

CALIZAS ROJIZO-VIOLÁCEAS CON GASTERÓPODOS EN LAS VULCANITAS CRETÁICAS DE SIERRA DE NAJASA, SUR DE CAMAGÜEY, CUBA CENTRO-ORIENTAL

REDDISH-VIOLEACEOUS LIMESTONE WITH GASTROPODS WITHIN THE CRETACEOUS VULCANITES AT SIERRA DE NAJASA, SOUTH OF CAMAGUEY, EASTERN-CENTRAL CUBA

 REINALDO ROJAS CONSUEGRA^{1*},  ENRIQUE C. PIÑERO PÉREZ²,  MARÍA VICTORIA PÉREZ PEÑA¹,
 SILVIA BLANCO BUSTAMANTE¹,  JOSÉ HERNÁNDEZ LEÓN¹

¹Centro de Investigación del Petróleo. CUPET-MINEM. Churruga No 481, Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. Correo-e: mvictoria@ceinpet.cupet.cu, jhleon@ceinpet.cupet.cu, sblanco@ceinpet.cupet.cu

²Empresa Geominera de Camagüey. MINEM. Empresa Geominera Camagüey. Carretera Central Este km 5 ½. Cuba. Correo-e: enriquepp@gmcmg.minem.cu

*Correspondencia: rojas@ceinpet.cupet.cu

RESUMEN: Se estudiaron las calizas rojas, gris rojizas a violáceas, arenosas y fosilíferas, relacionadas con las secuencias del complejo de arcos volcánicos cretácicos en la localidad de San Agustín, región de Sierra de Najasa, provincia de Camagüey. El área en cuestión está relativamente poco estudiada. El objetivo del trabajo es dar a conocer la caracterización detallada de las rocas fosilíferas colectadas, y llamar la atención sobre estas facies detríticas, calcáreas y siliciclásticas, asociadas a las cuencas sedimentarias desarrolladas durante la evolución del complejo de arcos volcánicos cretácicos. La revisión, muestreo de afloramientos, identificación de las texturas y los microfósiles bajo el microscopio, permitió el análisis más profundo de la asociación hallada, en particular rica en gasterópodos. La asociación microfósil, fundamentalmente foraminíferos, identificada en la caliza rojo-violácea arenosa (*grainstone* bioclástico - intraclástico arenoso), indica una edad de Cretácico temprano Albiano a Cretácico tardío Cenomaniano. No obstante, la presencia de gasterópodos acteonélidos es comparable a facies similares conocidas de la Formación Piragua (K₂^{t-cp}), localidad donde cubre discordantemente a la Formación Camujiro (K₂^{cm-co}). Sin embargo, la diversidad y la abundancia de gasterópodos (turritélidos, nerineidos, natícidos y otros) sugiere un depósito posiblemente más joven, tal vez, de edad Santoniano (?) a Campaniano. La presencia de bitumen en estilolitos, en una textura brechosa, procesos de piritización y oxidación por meteorización, que indujo el notable color rojo en estas litologías, denota una posible migración de fluidos de hidrocarburos a través de fallas, desde alguna roca madre situada en la profundidad, en esta la región de la Provincia Sur Petrolera Cubana.

Palabras clave: caliza rojo-violácea, fosilífera, secuencias volcánicas cretácicas, Sierra Najasa.

ABSTRACT: Red, reddish-gray to violet, sandy and fossiliferous limestones were studied, related to the sequences of the Cretaceous volcanic arc complex in the town of San Agustín, Sierra de Najasa region, province of Camagüey. The area in question is relatively little studied. The objective of the work is to present the detailed characterization of the fossiliferous rocks collected, and to draw attention to these detrital, calcareous and siliciclastic facies, associated with the sedimentary basins developed during the evolution of the Cretaceous volcanic arc complex. The review, sampling of outcrops, identification of textures and microfossils under the microscope, allowed for a more in-depth analysis of the association found, particularly rich in gastropods. The microfossil association, mainly foraminifera, identified in the sandy red-violet limestone (bioclastic grainstone - sandy intraclastic), indicates an age from early Cretaceous Albian to late Cretaceous

Recibido: 12/02/2024

Aceptado: 22/03/2024



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Cenomanian. However, the presence of acteonellid gastropods is comparable to similar facies known from the Piragua Formation (K_2^{t-cp}), a locality where it unconformably covers the Camujiro Formation (K_2^{cm-co}). However, the diversity and abundance of gastropods (turrilids, nerineids, naticids and others) suggests a possibly younger deposit, perhaps, of Santonian(?) to Campanian age. The presence of bitumen in styloliths, in a gapy texture, processes of pyritization and oxidation by weathering, which induced the notable red color in these lithologies, denotes a possible migration of hydrocarbon fluids through faults, from some parent rock located in the depth, in this region of the Cuban Southern Oil Province.

Keywords: reddish-violaceous limestone, fossiliferous, Cretaceous volcanic sequences, Sierra Najasa.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales dominios geológicos del substrato mesozoico, en gran parte del territorio cubano, está constituido por las rocas del complejo de arcos volcánicos cretácicos (CAVC), menos deformado en la región de Cuba centro-oriental (Kerr et al., 1999; Iturralde-Vinent, ed., 2019).

En los depósitos vulcanógeno - sedimentarios aparecen restos fósiles de distinta naturaleza. En las tobas y tufitas marinas hemipelágicas se encuentran ammonites, radiolarios, foraminíferos planctónicos e *incertae sedis*, desde el Cretácico temprano Aptiano hasta el Cretácico tardío Campaniano. En especial, los cuerpos de calizas y margas calcáreas de mar somero, que se intercalan entre las vulcanitas, contienen rudistas, gasterópodos, algas calcáreas, foraminíferos bentónicos, corales, equinodermos y vermes, además, restos de plantas, polen y esporas, e icnofósiles (Dilla y Díaz de Villalvilla, 1986; Furrázola-Bermúdez et al., 2003; Rojas-Consuegra et al., 1995; Rojas-Consuegra, 2004; 2005).

