la presencia de algunas intercalaciones de sedimentos ricos en detritos de rudistas, sugiere la existencia de ambientes de barras y bancos conchíferos, quizás situados en la periferia de la plataforma carbonatada.

Formación Vilató

Fue descrita originalmente bajo la designación informal de "Unidad B" por Díaz e Iturralde-Vinent, y luego denominada FM. Vilató por Iturralde-Vinent y Díaz (Encuentro de Geólogos en Escuela de Cuadros MINBAS, 1986). Su sección tipo aflora en el camino de Lesca, al SW de Vilató (Fig. 4 y 5), en lo que hoy es la carretera a Sola (x 828.600 y 205.700 - x 828.950 y 204.700). Hasta el momento se conoce solo de la Sierra de Cubitas.

Según Díaz e Iturralde-Vinent son "... calizas laminares y en menor grado turbiditas calcáreas que se caracterizan por la sedimentación rítmica. Son de ambiente de mar abierto en el talud marginal. Su edad es Cenomaniano a Turoniano".

En detalle, según los datos del trabajo precitado, la sección se caracteriza de abajo hacia arriba, por (capa 25) calizas laminares (1 a 3 mm) micríticas a biomicríticas con espesor de 8 m. Después siguen (capa 24) intercalaciones de calizas algo laminares, micríticas y biomicríticas en estratos finos, espesor de 15 m. Continúa un paquete (capa 23) de turbiditas calcáreas, con estratos de 20 cm como promedio, que varían entre calciruditas a biocalciruditas con rudistas fragmentarias, biocalcarenitas a calizas biode-tríticas y micríticas. Contienen fósiles pelágicos y de aguas someras en tenatocenosis. Su espesor es de unos 200 m. Estas pasan de (capa 22) calizas micríticas a biomicríticas con estructura bandeada, espesor de 10 m y (capa 21) un horizonte de biocalciruditas gruesas con rudistas fragmentarias y calciruditas con fragmentos de calizas (hasta 2 mm) en matriz detrítica fina, espesor 25 m.

Por encima de esta sección detrítica se encuentran dos capas algo diferentes, una (capa 20) de interestratificación de calizas laminares constituidas por láminas micríticas y biomicríticas sucesivas y calizas biomicríticas finas con laminación más gruesa a veces onduladas (estromatolíticas?) de 1 cm de espesor. Se le intercalan horizontes de calizas micríticas de 0,5-1 cm. Espesor de unos 100 m. Presentan intenso plegamiento. El perfil termina (capa 19) con intercalaciones rítmicas de calizas biomicríticas de grano fino, y calizas laminares a finamente bandeadas con un espesor de 120 m. Después no hay afloramientos. La potencia total del corte oscila entre 400 y 500 m.

El contacto de la FM. Vilató con su infrayacente FM. Palenque parece normal en la localidad tipo. Allí esta última está representada por calizas biógenas de grano fino a biomicríticas, masivas, de color gris claro.

La FM. Purio regularmente yace sobre la FM. Vilató, pero el contacto parece discordante, incluso en la sección tipo.

La edad de la FM. Vilató se puede considerar del Cenomaniano al Turoniano Temprano, como se demuestra en la Tabla 3.

Las características litológicas y contenido fósil de la formación sugieren que se trata de una sedimentación en el talud marginal del banco, libremente comunicado con el mar abierto. La presencia de abundantes detritos de rudistas indica que Vilató se formó cerca (o al pie) de un sistema de bancos o barras conchíferas.

Formación Purio (enmended)

Esta unidad litoestratigráfica se introdujo durante los trabajos de prospección petrolífera en Cuba Central. El nombre se deriva de su localidad tipo situada en las lomas del Purio, 1,5 km al NE de Calabazar de Sagua (Fig. 1 y 2), al S del central Perucho Figueredo (Purio).

Meyerhoff y Hatten la caracterizan como: "... calizas de banco de aguas someras, que se distinguen usualmente ... por su apariencia cretosa y su color rosado muy pálido". Consideran su edad como Turoniano-Campaniano, sin pruebas, sobre la base de que yace con discordancia angular encima de la FM. Palenque (Aptiano tardío a Cenomaniano) y debajo de las rocas del Maestrichtiano (op. cit.).

Díaz y Furrázola-Bermúdez estudiaron la localidad tipo y describen en el flanco oriental de las lomas "... biomicritas y biosparitas en capas gruesas, de colores blanco-crema, con abundantes macro y microfósiles [...] e intercalaciones de calizas dolomitizadas". Su espesor es de unos 250 m. El corte está interrumpido en su sección media por una brecha, y todo parece indicar que hay una duplicación parcial de la secuencia (Fig. 3).

En las muestras tomadas del perfil descrito se encontraron microfósiles característicos del Campaniano al

Maestrichtiano, propios de aguas someras, así como fragmentos de rudistas no identificados (Tabla 4).

Existe una cierta incongruencia entre la descripción de Meyerhoff y Hatten y la de Díaz y Furrázola-Bermúdez. Pero hay además otra cuestión, y es la similitud en edad, litología y fósiles entre las secuencias que Meyerhoff y Hatten denominaron Purio y Remedios. Según estos autores, la FM. Remedios con localidad típica en la carretera entre Meneses y Yaguajay, consiste "... predominantemente en calizas microcristalinas, con miliólidos, de colores gris-verdoso claro, gris-rosáceo y naranja muy claro. Son comunes las coquinas de detritos de macro y microfósiles pobremente seleccionados en matriz microcristalina. Son abundantes las capas con clastos carbonáticos en matriz de lodo calcáreo, así como las calizas oolíticas, coquinoideas, peletales y bioclásticas. También están presentes calizas algales. Los conglomerados "sharpstone" son un aspecto distintivo de las facies marginales de banco de Remedios en su área sureña de afloramientos". Los fósiles que pertenecen a esta formación son de edad Maestrichtiano.

