

CONCLUSIONES

1. Los hongos de zinolita evidencian tres niveles diferentes de los mares del pleistoceno por encima del nivel actual del mar, indicando tres recurrencias marinas para la región Camarioca-Canímar.
2. Los hongos en su formación han pasado por estadios subfreáticos y subaéreos, que les han causado una morfología característica: umbella y talus, y una estructura zonada: zinolita-1, zinolita-2, agregados aciculares y colada estalagmítica (depósito subaéreo).
3. Las distintas inundaciones freáticas están marcadas por sus depósitos subfreáticos: zinolita-1 (primera inundación), zinolita-2 (segunda inundación), agregados aciculares y cortinas freáticas (tercera inundación). Como depósito subaéreo está la colada estalagmítica.
4. Sin el auxilio de las dataciones radiométricas se asume que con cada inundación se sedimentaron las formaciones Vedado (últimas capas), Versalles y Jaimanitas, respectivamente.
5. La regresión marina de finales del pleistoceno superior fue muy rápida, lo que causó la súbita interrupción del crecimiento de las cortinas freáticas y de los fungiformes; además, favoreció el surgimiento de las galerías más profundas de la región y de la terraza más baja de la formación Jaimanitas, ambas anegadas en la actualidad. Igual sucede con las cavernas

bahamenses conocidas como Lucayas, en la isla de Gran Bahama.

6. Los hongos se formaron en el período pleistocénico, partiendo del pleistoceno inferior y no más allá del pleistoceno superior temprano. No se incluye la colada estalagmítica holocénica que sólo complica su aspecto exterior.

BIBLIOGRAFÍA

1. VIÑA, N.; A. GRAÑA y E. VENTO: «Hongos de zinolita», *Cuevas de Cuba*, pp. 83-89, Editorial Oriente, Santiago de Cuba, 1980.
2. MARTÍNEZ, J.: «Estudio de un espeleothema denominado molduras de calcita en la caverna El Quinto, Matanzas», revista *Espelunca*, Año 1, (1): 34-37, Ciudad de La Habana, enero, 1995.
3. ———: «Zinoacrosmitas. Reporte de un caso singular de estalagmita», 1997 (inédito).
4. VIÑA, N. y A. GRAÑA: «Contribución al estudio de las formaciones secundarias subfreáticas», *Cuevas de Cuba*, pp. 107-117, Editorial Oriente, Santiago de Cuba, 1980.
5. MILOVSKI, A. y O. KÓNONOV: *Mineralogía*, 320 pp., Editorial Mir, Moscú, URSS, 1988.
6. NUÑEZ, A.: «Las formaciones fungiformes y su importancia para conocer las fluctuaciones del mar», *VI Congreso Internacional de Espeleología*, pp. 519-527, Olomouc, Checoslovaquia, 1973.
7. LUNDBERG, J. and D.C. FORD: «Late Pleistocene sea level change in the Bahamas from mass spectrometric U-series dating of submerged speleothem», *Quaternary Science Reviews*, 13: 1-14, Editorial Pergamon, 1994.

Rasgos petrológicos y sedimentológicos del relleno sedimentario eocénico de la cuenca Vertientes, Cuba centro-meridional

Reinaldo Rojas Consuegra*
Kenya Núñez Cambra**

*Museo Nacional de Historia Natural.
**Instituto de Geología y Paleontología.

RESUMEN: El presente trabajo contiene la caracterización de los sedimentos flyschoides eocénicos que rellenan la cuenca Vertientes, situada en la parte centro-meridional de la provincia de Camagüey. Se brindan los resultados del estudio de las características petrológicas y geoquímicas de los sedimentos. Mediante el análisis secuencial y de la ciclicidad de las asociaciones de facies y secuencias de facies, se revelan los rasgos típicos de una turbidita.

La secuencia de facies de la turbidita Vertientes (Tvs) comienza con un estrato basal de ruditas-areniscas, transicionando a lutitas arenoso-limosas (predominantes en la sucesión estratigráfica general), y finaliza con un estrato poco potente, de pelitas calcáreas, que constituye una secuencia grano-decreciente positiva, todo lo cual es comparable a la clásica secuencia de Bouma.

El análisis secuencial revela cinco secuencias principales para la sección estratigráfica estudiada, mediante el sondeo Pe-4 y la interpretación de las diagráfias, que muestran coincidencia de las electrofacies con las litofacies establecidas en los testigos y en los afloramientos. Cada secuencia principal está compuesta por secuencias menores (de 3-5 unidades), y estas, a su vez, por varias secuencias elementales.