Los carbonatos en el CAVC, generalizados como calizas intravulcanógenas, grises a negras, han sido reflejados durante la cartografía a diferentes escalas. Así, estos cuerpos calcáreos aparecen fuera de escala en el mapa geológico regional (Belmustakov et al., 1981), también han sido cartografiados en detalle durante los levantamientos geológicos a escala 1:50 000 del territorio Ciego-Camagüey (Piñero et al., 1990) y de detalle (Piñero et al., 2015). No obstante, el área más meridional del territorio camagüeyano, aún no ha sido cubierta por la cartografía a escalas medias, por lo que la presencia y distribución de las facies carbonatadas en esta parte de la secuencia volcánica, no se conoce plenamente.

El objetivo del trabajo, es llamar la atención sobre las facies calcáreas y siliciclásticas asociadas, propias de las cuencas sedimentarias desarrolladas en relación con la evolución de los mencionados arcos volcánicos y en particular, dar a conocer la caracterización detallada de las rocas fosilíferas colectadas en la localidad de San Agustín, al SE del poblado Najasa, en la región centro-meridional de la provincia de Camagüey. Aquí la caliza se destaca por exhibir una coloración de rojo intenso, gris rojizo a rojo violáceo, lo cual está relacionado con procesos de mineralización específicos, ocurridos en esta zona en particular, en un contexto geológico poco conocido hasta el momento.

El área de rocas fosilíferas constituye una ligera elevación de 100-121 m de altitud, cuya cima está situada a 1,5 Km al SE de la antigua grúa cañera de San Agustín. Esta, junto a otras pequeñas elevaciones, forman una cadena con dirección general NW-SE, y se revela en el relieve a lo largo de unos 5 Km hacia el SE del sitio estudiado, con algunas desviaciones provocadas por las numerosas fallas que cortan el substrato volcánico. (Iturralde-Vinent, 2021).

La presente contribución aporta al aumento del conocimiento sobre la localidad fosilífera de San Agustín, en la hoja topográfica Najasa, por lo que representa un modesto apoyo a la cartografía del área, y en particular a la estratigrafía de la secuencia volcano-sedimentaria de la región.

Las trazas de hidrocarburos detectadas en las muestras, constituyen un indicio más para la exploración de este recurso en la llamada Provincia Sur Petrolera Cubana (PSPC). Este trabajo es una contribución al Proyecto 6506 "Caracterización tectono-estratigráfica de las cuencas al sur de Cuba", Ceinpet (2021-2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente análisis comprende muestras de roca fosilífera asociada a lavas meteorizadas, colectadas en un área del CAVC (Figuras 1 y 2), localizadas a unos tres kilómetros al SE del poblado de Najasa, parte meridional de la provincia de Camagüey.

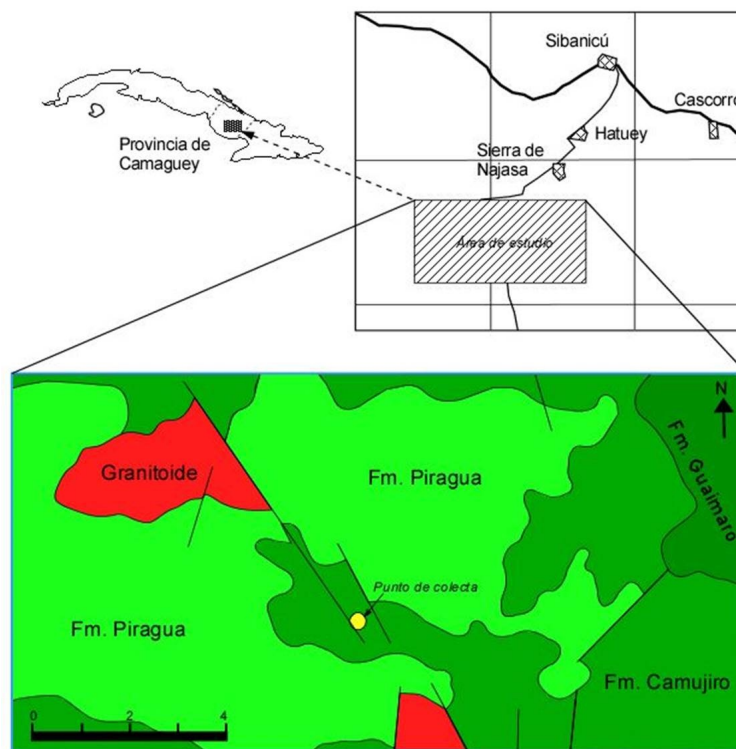


FIGURA 1. Mapa geológico esquemático según el mapa geológico de Cuba 1: 100 000 (IGP, 2010).

Contexto geológico

La localidad de colecta de las rocas fosilíferas se encuentra en pleno territorio del CAVC, donde están cartografiadas las formaciones geológicas Guáimaro, Camujiro y Piragua, las cuales se describen sintéticamente a continuación, según el Léxico Estratigráfico de Cuba (IGP, 2023).

Al este, la Formación Guáimaro (Tchounev et al., 1981), está constituida de lava, lavobrecha basáltica, traquiandesítica, traquibasáltica, andesítica, clastolava basáltica, con paquetes de rocas piroclásticas como toba aglomerática; entre las sedimentitas predominan conglomerado y caliza, de edad Cretácico temprano Albiano a Cretácico tardío Turoniano.

En el punto fosilífero aparecen las vulcanitas de la Formación Camujiro (Tchounev et al., 1981), la cual está representada por lavobrecha, lava, clastolava, toba, toba aglomerática de composición andesítica y andesito-basáltica, caliza arenosa y detríticas, de edad Cretácico tardío Cenomaniano-Coniaciano.



Fuente: Elaboración por el autor

FIGURA 2. Caliza rojo-violáceas, arenosa fosilífera, relacionada con una lava meteorizada. A- afloramiento de lava muy alterada, B- detalle de la lava, C- caliza rojo-violácea fosilífera, D- bloques de caliza algo karstificada, E y F- gasterópodos acteonélidos en la caliza arenosa, pardo-grisácea a rojo-violácea.