Sin embargo, a lo largo de la carretera entre Meneses y Yaguajay afloran calizas de distintos niveles en el Cretá-

cico, e incluso del Eoceno (FM. Vega caracterizada por conglomerados "sharpstone"), sobre todo hacia el S. Por lo tanto, la FM. Remedios, según la sección tipo propuesta por Meyerhoff y Hatten (op. cit.), incluiría capas de Purio, Palenque y Vega, lo cual la invalida como unidad litoestratigráfica.

El mismo problema lo presenta la propuesta original de Bermúdez, quien describió la FM. Remedios como "... gruesas capas de calizas aporcelanadas, masivas, muy duras, densas y cristalizadas". Añade que "... se caracterizan por contener una fauna con predominio de Borelis, Miliolidae y otros foraminíferos ..." con edad "Cretácico Superior a Paleoceno". Definió su localidad tipo "... en las cercanías de Remedios". En esta área aflora una secuencia que abarca distintos niveles del Cretácico y del Eoceno, al igual que en la carretera de Meneses a Yaguajay. De esto resulta que las definiciones de las formaciones Purio y Remedios son imperfectas y se solapan en litología y edad.

En la Sierra de Cubitas Giedt y Schooler cartografiaron las formaciones Purio y Remedios, pero los trabajos posteriores demostraron que bajo dichas designaciones fueron reunidas rocas de muy diversas edades.

De hecho esto demuestra que es muy difícil distinguir estas rocas por su litología, pues son muy variables, sin contar que presentan intensas deformaciones que provocan la reiteración de los cortes.

En consecuencia con el nivel actual de los conocimientos, parece recomendable utilizar el término de FM. Purio para la generalidad de la sección del Cretácico Superior perteneciente a la secuencia de Remedios.

En la Sierra de Cubitas las rocas en cuestión fueron designadas informalmente como "unidad A" por Díaz e Iturralde-Vinent, que las describieron como "... calizas biógeno-detríticas, biomicríticas y dolomitas de ambiente de bancos biostrómicos y de lagunas y bajos retroarrecifales. Incluye rudistas (Radiolites y Biradiolites cf. B. mooretownensis), así como foraminíferos ..." de edad Campaniano-Maestrichtiano y un conjunto poco representativo del "Turoniano(?) al Santoniano".

Sobre la base de las investigaciones de Díaz e Iturralde-Vinent se estableció la existencia de ambientes isócronos en rocas del Campaniano y Maestrichtiano (Fig. 6) en Sierra de Cubitas.

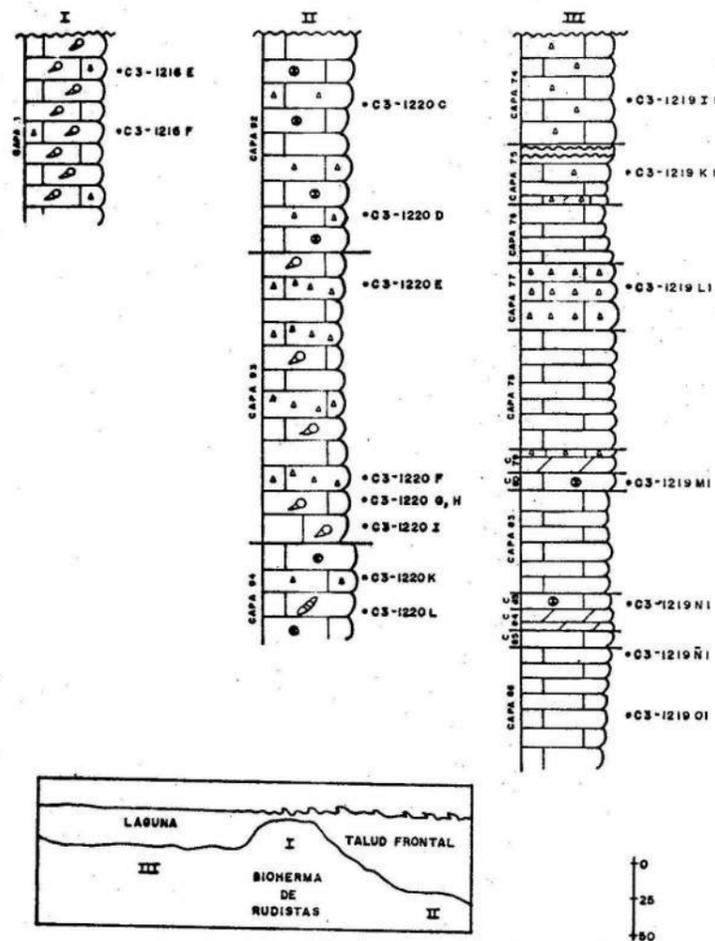


FIGURA 6. Secciones estratigráficas de las distintas facies de la FM. Purio del Campaniano y Maestrichtiano en Sierra de Cubitas (según Díaz e Iturralde-Vinent, 1981). Leyenda en la Fig. 11.

El ambiente de biostroma con rudistas está caracterizado por calizas ricas en conchas de rudistas (Biradiolites mooretownensis) en una matriz biotráctica con algas y fragmentos de equinodermos, moluscos y foraminíferos. Tienen aspecto sacaroidal, color blanco, masivas. Las rudistas yacen en posición vertical, pero también los hay fracturados y formando parte del biotráctico. Su espesor es de unos 125 m (Fig. 6 I). Rocas idénticas se observan en las alturas del noreste de Las Villas.