El estudio de la ciclicidad revela: 5 ciclos de 2do orden (con potencias de 50-80 m); ciclos de 3er orden (10-30 m) y numerosos ciclos de 4to orden (<1-10 m).

El mapa facial (no cuantitativo) de la parte septentrional de la cuenca muestra un patrón de distribución areal de las facies, comparable morfológicamente con los abanicos submarinos formados por corrientes de turbidez.

Utilizando el conjunto de la información obtenida sobre las Tvs y de la constitución geológica del área, se establece el modelo paleoambiental de la región, donde se muestra el desarrollo de la Fm. Vertientes, en los ambientes de talud y hemipelágico; mientras que los carbonatos (Fm. Florida, isocrona) se originan en el ambiente de plataforma somera. La denudación de las rocas del arco volcánico y su cobertura sedimentaria constituyen la fuente de aporte.

Los resultados obtenidos pueden ser utilizados en la correlación estratigráfica con otras regiones del territorio cubano y el Caribe.

ABSTRACT: This paper content the description of the flyschoids eocenic sediments that refill the Vertientes basin, located on the central southern part of the Camagüey province. The results of sediments petrological and geochemical characteristics are given. By means of the sequential analysis and the cyclicity of the facies association and facies sequences, the more tipic aspects of a turbidite are shown.

The facies sequence of the Vertientes turbidite (Tvs) starts with a basal layer of rudits-sandstones, transitional to sandy and silt-lutites (predominants in the general stratigraphic sequence) and finish with thin layers of calcareous pelites, been a positive growing-grain sequence, all similar to the classic Bouma sequence.

The secuencial analysis reveals five mainly sequences for the stratigraphical section studied using the Pe-4 drill, and the diagraphics interpretation, that shows coincidence of the electrofacies with the established litofacies on the cores and the outcrops. Every main sequence is compound by smaller sequence (3 to 5 units) and this at their time by some elemental sequence.

The cyclicity study shows: 5 cycles of second order (with 50-80 m thick) cycles of third order (10-30 m).

The not quantitative facial map of the northern part of the basin shows a patron of facial areal distribution morphologically comparable with the submarin cone deposits builded up by muddy currents.

Using all the ensemble information obtained from the Tvs and of geological constitution of the area the paleoenviromental region model is given, where it's demonstrated the development of the Vertientes Formation in the talus and hemipelagic environment, while the carbonates (Florida Formation, isochron) is created on the shallow platform environment. The volcanic arch rock denudation and the sedimentary covering constitute the source of sediments. The results can be used on the stratigraphic correlation with others regions on the Cuban territory and the Caribbean.

INTRODUCCIÓN

Durante el levantamiento geológico 1:50 000 (Piñero y otros, 1990) fue estudiada, de acuerdo con la escala de trabajo, la cuenca sedimentaria Vertientes, situada en la parte centro-meridional de la provincia de Camagüey, que corresponde a las unidades litoestratigráficas Vertientes (P₂) y Florida. Los sedimentos turbidíticos eocénicos que componen el relleno de la cuenca Vertientes (Tvs), se caracterizan por presentar una asociación de facies de ruditas-arenitas, lutitas y pelitas. Hacia los bordes de la cuenca se sitúan los carbonatos someros de plataforma de la Fm. Florida.

La cuenca Vertientes por su situación durante la evolución geológica de la región formó parte de las cuencas superpuestas o piggy-back (Iturralde-Vinent, 1994). Esta cuenca se encuentra situada sobre las rocas del arco volcánico cretácico, representado por las formaciones Camujiro y Piragua e intrusivos, además de su cobertura campaniano-mastrichtiana, formaciones Durán y presa Jimaguayú (Piñero y otros, 1990).

Un gran volumen de información contenida en la documentación de cientos de sondeos de distintas profundidades, así como de los afloramientos, ha sido reevaluada con el objetivo de estudiar las características de los sedimentos que rellenan esta cuenca, en su porción septentrional, correspondiente a su área de distribución en las hojas topográficas Vertientes (4579-I) y parcialmente El

CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA

Productos Informativos y Servicios

- Búsqueda bibliográfica sobre información geológica almacenada en nuestro Centro.
- Confección de paquetes informativos de temáticas definidas de la especialidad que usted solicite.
- Traducciones de los idiomas Inglés y Ruso al Español y viceversa.
- Reproducción de documentos: fotocopias y copias en portadores magnéticos.
- Venta de productos informativos, libros, folletos, informes, mapas y otros.
- Se ofrece asistencia técnica en organización y dirección del trabajo, así como entrenamientos y elevación de la calificación en la actividad de información científica y sus sistemas automatizados.
- Edición de publicaciones científicas.