En los alrededores del área, exhibe una amplia extensión la Formación Piragua (Tchounev et al., 1981), integrada por brecha y conglomerado tobáceo, caliza biogénica, arenisca tobácea bien estratificada, tufita y toba con intercalaciones de lentes de caliza en la parte inferior, y una secuencia media-superior bien estratificada de toba vitroclástica, vitrocrystaloclastica, cristaloclastica, litoclastica y tufita; y sus lavas, andesítica, andesítico-basáltica, andesito-dacítica, de edad Cretácico tardío Turoniano-Campaniano.

Durante las observaciones de campo previas, se hicieron algunas fotografías de las dos principales litologías afloradas en el área de colecta (Figuras 2 y 3). Se documentó al detalle en gabinete una muestra fosilífera mediante observación macroscópica, con la ayuda de lupa de mano (10x y 21x). Fue posible hacer varias fotografías a los ejemplares de gasterópodos expuestos en la superficie, con cámara digital Nikon y usando la lupa de mano, para la ampliación de las imágenes de los ejemplares observados (Figura 4).



FIGURA 3. Caliza gris-rojiza a pardo oscuro, rica en conchas recristalizadas de los gasterópodos de diferentes especies (rasgos blanquecinos), embebidas en matriz arenosa polimíctica

Estudios de gabinete

Mediante el estudio de las secciones delgadas realizadas (12 unidades), se logró la determinación y descripción de las microfacies, siguiendo la clasificación textural de **Dunham (1962)**. 12 Bajo el microscopio petrográfico, de luz transmitida, y con la ayuda de cámara acoplada se tomaron macrofotos, con y sin nicoles cruzados, utilizando los aumentos más apropiados a cada caso (**Figuras 5 y 6**).

Se hicieron observaciones sobre los microfósiles en las secciones o láminas delgadas, con la identificación de especies de foraminíferos y otros invertebrados, con lo que se obtuvieron los datos sobre la edad más probable de las facies estudiadas (**Figura 6**).

RESULTADOS

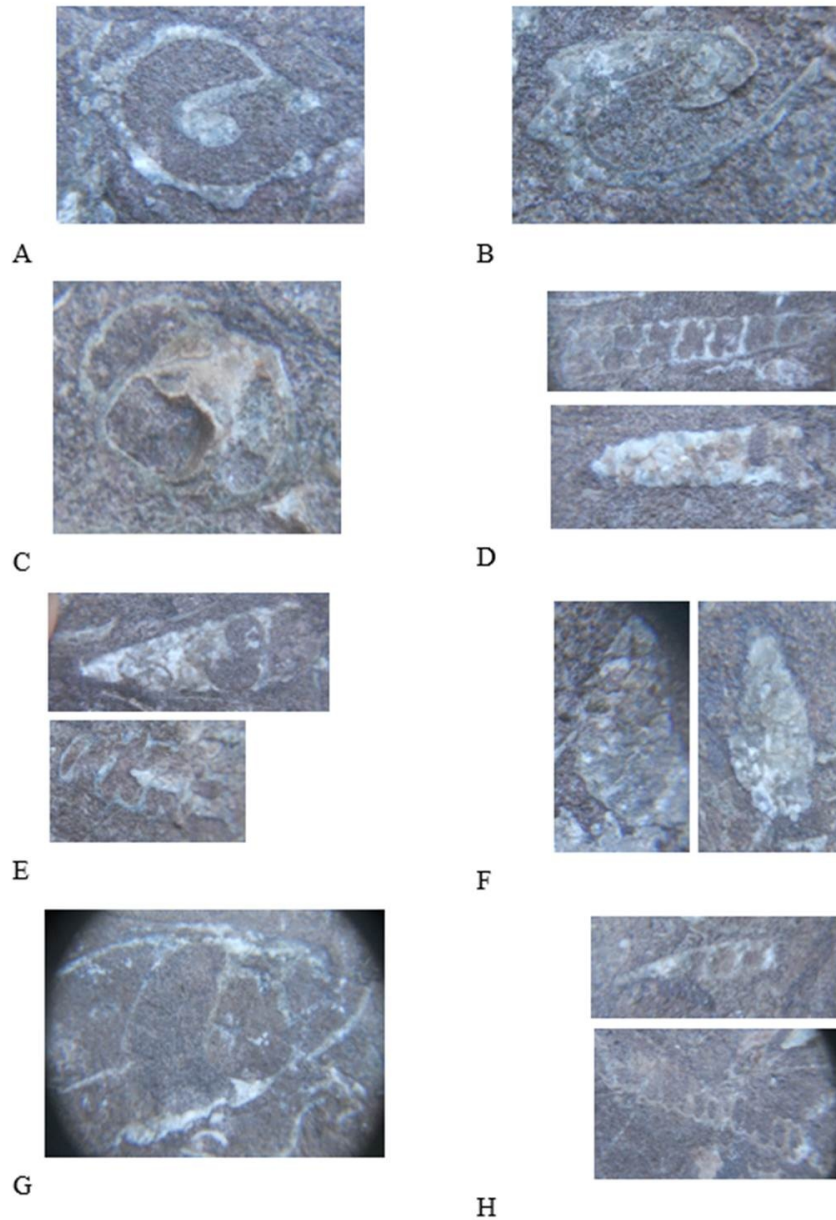
A continuación, se brinda la descripción de la roca estudiada analizada en detalle, de forma macroscópica y también bajo el microscopio (**Figuras 2 - 4**).

Rasgos sedimentológicos

Capas con acteonélidos. En afloramiento, se observó una facies con gasterópodos, con predominio de los acteonélidos (**Figura 2**). Aquí se aprecia una estratificación poco definida, con aspecto masivo en capas gruesas, y con cierta laminación interna. Además de los gasterópodos, aparecen fragmentos grandes de otras conchas, incluidos bivalvos, y donde son comunes las radiolas de equinoideos, orientadas paralelas a los planos de la deposición detrítica arenosa.