El ambiente de talud frontal (Fig. 6 II) está constituido, de abajo hacia arriba, por (capa 94) calizas microgranulares biotrácticas con algas, y en menor grado, calizas biógenas con gastrópodos. En algunos estratos hay menos de un 2% de cuarzo, plagioclasas y rocas volcánicas alteradas, en fragmentos muy pequeños (0,2-0,08 mm). Su espesor es de unos 80 m. Encima yacen (capa 93) calizas biotrácticas con radiolites fragmentados, calizas biotrácticas algales con fragmentos de pelecípodos y calizas mesogranulares que presentan intercalaciones de biocalcuditas gruesas con rudistas. Son de aspecto sacaroidal, blancas, a veces masivas o con estratos muy gruesos. Espesor de 200 m. El corte termina con (capa 92) calizas microgranulares con biotráctico de foraminíferos y pelecípodos, así como calizas algales con biotráctico de foraminíferos. Son masivas, con espesor de unos 150 m. En la sección tipo de la FM. Purio hay rocas como estas (Fig. 3).

El ambiente de laguna retroarrecifal (Fig. 6 III) se divide en doce capas sucesivas, que en sentido ascendente en la sección se caracterizan por (capa 86) calizas micro o mesogranulares con foraminíferos y ostrácodos, masivas, espesor de 90 m. Siguen (capa 85) calizas micríticas a biomicríticas con foraminíferos rotaliformes, masivas, con un espesor de 25 m. Pasan a (capa 84) calizas dolomitizadas de grano fino a medio y dolocuditas masivas con un espesor de 18 m. Más arriba (capa 83) son calizas biomicríticas con miliolitas y algas, masivas, espesor de 25 m. Continúan (capas 82 y 81) calizas micríticas, masivas, con espesor de 45 m. Después cambian (capa 80) a calizas biógenas con algas y foraminíferos, estratificadas, de 16 m de espesor, y (capa 79) calizas dolomitizadas de grano grueso de 12 m de espesor. Hay una intercalación (capa 78) de calcirudita con fragmentos de calizas oscuras en matriz de grano fino, blanca. A continuación (capa 78) hay

un paquete de calizas micríticas, masivas, de 80 m de espesor. Sigue un horizonte (capa 77) de calciruditas a biocalcuditas con fragmentos de diversos tipos de calizas y biotráctico de foraminíferos, masivas, con espesor de 45 m. Luego sobreyacen (capa 76) calizas micríticas algo estratificadas de 50 m de espesor, un horizonte (capa 75) de calcirudita con fragmentos de color gris oscuro en matriz de grano muy fino color claro, espesor 2 m, calizas microgranulares con biotráctico de foraminíferos, espesor 15 m, y calizas estromatolíticas con espesor de 10 m. El corte termina con (capa 74) calizas microgranulares con biotráctico, algo dolomitizadas, masivas y espesor de 65 m.

En el recuadro inferior izquierdo de la Fig. 6 se esquematan los ambientes de sedimentación propios de las secciones descritas. En la Tabla 5 se relaciona el contenido fosilífero de las muestras.

Como se observa en la Fig. 4, las secciones I, II y III afloran en distintas localidades de la Sierra de Cubitas, y llegan a alcanzar los 600 m de espesor.

Los representantes de la parte inferior de la FM. Purio, de edad Pre-Campaniano, son difíciles de identificar pues carecen de una microfauna característica. Se supone que algunas calizas semejantes a la sección III (Fig. 6) que carecen de una fauna índice, y que aparecen asociadas a las secciones descritas, correspondan a alguna parte del lapso Turoniano-Santoniano, pero no se ha podido demostrar.

En la actualidad se realizan investigaciones complementarias para tratar de resolver esta cuestión. Sin embargo es de esperar que se pueda establecer la presencia de un hiato en este intervalo.

Este hiato se fundamenta en varias observaciones. De una parte, en Sierra de Cubitas se pudo establecer que la FM. Purio yace discordante sobre las formaciones Vilatá y Palenque, las últimas más dislocadas que la primera (Iturralde-Vinent, Thieke y otros, 1987). Por otra parte es muy significativa la ausencia de rocas del Turoniano tardío hasta el Campaniano en las secuencias situadas al S (Camajuaní y Placetas en la Fig. 1), y que dicho hiato no se hubiera reflejado de algún modo en Remedios. En consecuencia, es de esperar que la secuencia de Remedios presente una interrupción de la sedimentación comprendida entre el Turoniano y el Campaniano, cuyo fechamiento preciso esté por establecer.

CORRELACION

Las rocas del Grupo Remedios se pueden correlacionar parcialmente en Cuba con la FM. Guajaibón (Pinar del Río). Las otras secuencias isócronas carbonatadas cubanas corresponden a distintos ambientes sedimentarios, como regla, de aguas más profundas.

Fuera de los límites del territorio cubano se conocen depósitos carbonatados semejantes en Las Bahamas, Florida, Texas, Yucatán y otras áreas, con las cuales en el futuro se deben establecer las correlaciones, tanto sobre la base de eventos biológicos como físicos.

Formación Guajaibón

Esta unidad fue introducida por Herrera como "calizas de plataforma Guajaibón" a partir de los trabajos inéditos de Truitt y Bronniman, y adoptada durante los trabajos de levantamiento geológico de Piszczkowski y otros. Se conoce sólo del Pan de Guajaibón (localidad tipo) y las alturas de Sierra Azul (Fig. 1 y 8), de la provincia de Pinar del Río.

En 1987 Piszczkowski y otros describieron como "calizas masivas gris claras que comprenden calcarenitas y biomicríticas, algunas veces laminadas horizontalmente. También existen calizas micríticas y calciruditas. En algunos lugares las calizas están dolomitizadas. Más arriba, en la sección, las calizas masivas pueden contener conchas fragmentadas de pelecípodos (de rudistas, entre otros), algas y corales". Ade-

más señala que la formación contiene foraminíferos bentónicos y planctónicos. Su edad parece ser Albiano o Cenomaniano.