Estos productos informativos y servicios le conceden al usuario una valiosa e importante información geológica sobre trabajos publicados y no publicados de documentos nacionales y extranjeros que se encuentran en nuestro Instituto.

El procesamiento y traducción de la información, que ofrecemos, se lleva a cabo por un personal de experiencia y altamente calificado en el campo de la información científica y geológica.

Vía Blanca s/n ent. Línea de Ferrocarril y Carretera Central, Ciudad de La Habana, Cuba.
CP 11000 Teléf. 55 7232, 55 7079 Fax: (537) 3 3871 Télex: 51 1325, 51 1558

Chorro (4579-IV). Los datos primarios están tomados de la documentación de campo, los resultados de laboratorios, así como de la información obtenida de las diagráfiás realizadas en el sondeo Pe-4 (x: 368 700; y: 282 100) de 353,65 m de profundidad.

RASGOS PETROLÓGICOS

Rocas clásticas

En la Tabla 3 se resumen las principales variedades litológicas, descritas a través de secciones delgadas, de numerosas muestras de los sedimentos tanto siliciclásticos como carbonatados de la Fm. Vertientes. La composición mineralógica y litoclástica de estos sedimentos se brindan en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Predominan, respecto al volumen general de sedimentos de la unidad, las lutitas, le siguen las ruditas,

preponderando las areniscas, y las pelitas calcáreas y tufitas escasas.

Composición lítica y mineralógica

Como se muestra en la Tabla 1, la composición lítica de los sedimentos siliciclásticos y carbonatados de la Fm. Vertientes, está formada por clastos volcánicos: vulcanitas en general, andesitas, dacitas y tobas cineríticas. También son comunes los clastos de rocas intrusivas: granitoides indeterminados, granito-granodioritas y fragmentos félsicos. Además, son abundantes los fragmentos y clastos de rocas de alteración hidrotermal-metazomáticas, representadas por las variedades más resistentes: cuarcitas, rocas silicificadas, carbonatas, cloritizadas, etcétera.

Entre los carbonatos predominan los clastos de calizas cretácicas y bioclastos, representados por abundantes microfósiles de varios grupos.

TABLA 1. Composición lítica de los sedimentos de la formación Vertientes

Muestras	1 v	2 v	3 v	4 v	5 v	6 p	7 p	8 c	9 t	10 t	11 t	12 t	13 s	14 tf	15 tf	16 cl	17 cl	18 cl
Litoclastos:																		
Volcánicos																		
Andesita	x				x			x										
Dacita		x		x														
Toba-cinerítica			x	x	x					x	x						x	
Vulcanitas indet.	x	x		x	x	x			x	x	x			x	x	x	x	x
Intrusivos																		
Granito-granodiorita								x					x					x
Granitoide indet.				x	x		x					x						
Frag. félsicos					x							x	x					
De alteración																x	x	
Cuarcita	x	x																
Silicific., carbonat., argilit., clorit.	x	x	x	x		x	x		x	x		x				x		
Carbonatos																		
Caliza	x	x				x	x											
Bioclastos (microfósiles)	x	x				x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x

Leyenda: v - Arenisca vulcanomictica; p - A. polimictica; c - A. calcárea; t - A. tobácea; tf - Tufita y cl - Caliza.

La composición mineralógica (Tabla 2) de los sedimentos de la Fm. Vertientes es variada, con predominio del cuarzo y las plagioclasas, también son abundantes los anfíboles; hay, además, biotita y ortoclasa. Están

presentes otros minerales como apatito, esfena, epidota y magnetita.

Entre los minerales secundarios son comunes clorita, zeolita, glauconita, minerales arcillosos y óxidos e hidróxidos de hierro.