En general, la muestra tiene una forma de lengüeta vista en planta, algo redondeada en su extremo más fino, unas dimensiones de aproximadamente 16 cm de largo máximo, por 13 de ancho y unos siete de grosor mayor (**Figuras 3 y 4**). La sección transversal es lenticular, con su parte inferior cóncava hacia abajo; irregular, más abierta en la parte distal, el extremo más estrecho. Esta muestra por su morfología y algunos rasgos sedimentarios de ordenamiento interno, recuerda un relleno de canal en un medio acuoso de un fondo arenoso.

Según la observación macroscópica, se trata de una caliza arenosa, con abundante detrito vulcanomíctica, y su denominación de campo alternativa, puede ser de arenisca algo calcárea, vulcanomíctica a polimíctica, de grano grueso a medio. La roca es fosilífera, rica en moluscos gasterópodos y otros restos. En partes, aparece grano más fino comparable a limolita polimíctica. Destaca por su coloración pardo oscuro, rojiza hasta violácea.



Fuente: Elaboración por el autor

FIGURA 4. Fotos de la diversidad de gasterópodos contenidos en la muestra estudiada. A (12 mm) y B - Taxoregistro 1, C - Taxoregistro 2, D - Taxoregistro 3 (24 mm, arriba y 12 mm, debajo), E - Taxoregistro 4 (18 mm, arriba), F - Taxoregistro 5 (10 mm, ambos), G - Taxoregistro 6 (34 mm), H - Taxoregistro 7 (10 mm, arriba; 20 mm, debajo).

Se nota una cierta estratificación y laminación imperfecta, formada por al menos tres capas más o menos irregulares, distinguibles entre sí por cambios ligeros de tonos en la coloración y cambios granulométricos también suaves.

Esta capa a techo pasa a unos milímetros de arenisca de grano fino o limolita, homogénea, de color más oscuro, con cierta laminación no clara; contiene escasos biodetritos y algunos litoclastos más redondeados. Esta capa parece mineralizada por óxido de hierro; tal vez, por acción de algún proceso ligero de mineralización y alterada a consecuencia de la hipergénesis sufrida.

Capa inferior: caliza arenosa, de grano grueso a medio (o arenisca polimíctica), con abundantes bioclastos. Tiene unos 3 cm en su punto más grueso, se afina irregular- y lateralmente, hasta desaparecer en la mitad de la muestra, y forma de parche por debajo de la capa media, que la cubre. En general, el grano va de grueso a medio, es rica en abundantes bioclastos (detritos calcáreos gruesos), casi grano grava (*rudstone*). Se clasifica por su textura como un *grainstone-rudstone*, muy arenoso, bioclástico.

Capa media: caliza arenosa, de grano medio a fino, compacta, más homogénea, con escasos bioclastos. Posee unos 3 cm como espesor visible mayor, es irregular, pero constituye el cuerpo principal de la muestra. El grano se ve seleccionado, con cierta laminación paralela, solo denotada por la orientación de las partículas alargadas, en forma de escasos y pequeños biodetritos en la matriz de arenisca, más bien fina. Se clasifica por su textura como *grainstone* arenoso, bioclástico.

Capa superior: caliza arenosa, de grano grueso a medio, con abundantes bioclastos grandes. Se asemeja a la inferior, con el grano ligeramente más fino, cercano a la capa media, pero rica en bioclastos y biodetritos grandes. Se observan otros posibles flujos, en forma de lóbulos irregulares, pero se describe en su conjunto. Es clasificada como un *grainstone-rudstone*, arenoso, bioclástico.

Rasgos tafonómicos

En las capas con acteonélidos en afloramientos (Figura 2), la sedimentación parece haber tenido un carácter episódico, con mayor arrastre de conchas completas, y su acumulación, en algunos niveles, con orientación paralela de los ejes. Ello sugiere un transporte por rodamiento en un flujo unidireccional de baja energía; comparable a las demás capas descritas en el área. Las conchas presentan alguna recristalización y solo la cavidad más estrecha de la vuelta central interior, en algunos casos, aparece vacía.

Respecto a la muestra estudiada en detalle (Figura 3), en la capa inferior no se observa una selección clara de los biodetritos, ni por el grano, ni por la morfología de los bioclastos o partículas calcáreas, distribuidas irregularmente dentro del grano medio, que es más litoclástico y vulcanomíctico.

En ella, se observan algunas conchas de gasterópodos pequeños, y aparecen algunas conchas globosas, mezcladas. También existen valvas sueltas de moluscos pelecípodos, y tal vez, fragmentos alargados de paredes de los propios gasterópodos más grandes.

Se nota cierta orientación de los fragmentos alargados (bioclastos) de forma tangencial hasta transversal al eje del flujo deducido; al parecer, producto de un arrastre suave por rodamiento y desplazamiento sobre el fondo arenoso, donde quedaban escorados contra pequeños obstáculos. Estos rasgos señalan procesos actuantes de baja energía hidrodinámica en el fondo marino.

En la capa media, en general, se observan (6 ejemplares) conchas finas, alargadas, aisladas, pero bien orientadas paralelas al eje del flujo. La capa parece marcar la estratificación del depósito, irregular, con paso neto a la capa infrayacente y también a la suprayacente, denotándose cierta erosión, sin una clara gradación del detrito. Esto da forma al molde del paleocanal que semejan estas calizas arenosas.

Esta capa deduce como formada bajo un flujo tractivo unidireccional, con transporte laminar de los materiales bien seleccionados, por rodamiento en camadas finas sobre el fondo arenoso, no consolidado.

La capa superior se parece a la inferior, con el grano ligeramente más fino, cercano a la capa media, pero rica en bioclastos (conchas) y fragmentos menores; contiene las cochas de gasterópodos mayores y más completas. Se observan restos, tal vez de otros flujos, en forma de lóbulos irregulares, pero se describe en su conjunto. Se nota predominio de conchas con sus ejes largos paralelos o cuasiparalelos al flujo (5-7 ejemplares).

En el nivel situado a techo, en una escasa área, y en la parte central de esta capa superior, están situadas las conchas grandes, algo globosas (4 ejemplares), orientadas, con sus ejes largos tangenciales a transversales respecto a la dirección general del flujo; al parecer estas conchas quedaron varadas, dada su morfología. Las conchas medidas son relativamente pequeñas y varían en tamaños de 8-9 mm hasta 30-33 mm (Tabla 1).