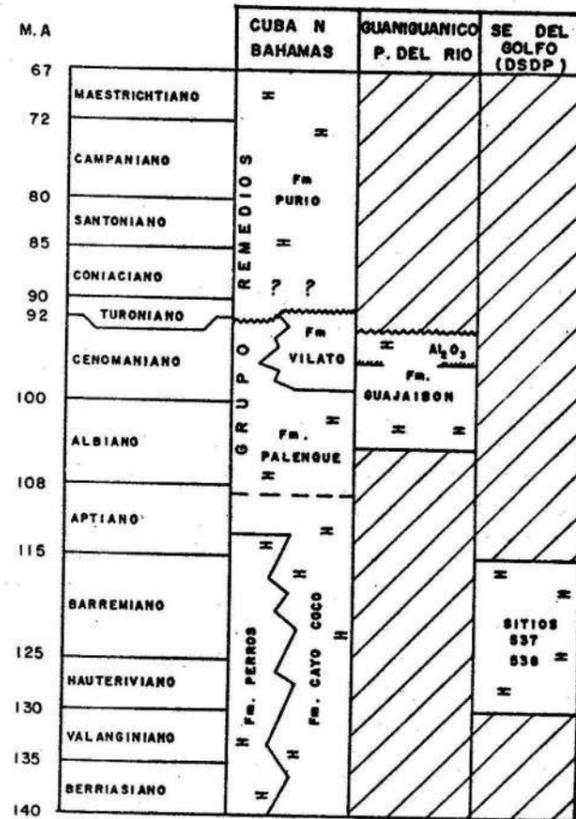


FIGURA 7. Cuadro de correlación de las formaciones del Cretácico de la secuencia de Remedios y los depósitos análogos en Pinar del Río y la boca del Golfo de México.

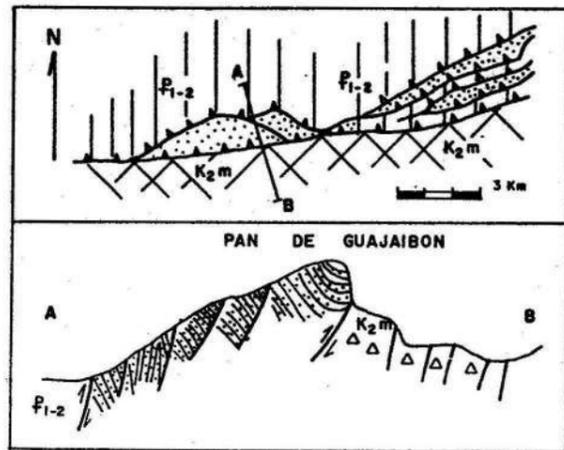


FIGURA 8. Esquema geológico y sección del Pan de Guajaibón. Punteada la FM. Guajaibón.

Díaz y Furrázola-Bermúdez definen tres secciones en la formación (Fig. 9), que de abajo hacia arriba son:

Sección inferior "calizas masivas, en bancos gruesos, de color gris oscuro hasta negros, presentándose las variedades micríticas o esparticas, a veces se observan

biopelmicritas biopelsparitas que contienen fragmentos de macrofósiles, fundamentalmente moluscos". Su espesor se estima en unos 50 m.

La sección media se caracteriza como "calizas con estratificación más definida en capas gruesas a medias, de colores que varían de gris a gris oscuro, a veces negro ... predominan las variedades micríticas o esparticas ... Las capas son más arcillosas con presencia de algunas margas ... y ... algunos estratos dolomitizados. Hay escasas intercalaciones finas de arcilla. En las cavidades cársicas el material bauxítico es abundante". El espesor es de unos 340 m. La sección superior está formada por "calizas masivas, en bancos gruesos, de colores gris claro o pardo, con abundantes macro y microfósiles". Las calizas más comunes corresponden a intrabiosparitas e intrabiomicritas, así como pelsparitas y pelmicritas. Su espesor es de unos 110 m.

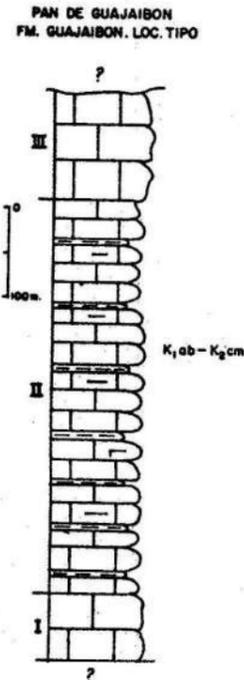


FIGURA 9. Sección estratigráfica de la FM. Guajaibón en su localidad tipo (según Díaz y Furrázola-Bermúdez, 1984). Leyenda en la Fig. 11.

La FM. Guajaibón tiene un espesor total superior a los 500 m. Sus relaciones con las restantes unidades de Sierra del Rosario son dudosas. De una parte contacta tectónicamente con la FM. Cacarajícara del Maestrichtiano, y en algunos lugares yace también en contacto tectónico sobre las argilitas de la FM. Sierra Azul, que aparentemente tienen edad más antigua. Los fósiles característicos de Guajaibón se relacionan en la Tabla 6.

La FM. Guajaibón constituyó un banco calcáreo de aguas someras al menos durante el Albiano y Cenomaniano. Sin embargo, la presencia de foraminíferos planctónicos e intercalaciones de rocas pelíticas, pudiera sugerir que se trataba de una estructura aislada, al estilo de los knolls, como se discute más adelante.

Algunos autores como Puszczolkowski, Mossakovski y Albear, han considerado a la FM. Guajaibón como parte de la secuencia de Remedios. Lo cierto es que su litología, ambiente sedimentario y fósiles son muy semejantes a los

que caracterizan a la FM. Palenque. Sin embargo, esta última carece de las capas de rocas arcillosas.

Tampoco se puede afirmar que la FM. Guajaibón formó parte de la secuencia Remedios sin encontrar las otras partes de dicha secuencia, que como se ha descrito, incluye clastitas, evaporitas y calizas del Jurásico y Cretácico. En Guajaibón y Sierra Azul no se conocen otras formaciones análogas a las de la secuencia Remedios, ya que son calizas, calciruditas y argilitas de aguas más profundas.

Como se observa en las figuras 1 y 8, las calizas en cuestión yacen en posición tectónica, como cuñas o escamas, al NE en la cordillera de Guaniguanico. En esta última región no hay otros depósitos correlacionables litofacialmente con Guajaibón. La falta de datos seguros sobre la posición de estas rocas dentro de su secuencia estratigráfica original abre las puertas a la especulación.

Decir que constituyen un bloque arrancado a la secuencia de Remedios no es válido, pues para asegurarlo sería necesario descubrir otros representantes de dicha secuencia en los alrededores de Guajaibón. Sin embargo, los afloramientos de rocas más viejas (formaciones Lucas y Sierra Azul en parte) en el entorno se corresponden con sedimentos pelágicos. Las rocas más jóvenes (FM. Cacarajícara) tampoco se asemejan a las del Grupo Remedios. Es cierto que entre Guajaibón y las rocas mencionadas median contactos tectónicos, pero

ello no prueba que originalmente no formaran parte de una secuencia natural.

Siempre se puede aducir la hipótesis de que la FM. Guajaibón se formó como parte de una secuencia distinta a la de Remedios, tal como propuso originalmente Puszczolkowski, donde se asocian las calizas de banco con calizas, silicitas y rocas areno-arcillosas de aguas más profundas. Esta opción se reafirma conociendo los cortes que atraviesan el NW de Cuba en los sitios 537 y 538 (Schlanger y otros, 1984) del Proyecto de Perforación de los Mares Profundos (DSDP).

Como se observa en la Fig. 10, allí se encontraron calizas de banco de aguas someras del Berriasiano al Valanginiano, intercaladas con sedimentos pelágicos, depositados sobre un promontorio del basamento granito-metamórfico. Otro hecho interesante es que en las calizas de aguas someras de los sitios 537 y 538 se encuentran algunos microfósiles planctónicos, tal como sucede con la FM. Guajaibón. Por lo tanto, es posible suponer que la secuencia sedimentaria a la que pertenecía la FM. Guajaibón se formara sobre un elevado del basamento cristalino quizás análogo a un knoll e independientemente de la secuencia de Remedios.

En conclusión, aunque la FM. Guajaibón se puede considerar un análogo litofacial de la FM. Palenque, esto no quiere decir que se hayan formado en una misma estructura paleogeológica, ni que pertenezca a la secuencia de Remedios.

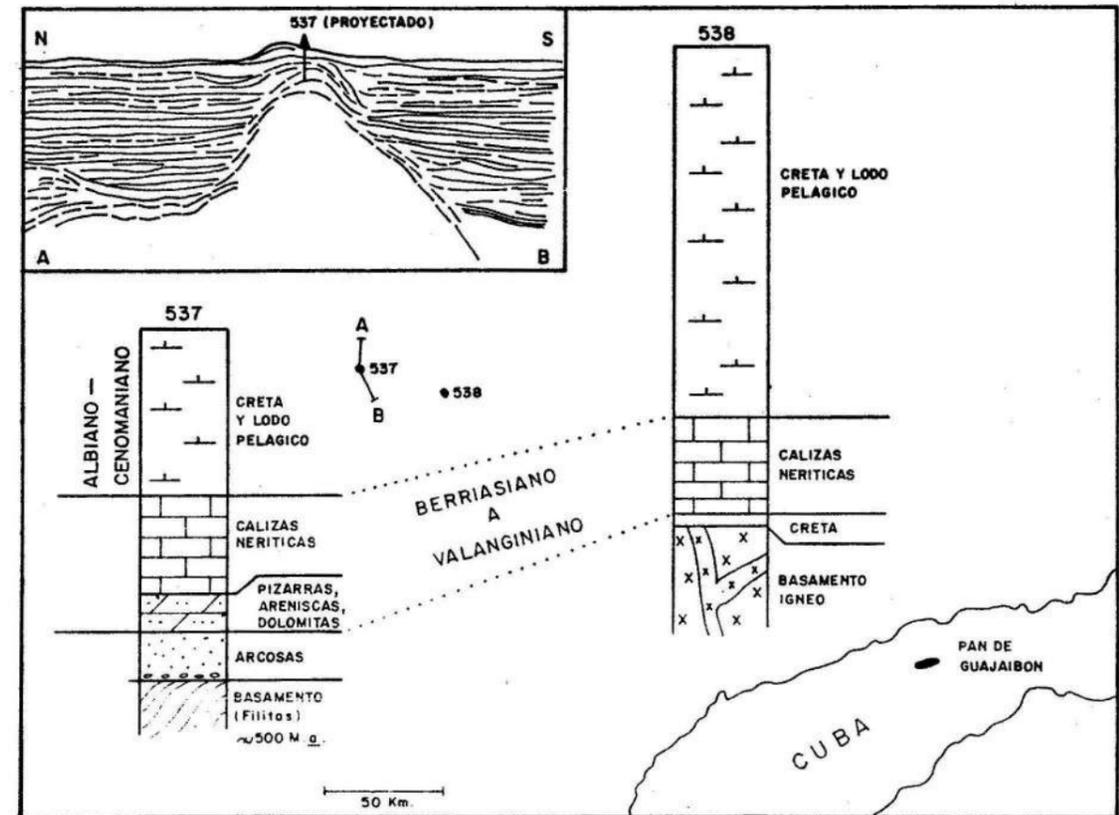


FIGURA 10. Columnas litológicas de los sondeos 537 y 538 y su localización al NW de Cuba occidental (modificado de Schlanger et al., 1984).