TABLA 1. Tamaño de las conchas (longitud, mm) y para las globulares (diámetro, mm)

Conchas cónicas	Conchas ovaladas/cilíndricas	Conchas globulares
30	33	12
18	23	10
16	22	9
12	16	-
4 ejemplares	7	4

Las conchas, en parte, contienen un relleno ligeramente diferente a la matriz de la capa donde están acumuladas, de grano más fino. También hay leves cambios en los tonos entre esos materiales, lo que parece confirmar cambios no solo en granulometría, sino además en composición. En algunos casos, existe arenisca más polimíctica como parte del relleno, e incluso con minerales más frescos, que en la matriz.

Lo anterior señala, con toda probabilidad, la ocurrencia de procesos de resedimentación de las conchas; es decir la acción de procesos de arrastre desde otro medio vecino, donde ocurriría la acumulación inicial, y posteriormente, una erosión del fondo. El transporte debió ser corto y de escasa duración e intensidad, dada la buena preservación de las entidades resedimentadas.

Aunque existen algunos fragmentos aislados de conchas, en general estas se presentan bien preservadas, sin marcadas huellas de erosión o pulimento. En general, predomina el relleno completo de las conchas (4A-H). Se observan algunas partes de las conchas muy recristalizadas, con textura esparítica, posiblemente por recrecimiento de calcita en espacios de las cámaras vacías (4D y F). Solo se ha identificado una posible estructura geopetal (4C), donde en una cámara, el relleno ocuparía la parte baja, y la calcita, la parte superior previamente.

En general, los gasterópodos observados (Figura 4), parecen corresponder a turritélidos (taxoregistros B y H, 4 ejemplares), nerineidos (taxoregistros E-F, 4 ejemplares), natícidos (taxoregistro C), y otros morfotipos, tal vez, pertenecientes a familias distintas (A, B y G). En las fotos de afloramientos, entre los gasterópodos abundan los acteonélidos (Figura 2). Hay que destacar que, los gasterópodos pertenecientes a las tres primeras familias listadas, son comunes en las rocas de la región, pero de edad Santoniano (?) a Campaniano-Maastrichtiano.

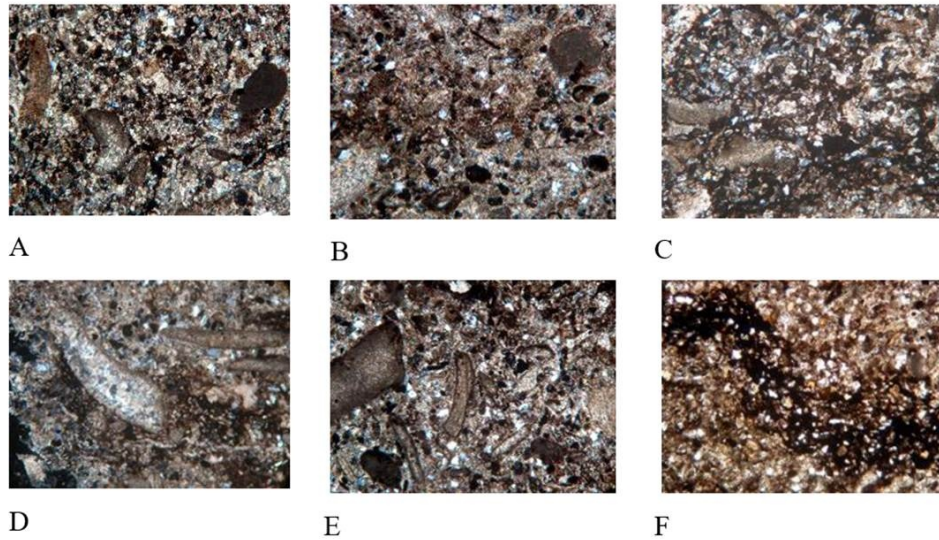
Microfacies

El estudio de láminas delgadas bajo el microscopio de luz polarizada ofreció las características de las microfacies determinadas (Figuras 5 y 6).

Litofacies

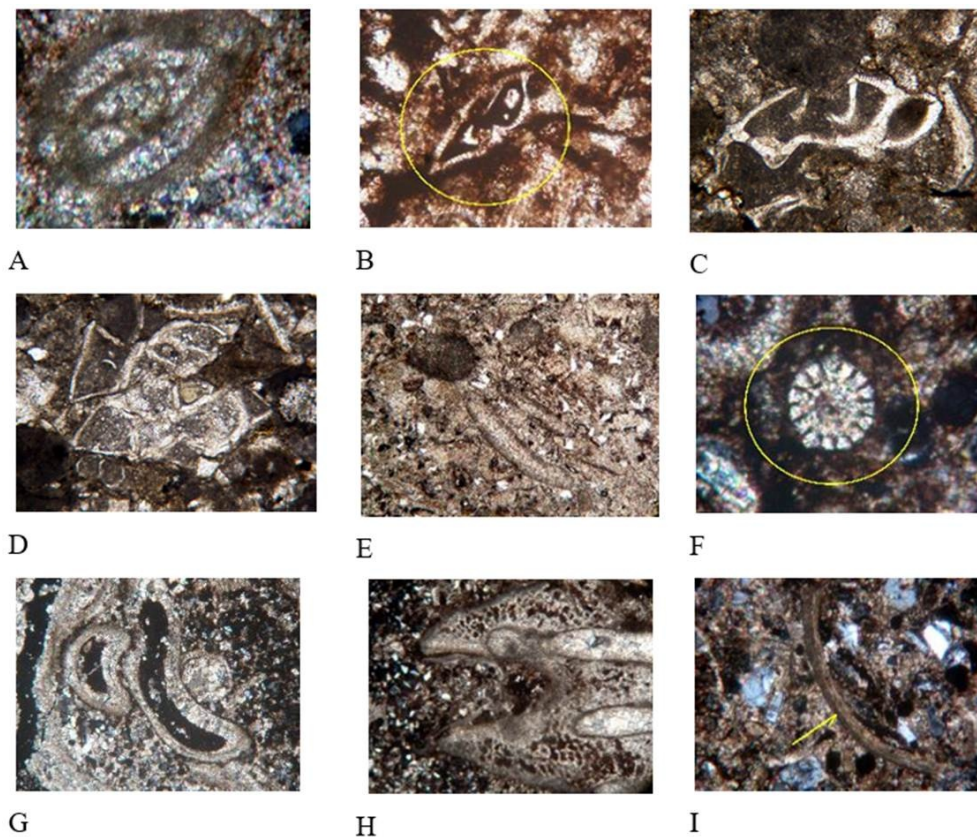
En este caso la litofacies fue determinada como *grainstone* bioclástico-intraclástico, arenoso (biosparita, no seleccionada, arenosa). Contiene abundantes bioclastos grandes (algas calcáreas, macrofósiles diversos y otros organismos, algunos parcialmente silicificados); escasos intraclastos grandes, dispersos (*mudstone* calcáreo) en cemento microesparítico.

Presenta abundante fracción arenosa muy fina-media de cuarzo, plagioclasas (oligoclasa), ortosa, efusivos muy peltizados (basalto afríco, espilita), pedernal calcedónico y opalino. También fragmentos fosfatizados, carbonatizados por venillas y parches de calcita espática, parcialmente piritizado e impregnados de minerales ferruginosos oxidados. En algunos sectores están microbrechados y presentan estilolitos, con fuerte impregnación de bitumen (Figura 5).



Fuente: Elaboración por el autor

FIGURA 5. Texturas de las facies de grainstone determinada (40x, Nx). A, B y D -abundante fracción arenosa muy fina-media de cuarzo, plagioclasas; ortosa, efusivos, pedernal calcedónico y opalino; A, B y E -escasos intraclastos grandes, dispersos en cemento esparítico. C, D y E -bioclastos grandes, algunos parcialmente silicificados; F- impregnación por bitumen.



Fuente: Elaboración por el autor

FIGURA 6. Microfósiles identificados en la muestra. A -miliólide (100x, Nx), B- foraminífero bentónico pequeño (Rotaliidae) (200x, PPL), C- ?Globotruncanidae, D, E -algas calcáreas (40x, PPL), F- radiola de equinodermo (100x, Nx), G y H -tubos de serpúlido (40x, Nx), I -molusco (40x, Nx).

Biofacies

En la asociación microfósil de esta biofacies aparecen los foraminíferos, donde se identificaron: *Pithonella sphaerica*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Muricohedbergella* sp., *Whiteinella* sp. (en fragmentos), Textulariidae, Miliolidae y otros foraminíferos bentónicos pequeños (Rotaliidae), además dinoquistes. Esta asociación microfósil indica una edad más probable de Albiano a Cenomaniano.

Sobre los microfósiles surgió una duda, pues entre los foraminíferos planctónicos apareció un ejemplar, al parecer de morfotipo globular, que tanto por su pared y la distribución de las cámaras, parece diferir de los del Cretácico, y pudiera ser afín a los cenozoicos (*Globigerinoides* sp.). La toma de nuevo material es necesario para resolver esta aparente incongruencia; pero que apoya la edad del Cretácico más del tardío.

Los bioclastos de invertebrados observados en lámina delgada corresponden a equinodermos, gasterópodos, bivalvos, vermes, algas calcáreas y moldes recristalizados no identificados (Figura 6).

DISCUSIÓN

En base a los resultados presentados, se deduce el paleoambiente en que ocurriría la acumulación de la asociación fosilífera estudiada:

- La secuencia en la capa inferior, según sus dos niveles granulométricos distinguidos, puede reconocerse como granodecreciente, producto de un episodio turbidítico de ligera a baja energía, con arrastre de detritos calcáreos desde un medio más somero.
- Se destaca que, visto en planta, la superficie superior es de fábrica trenzada, con aspecto lentiforme, como ocurriría en flujos suaves, de escurrimiento; todo lo cual sugiere arrastre por corrientes unidireccionales en un fondo de bajo gradiente de pendiente, con influencia posiblemente deltaica, o quizás de talud distal hacia la cuenca, en el borde de un biostroma o microplataforma local, asociado a un relieve volcánico emergido.
- No se descarta, que los microfósiles identificados en el *grainstone*, correspondan a entidades en estado mecánico de reelaboradas (Fernández López, 2000), erosionadas desde una secuencia volcanógeno-sedimentaria más antigua.
- Hay que tomar en cuenta, que la localidad muestreada está muy cercana y rodeada de las lavas de la unidad Camujiro, y, por tanto, las calizas arenosas, polimícticas (con textura de *grainstone*), pueden corresponder a relictos erosivos de la unidad que cubre discordantemente, la Formación Piragua; pero donde esta facies fosilífera pudiera corresponder a una etapa de nivel alto del mar en la cuenca volcánica, en el lapso Santoniano(?) - Campaniano.
- Las litofacies y biofacies estudiadas, con abundancia de gasterópodos diversos, habitantes de un medio poco profundo de relativa baja energía hidráulica, indica la existencia de una cuenca restringida o laguna marina, en relación con el aporte de un relieve costero poco pronunciado de las tierras volcánicas emergidas.

En concordancia con este paleoambiente deducido, en esta región ya fueron descritos medios transicionales con facies supramareales, intermareales y submareales someras (Rojas-Consuegra, 2001); que demuestran la existencia de las tierras temporalmente emergidas en el dominio volcánico.