TABLA 1. Microfósiles de la Formación Palenque en el área tipo

Microfósiles	Muestras CVF							
	1	2	5	9	11	12	15	16
Foraminíferos								
<i>Nummoloculina heimi</i>	cf		cf				x	x
<i>Spiroplectamina</i> sp.							x	
<i>Valvulammina picardi</i>		x			x			
Algas								
<i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>	x	x	x	x	x	x		x
<i>Munieria?</i> sp.	x	x		x				x
"Incertae sedis"								
<i>Aeolisaccus</i> spp.	x	x	x	x		x		x

TABLA 2. Fósiles de la Formación Palenque en Sierra de Cubitas

Fósiles	Muestras									
	C4		C3						1217	
	68	75 A	85 B	90 A	123 B	633 B	J	K	L	M
Foraminíferos										
<i>Alveolinidae</i>	x			x						x
<i>Biconcava bentori</i>	?									
<i>Cuneolina pavonia</i>			x			x			x	
<i>Dictyoconus walnutensis</i>				x	x					
<i>Dicyclina schlumbergeri</i>			x			x				
<i>Nezzazata simplex</i>	x						x	sp		
<i>Nummoloculina heimi</i>	x	x	x	x	x	x	cf			?
Algas										
<i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>		x							x	x
<i>Rudistas</i>							x		x	

TABLA 3. Fósiles de la Formación Vilató en su localidad tipo

Fósiles	Muestras C3						
	1216		1217				
	X	Y	B	C	D	F	H
Foraminíferos							
<i>Alveolinidae</i>					x	x	x
<i>Biconcava bentori</i>			x				
<i>Cuneolina pavonia</i>			x	x	x	x	sp.
<i>Dicyclina schlumbergeri</i>			x			x	
<i>Hedbergella</i> sp.				x	x		
<i>Heterohelix</i> sp.				x			
<i>Minouxia</i> sp.		x					x
<i>Merlingina</i> sp.			x				x
<i>Moncharmontia apenninica</i>			x			x	
<i>Nezzazata</i> sp.	x					x	
<i>Nummoloculina heimi</i>	sp.	sp.	x			sp.	sp.
<i>Pfenderina</i> sp.			x			x	
<i>Praeglobotruncana</i> cf. <i>delrioensis</i>							
<i>Pseudonummoloculina</i> sp.						x	
<i>Spirolina</i> sp.						x	
<i>Valvulimmina picardi</i>						x	
Algas							
<i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>					x	x	x
"Incertae sedis"							
<i>Aeolisaccus</i>			x	x			
<i>Calciferúlidos (Pithonella ovalis, Pinthonella perlonga y Stomiosphaera sphaerica)</i>				x	x		
<i>Radiolarios (moldes)</i>	x	x		x	x		
<i>Rudistas</i>			x	x	x	x	

TABLA 4. Fósiles de las lomas del Purio, flanco oriental

Fósiles	Muestras CVF									
	38	38A	39A	39D	41	42	43	44	45	
<i>Ostrácodos</i>									x	
<i>Rudistas</i>	x	x			x	x	x			
<i>Gastrópodos</i>							x			
Algas										
<i>Foraminíferos orbitoidales:</i>					x				x	
<i>Orbitoides</i> sp.	x									
<i>Pseudorbitoides</i> sp.	x					x				
<i>Sulcoperculina</i> cf. <i>globosa</i>	x					x				
<i>Chubbina</i> sp.				x						
<i>Orbignyia inflata</i>				x					?	
<i>Accordiella conica</i>				x						
<i>Rhapydionina</i> sp.				x						
<i>Nummoloculina irregularis</i>				x						
<i>Moncharmontia apenninica</i>				x						
<i>Stensioina</i> sp.				x						
<i>Miliólidos</i>	x						x	x		
<i>Rotálidos</i>				x				x		
<i>Valvulínidos</i>				x		x		x		

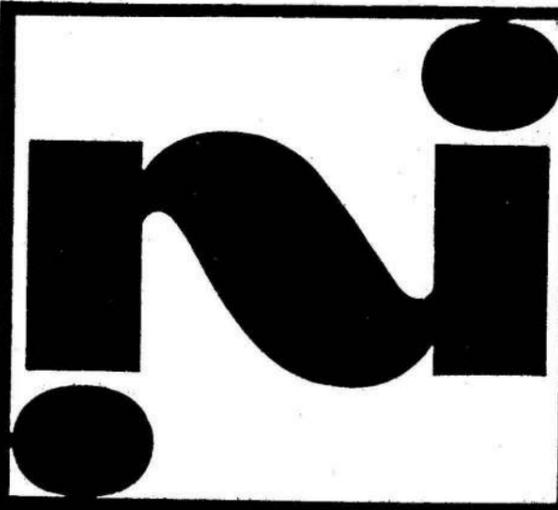
TABLA 5. Fósiles de la Formación Purlo en Sierra Cubitas

Fósiles	Muestras C3																	
	094	096	098	115	126	143	1216	1219	1220									
	B	A	B	B	B	E	F	K	L	M	N	N	O	P	G	H	I	M
Foraminíferos																		
<i>Accordiella conica</i>		x		x	x					sp.								
<i>Chubbina macgillivryi</i>			x		x			sp.	x	sp.	x							
Discorbidae				x				x	x		x							
<i>Minouxia</i> sp.				x	x													
<i>Nummoloculina robusta</i>					sp.			cf.	x	x	sp.			sp.	sp.			
<i>Orbitoides apiculata</i>	sp.						x											
<i>Pseudorbitoides trechmanni</i>		x												sp.	x	x		
<i>Rhapydionina liburnica</i>					x					x								sp.
<i>Rotalia skourensis</i>				x				sp.	x		x							
<i>Stomatorbina binkhorsti</i>									x									
<i>Sulcoperculina globosa</i>	x	sp.					x			x								
<i>Vaughanina cubensis</i>							x											
Algas																		
"Incertae sedis" (Aeolisaceus sp.)	x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rudistas																		
<i>Biradiolites mooretownensis</i>							x											

TABLA 6. Microfósiles de la Formación Guajaibón

Microfósiles	Secciones		
	I	II	III
Foraminíferos			
<i>Cuneolina pavonia</i>	sp.	cf.	
<i>Chysalidina gradata</i>			
<i>Dictyoconus walnutensis</i>			x
<i>Dicyclina shlumbergeri</i>		x	
Nezzazatidae			x
<i>Nummoloculina heimi</i>		x	x
<i>Rhapydionina dubia</i>		x	x
<i>Rhapydionina laurinesis</i>		x	x
<i>Orbitolina</i> sp.			x
<i>Pseudocyclammina sphaeroidea</i>			x
<i>Valvulammina picardi</i>		x	x
<i>Hedbergella</i> sp.		x	x
<i>Ticinella</i> sp.		x	x
Algas			
<i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>			
"Incertae sedis"			
<i>Aeolisaccus</i> spp.			x
Moluscos	x	x	x
Ostrácodos		x	x

¡PONGASE EN CONTACTO CON CUBANÍQUEL!

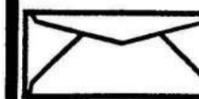


MÁS NÍQUEL
MÁS CERCA
DE USTED



7-8460

CUBANÍQUEL



P. O. BOX
6128

Oficina Central:
Calle 23 No. 55, Vedado,
La Habana, Cuba.

REFERENCIAS

1. BALL, M.; et al.: "Seismic Structure and Stratigraphy of Northern Edge of Bahamas-Cuban Collision Zone", A.A.P.G. Bull. 69 (8): 1275-1294, 1985.
2. BERMUDEZ P.: "Contribución al estudio del cenozoico cubano", *Memorias Soc. Cubana Hist. Nat. "F. Poey"*, XIX(#): 205-375, 1950.
3. ———: *Las formaciones geológicas de Cuba*, Min. Ind, ICRM, 1961.
4. DIAZ C. y M. ITURRALDE-VINENT: "Estratigrafía y Paleontología del banco carbonatado cretácico de Sierra de Cubitas, Camagüey" (inédito). Fondo Geológico Nacional, *resúmenes Primer Simposio de la S.C.G.*, p. 51, 1981.
5. DIAZ C. y G. FURRAZOLA-BERMEDEZ: Estudio bioestratigráfico y litofacial de la secuencia cretácica de la Zona Remedios, *informe final del tema de investigación 309.11*. Inst. Geol. y Paleont. A.C.C. 68 p., 5 anexos, 1984.
6. ———: Complejo fósil de los bancos carbonatados cretácicos de la zona de Remedios y sus implicaciones paleoecológicas, VI Conf. Latinoamericana del PICG, Belem, Brasil, 25 p., 23 láminas, 1988.
7. DUCLOZ C. y M. VUAGNAT: "A propos de l'age des serpentinites de Cuba": *Arch. Sci. Soc. Phys. Hist. Nat.*, Geneve, 15(2): 309-332, 1962.
8. FURRAZOLA, G. y otros: *Geología de Cuba*, Ed. Universitaria, La Habana, 1964.
9. GIEDT, N. y O. SCHOOLER: "Geology of the Sierra de Cubitas and Camaján hills" (inédito), Fondo Geológico Nacional, 1959.
10. GYARMATI, P.: *Las formaciones metamórficas de Cuba oriental. Contribución a la geología de Cuba oriental*, Ed. Cien.-Téc., pp. 90-98, 1983.
11. HATTEN, C. et al.: "Geology of central Cuba" (inédito), Fondo Geológico Nacional, 1958.
12. HERRERA, N.: "Contribución a la estratigrafía de la provincia de Pinar del Rio", *Rev. Soc. Cubana Ing.*, 61(1-12): 2-24, 1961.
13. ITURRALDE-VINENT, M. y otros: Geología del territorio de Ciego-Camagüey-Las Tunas. Resultados de las investigaciones y del levantamiento geológico a escala 1:250 000 (en prensa), Fondo Geológico Nacional, 1981.
14. ITURRALDE-VINENT y otros: Geología del territorio de Camagüey, Cuba Central, *resúmenes Primer Congreso Cubano de Geología*, La Habana, p. 101 (informe inédito), Fondo Geológico Nacional, 1987.
15. JAKUS, P.: *Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba oriental en contribución a la geología de Cuba oriental*, Edit. Cien.-Tecn., pp. 17-85, 1983.
16. KANTCHEV, I. y otros: Geología de la provincia de las Villas. Resultados de las investigaciones y del levantamiento geológico a escala 1:250 000 (en prensa), Fondo Geológico Nacional, 1978.
17. KHUDOLEY, K. y A. MEYERHOFF: "Paleogeography and Geological History of Greater Antilles", *G.S.A. Mem.*, 129: 1-199, 1971.
18. KONEV, P. y otros: "Criterios litológico-estratigráficos para la búsqueda de bauxitas en la provincia de Pinar del Rio". *Rev. La Minería en Cuba*, 5(4): 12-16, 1979.
19. MEYERHOFF A. and C. HATTEN: "Diapiric Structure in Central Cuba". *A.A.P.G. Mem.*, 8, 315-357, 1968.
20. ———: "Bahamas salient of North America: Tectonics Framework, Stratigraphy and Petroleum Potential", *A.A.P.G. Bull.*, 58 (6) pt. II of II: 1201-1239, 1974.
21. MOSSAKOVSKI, A. y J.F. DE ALBEAR: "Estructuras de cabalgamiento de Cuba occidental y norte e historia de su formación a la luz del estudio de los olistostromas y las molasas", *Cien. Tierra-Espacio*, 1: 3-32, 1979.
22. PSCZOLKOWSKI, S.: "Geosynclinal Sequences of the Cordillera de Guaniguanico in Western Cuba, their Lithostratigraphy, Facies Development and Paleogeography", *Acta Geol. Polonica*, 28(1): 1-96, 1978.
23. ———: "Cretaceous Sediments and Paleogeography in the Western Part of the Cuban Miogeosyncline", *Acta Geologica Polonica*, 32(1-2): 135-161, 1982.
24. PSCZOLKOWSKI, A. y otros: "Texto explicativo al mapa geológico escala 1:250 000 de la provincia de Pinar del Rio" (inédito), Fondo Geológico Nacional, 1975.
25. ———: *Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Rio*, Ed. Cien.-Téc., 1987.
26. SCHLANGER, W. et al.: "Geologic History of the Southeastern Gulf of Mexico", In: Buffler, R. and other: *Inil. Rept. DSDP*, v. LXXVII: 715-738, 1984.
27. SOMIN, P. y G. MILLAN: *Geología de los complejos metamórficos de Cuba* (en ruso), Moscú, Ed. Nauka, 1981.
28. TRUITT, P. y P. BRONNIMAN: "Geology of Pinar del Rio and Isla de Pinos, Cuba" (inédito). Fondo Geológico Nacional, 1956.