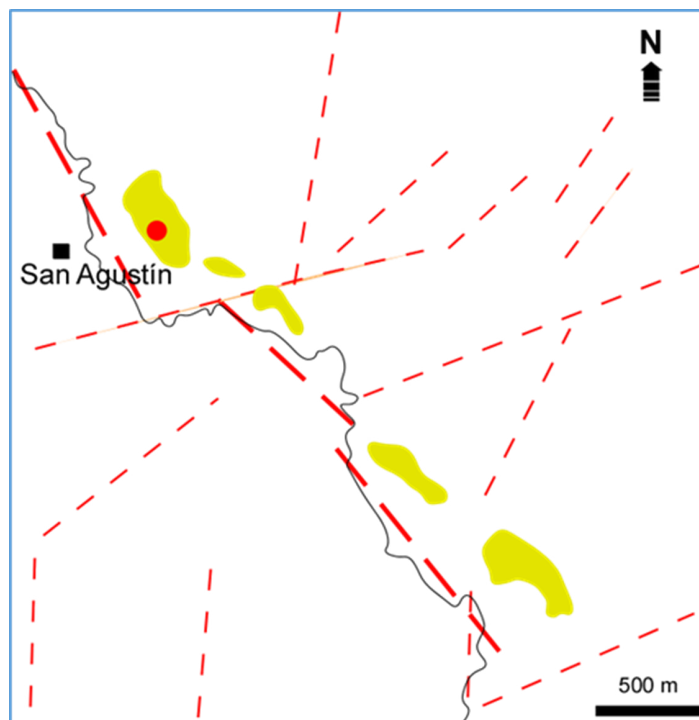
Trazas de hidrocarburos

Resulta, en particular interesante, la presencia en la principal muestra estudiada, de brechamiento y estilolitos impregnados en hidrocarburos (Figura 6G), ya que se trata de facies originadas en una cuenca sedimentaria asociada al CAVC. Este hecho sugiere, la existencia de sedimentos ricos en materia orgánica en el pasado en la región y su enterramiento profundo. O en cambio y más plausible, la ocurrencia de una dismigración por fallas de los hidrocarburos desde las profundidades, y que habrían sido generados, por alguna roca madre allí enterrada, pero aún desconocida en la PSPC.

La escasa silicificación y la ausencia de otros minerales hidrotermal-metasomáticos, no justifican la influencia posible de las intrusiones del propio magmatismo en el CAVC extinto, sobre estos carbonatos intravolcánicos.

La coloración parda, rojiza acentuada a violácea, de estas calizas puede relacionarse con la combinación de factores distintos y específicos, tales como:

- la composición vulcanomítica rica en minerales ferrosos de estos carbonatos lagunares, con posterior hidratación y oxidación intensa, - la textura detrítica (arenosa y laminar) facilitaría la impregnación por hidrocarburos mineralizantes, asociados a la circulación de fluidos ácidos (ricos en CO₂), y como posible consecuencia, la formación de sulfuros finos (pirita) en la matriz,
- y finalmente, tendría lugar una meteorización de larga duración de la secuencia, en condiciones de hipergénesis tropical; a partir de la emersión regional, ocurrida desde el Maastrichtiano o el Eoceno (entre unos 66 a 45 millones de años atrás).



Fuente: Elaboración por el autor

FIGURA 7. Las calizas rojizo-violáceas (punto rojo - localidad de muestreo) están asociadas a una alineación morfológica NW-SE (moteado en amarillo limón), con una notable disección del relieve dada por numerosas fallas. Líneas discontinuas rojas - fallas supuestas, línea negra - cauce del arroyo, barra negra - 500 m.

Como puede comprobarse (Figura 7), las ligeras elevaciones de rumbo NW-SE, que ocupa la caliza roja-violácea, muestran notables desplazamientos de sus ejes, expresados en la disección del relieve, dada por la presencia de sistemas de fallas de varias direcciones. También el patrón de la red fluvial refleja la estructura compleja del substrato geológico del área. Estos elementos estructurales, conjugados con los procesos de modelado del paisaje, han influido en el plano erosivo actual del área, expresado además en la distribución de las formaciones geológicas presentes.

La traza general del cauce del río principal y la orientación de las colinas con caliza rojo-violáceas, ambas con dirección NW-SE, claramente paralelas y relacionadas, revelan esta falla como una estructura disyuntiva importante en el CAVC de la zona (Figura 7). La manifestación de esta ruptura permite suponerla, como posible vía de circulación de los fluidos mineralizantes (hidrocarburos y elementos acompañantes), que influyeron en la litogénesis e hipergénesis de las calizas rojizas y sus variedades.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis realizado contribuyen a ampliar el conocimiento sobre los carbonatos en el CAVC y a su cartografía en la región de Sierra de Najasa, aún poco estudiada. La presencia de hidrocarburos en estilolitos, en una textura brechosa, procesos de piritización y oxidación por meteorización, que indujo el color rojo y tono acompañantes, en estas rocas, apunta a una posible migración de fluidos de hidrocarburos a través de fallas, desde alguna roca madre situada en profundidad en esta región.

La coloración roja, rojiza a violácea de las calizas intravolcánicas resultó, probablemente, de la combinación de varios factores, a saber, su textura, composición, circulación e impregnación de fluidos (hidrocarburos), mineralización, litogénesis, e hipergénesis tropical, oxidante, de larga duración.

La asociación microfósil (fundamentalmente foraminíferos) identificada en la caliza arenosa (*grainstone* bioclástico - intraclástico arenoso), indica una edad de Albiano a Cenomaniano. No obstante, la presencia de gasterópodos acteonélidos es comparable a facies similares conocidas en la cantera de Los Pitos en Loma Caballero, donde la Formación Piragua cubre discordantemente a la Formación Camujiro. Sin embargo, la diversidad y la abundancia de gasterópodos (turritélidos, nerineidos, naticidos y otros), sugiere un depósito posiblemente más joven, de edad Santoniano(?) - Campaniano, donde son comunes en el CAVC los litosomas bioconstruidos por organismos bentónicos.

AGRADECIMIENTOS

Las gracias a los revisores del Ceinpet del manuscrito inicial: Dr. C. Manuel E. Pardo Echarte y Dra. C. Olga Castro Castiñeira. Agradecemos a la Esp. Dinorah Karell Arrechea del CNDIG del IGP por su convocatoria y apoyo para la publicación en la revista Geoinformativa.