SISTEMA COMPUTARIZADO PARA EL CALCULO DE LAS FORTIFICACIONES DE LAS EXCAVACIONES MINERAS SUBTERRANEAS (S.C.C.F.S.)

Gilberto Sargentón R.*
Orlando López P.**

*Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.
**E.C.M. Holguín.

RESUMEN: Partiendo de las metodologías más avanzadas de cálculo de las fortificaciones subterráneas se elaboró un sistema computarizado "SCCFS", que permite calcular y proyectar diferentes tipos de fortificaciones. El mismo fue confeccionado en lenguaje Basic para el Sistema Operativo MS-DOS, para máquinas computadoras NEC-PC-9801 F y máquinas compatibles. En el manual del usuario se dan las especificaciones.

ABSTRACT: Starting from the most advances methods of calculo of the subterranean fortifications, a computerized system was elaborated "SCCFS", which permites to calculate and project different types of fortifications. This system was made in Basic language for the MS-DOS operating system, for NEC-PC- 9801F and compatible machines. The specifications have been provided in the user's manual.

La demanda creciente de materias primas para la industria metalúrgica, química y energética determina la necesidad de perfeccionar la técnica y la tecnología de extracción de los minerales útiles, y también la elaboración e introducción de nuevos medios para garantizar condiciones de trabajo seguras.

La fortificación de las excavaciones, tanto de preparación como de apertura, es una parte integrante de la tecnología destinada a crear condiciones seguras de trabajo en las empresas mineras.

Una de las características particulares de las excavaciones mineras (en especial las de preparación) es la necesidad de su sistemático laboreo en el proceso de explotación de los yacimientos.

La exigencia del sistemático laboreo de las excavaciones de preparación conlleva la necesidad de realizar, también en el proceso de explotación, la proyección sistemática de la tecnología de laboreo de las excavaciones y en particular la proyección del elemento constructivo fundamental de la excavación, es decir su fortificación. Sin embargo el nivel de proyección de la fortificación de las excavaciones mineras que existe en la actualidad basado en el "método de la analogía", según se plantea en la bibliografía especializada, implica un consumo excesivo de materiales en algunos casos y en otros una insuficiente resistencia de la fortificación con los consiguientes gastos de reparación y hasta la refortificación de las excavaciones.

A pesar de que este problema es actual, hoy en día no hay un método universal que permita el cálculo de la mayoría de las fortificaciones.

Ante esta situación las máquinas computadoras electrónicas abren grandes posibilidades ya que permi-

ten elevar la exactitud y disminuir la laboriosidad de los cálculos.

A partir de las metodologías más avanzadas para el cálculo de las fortificaciones se elaboró en el Departamento de Explotación de Yacimientos Minerales de la Facultad de Minería, ISMM, Moa, un sistema computarizado, el SCCFS (Sistema Computarizado para el Cálculo de las Fortificaciones Subterráneas) que en la actualidad permite calcular y proyectar diferentes tipos de fortificaciones de las excavaciones horizontales subterráneas.

El SCCFS (versión 1.0) confeccionado en el lenguaje BASIC sobre el sistema operativo MS-DOS para máquinas computadoras NEC-PC-9081F y máquinas compatibles, se basa en el nuevo concepto de ventanas, introducido en los sistemas computarizados de avanzada. Esto significa la utilización de la técnica de fraccionamiento de la pantalla que permite mostrar cierta información en una zona de esta sin interferir a las otras, a solicitud o no del usuario, lo que facilita la interacción hombre-máquina.

En el manual del usuario del SCCFS se especifican los datos iniciales que hay que introducir en la microcomputadora. Para realizar este primer paso, debido al alto grado de interacción hombre-máquina, se necesitan sólo habilidades elementales del usuario.

Como en la mayoría de las empresas mineras del país existen computadoras e inclusive en los municipios existen centros de cálculo, es factible aplicar el SCCFS en aquellas empresas que lo necesiten.

El esquema general de confección del pasaporte de fortificación de la obra subterránea se puede plantear de la siguiente forma: el proyectista (ingeniero o técnico en minas, el jefe de turno, el jefe de establecimiento o jefe de