REFERENCIAS

- Belmustakov, E.; Dimitriva, E.; Ganev, M.; Haydutow, I.; Kostadinov, I.; Ianev, S.; Ianeva, J.; Kojumdjieva, E.; Eoshujarova, E.; Popov, N.; Shopov, V.; Tcholakov, P.; Tchounev, D.; Tzankov, T.; Cabrera, R.; Díaz, C.; Iturralde, M.; Roque, F. (1981): *Geología del territorio Ciego-Camagüey-Las Tunas. Resultado de las investigaciones y levantamiento geológico, escala 1: 250 000*. Cuba: Ministerio de Energía y Minas
- Dilla, M. & Díaz de Villalvilla, L. (1986): Sobre la edad de algunas vulcanitas de las provincias camagüeyanas. *Serie Geológica CIDP*. 2. 91-103.

- Dunham, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to the depositional texture, in Hamp, W.E. (ed.), Classification of Carbonate rocks. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*. 1. 108-121.
- Fernández López, S. (2000): *Temas de Tafonomía*. Universidad Complutense de Madrid. España. 167 pp.
- Furrazola-Bermúdez, G., Díaz-Otero, C., Rojas-Consuegra, R., García Delgado, D. (2003): *Generalización bioestratigráfica de las formaciones volcano-sedimentarias del arco volcánico cretácico y su cobertura, en Cuba central*. Instituto de Geología y Paleontología. Centro Nacional de Información Geológica (CD-Rom).
- Instituto de Geología y Paleontología - IGP (2023): *Léxico Estratigráfico de Cuba*. Instituto de Geología y Paleontología / Servicio Geológico de Cuba (IGP/SGC). La Habana. versión digital.
- Iturralde-Vinent, M. A. (ed.) (2021): *Geología de Cuba y del Caribe*. La Habana. Editorial CITMATEL (CD-Rom).
- Kerr, A. C., Iturralde-Vinent, M. A., Saunders, A. D., Babbs, T. L. & Tarney, J. (1999): A new plate tectonic model of the Caribbean. Implications from a geochemical reconnaissance of Cuban Mesozoic volcanic rocks. *Geological Society of America Bulletin*. 111 (11). 1581-1599.
- Piñero, E.; Rojas, R., Núñez, K., Nápoles, A., Pérez, F., Marí, T., Muller, H., García, G., Iturralde-Vinent, M. (1990): *Informe final sobre los resultados del levantamiento geológico complejo y las búsquedas acompañantes a escala 1:50 000 del polígono CAME-III, Camagüey, Sectores Ciego de Ávila-Vertientes*. Cuba: Ministerio de Energía y Minas.
- Piñero Pérez, E., Yurievna Mishekurina, E., & Donet Carrillo, P. (2015): Resultados de la exploración complementaria del cuerpo mineral asociado a la veta El Limón Nuevo del sistema vetítico Jacinto. *Anuario de la Sociedad Cubana de Geología*. 2. 3-12.
- Rojas-Consuegra, R. (2001): *Secuencias de ambientes transicionales en el Arco Volcánico en Cuba* [sesión de conferencia]. IV Congreso Cubano de Geología y Minería: La Habana. Cuba.
- Rojas-Consuegra, R. (2004): *Los Rudistas de Cuba: Estratigrafía, Tafonomía, Paleoecología y Paleobiogeografía*. [Tesis de doctorado no publicada, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría"].
- Rojas-Consuegra, R. (2005): *Estratigrafía, tafonomía y paleoecología de los rudistas en el territorio cubano* [sesión de conferencia]. I Convención sobre Ciencias de La Tierra. GEOCIENCIA' 2005: La Habana. Cuba.
- Tchounev, T., 1981, en: Belmustakov, E.; Dimitriva, E.; Ganev, M.; Haydutov, I.; Kostadinov, I.; Ianev, S.; Ianeva, J.; Kojumdjieva, E.; Eoshujarova, E.; Popov, N.; Shopov, V.; Tcholakov, P.; Tchounev, D.; Tzankov, T.; Cabrera, R.; Díaz, C.; Iturralde, M.; Roque, F. (1981): *Geología del territorio Ciego-Camagüey-Las Tunas. Resultado de las investigaciones y levantamiento geológico, escala 1: 250 000*. Cuba: Ministerio de Energía y Minas.

Reinaldo Rojas Consuegra. Ingeniero Geólogo por la Universidad Estatal de Azerbaiyán, ex-URRS (1986). Máster en Geología por la UPR (1999) y Doctor en Ciencias Geológicas (CUJAE, 2004). Trabajó en el levantamiento geológico 50 mil en la Empresa de Geología, Camagüey, Minem. Fue durante 26 años Investigador - Curador de Paleontología en el Museo Nacional de Historia Natural y Vicedirector científico y su Director general (2007-2014). Es Investigador Titular en el Centro de Investigación del Petróleo. Ha sido profesor de Postgrados y ha realizado varias tutorías, así como trabajos científicos en Paleontología, Registro fósil de Cuba, Geología Regional y Colección Científica y Patrimonio. Es autor o coautor de numerosas comunicaciones y publicaciones, entre ellos cinco capítulos de libros. Tiene amplia participación en eventos nacionales e internacionales, y estancias de trabajo en varios países. Ha estado vinculado a la Investigaciones sistemáticas sobre límite Cretácico-Paleógeno, con colaboradores de Japón,

México, España, desde 1996, siendo responsable de varios proyectos internacionales y bilaterales. Por varios años ha sido Secretario y Presidente del Comité Científico del "Congreso Cubano de Geología, SCG". Actualmente es miembro de los Grupos de Expertos de los Programas de Geología y de Exploración de Hidrocarburos del Minem y Vicepresidente de la Comisión Nacional del Léxico Estratigráfico. Es miembro del Consejo Científico del Ceinpet; Presidente del Tribunal de Categorización para Investigador Agregado y Aspirantes. Es miembro de varios Comités Editoriales y de Arbitraje. Ha recibido varios reconocimientos por su labor investigativa (ACC, Citma, AMA, Mincult, Minem, SCG), entre ellos Premios ACC (1997, 2005), Distinción Medalla "40 aniversario de la Sociedad Cubana de Geología" y la Orden "Carlos Juan Finlay" (2021) del Consejo de Estado.