TABLA 2. Composición mineralógica de los sedimentos de la formación Vertientes

Muestras	1 v	2 v	3 v	4 v	5 v	6 p	7 p	8 c	9 t	10 t	11 t	12 t	13 s	14 tf	15 tf	16 cl	17 cl	18 cl
Minerales:																		
Plagioclasa	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Cuarzo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Ortoclasa								x										x
Biotita								x										x
Feldespato					x							x	x					
Anfíboles										x		x			x	x		
Apatito												x			x			
Esfena						x												
Epidota								x			x							x
Magnetita	x									x								x
Clorita								x							x	x		x
Zeolita					x							x			x			
Glauconita										x								x
Mineral. arcill.														x	x	x		
Mineral. metálic.								x			x							x
Óxidos de Fe			x		x	x	x											

Leyenda: v - Arenisca vulcanomictica; p - A. polimictica; c - A. calcárea; t - A. tobácea; tf - Tufita y cl - Caliza.

Características petrológicas

Areniscas y lutitas: tiene textura masiva generalmente y a veces estratificada. Estructura psamítica, psefítica, aleurítica, desde fina hasta gruesa y transicionales, en ocasiones heterofragmentarias. Material clástico desde 25-30 % hasta 80-85 %, de granos subredondeados a subangulosos. Material sedimentario de un 10-15 % hasta 70-75 %. Cemento generalmente basal y de poro, formado por calcita criticristalina, microesparítica, pelítica y a veces recristalizada, en por cientos variables; en ocasiones el cemento es argilítico; otras, zeolitizado. Es abundante la presencia de materiales arcillosos hacia las lutitas menos arenosas.

Pelitas: textura masiva generalmente, con estructuras variables órgano-detritica, bioesparítica-detritica, organógena y aleuropsamítica. Posee 10-25 % de material terrígeno y 70-90 % de material calcáreo. Abundantes moldes de microorganismos y escasa clorita, glauconita y materiales arcillosos.

Tufitas: estratificadas finamente con estructuras aleurítica, organógena y cinerítica. Tiene 10-15 % de cristales de cuarzo y plagioclasas; 40-45 % de moldes de radiolarios, foraminíferos, etcétera, carbonatizados. 30-40 % masa cinerítica débilmente carbonatizada. En otras muestras existe 90-95 % de material volcánico y 5-10 % de material sedimentario, con cemento de minerales secundarios como zeolita, clorita y abundante material cinerítico.

Variedades litológicas

La Fm. Vertientes presenta una amplia gama de variedades litológicas (Tabla 3) determinada por las condiciones ambientales donde ocurrió la sedimentación y los mecanismos de aporte y deposición de los sedimentos. También tuvo un importante papel la naturaleza geológica de la fuente de aporte.

TABLA 3. Variedades litológicas de los sedimentos de la Fm. Vertientes

Ruditas (areniscas, gravellitas y conglomerado)	Pelitas
Vulcanomictica	Biodetritica
Polimictica	Biógena
Tobácea	Biomicríticas
Subarcosa	Detriticas
Lutitas	Tufitas
Vulcanomictica	
Oligomictica	

Procesos litogenéticos

Los principales procesos litogenéticos que tuvieron lugar en la cuenca fueron la compactación, la cementación y débil recristalización de los carbonatos.

Es conocido que los sedimentos lutíticos y pelíticos sufren grandes reducciones de sus volúmenes (hasta del

50 a 75 %) durante la diagénesis. Tomando en cuenta el hecho de que los sedimentos predominantes en el relleno de la cuenca estudiada son de esa composición, se puede deducir un gran déficit en el volumen actual del relleno. Si consideramos que el espesor total de la Fm. Vertientes en el área ha sido estimado, mediante métodos geofísicos, como de aproximadamente 1 000 m, entonces se calcula que la reducción por compactación del relleno ha sido del orden de los 500 m o más.

La cementación desempeñó un rol destacado en la consolidación y litificación de las ruditas, mediante el cementado de los granos y clastos por carbonatado.

La presencia de glauconita en algunas muestras indica la ocurrencia de procesos diagenéticos en condiciones marinas someras.

Rocas carbonatadas

Los carbonatos en el área se pueden dividir en carbonatos de aguas relativamente profundas, donde se sitúan los ya descritos dentro de las pelitas, y los carbonatos someros de plataforma carbonatada. Estos últimos representan a la Fm. Florida, constituida por rudstone y grainstones predominantemente. En algunas localidades se conoce la presencia de bafflestones y bindstones. También, hacia la transición con la Fm. Vertientes, aparecen packstones y wackestones, quizá de aguas menos someras (Figura 7).

Estas litologías presentan aproximadamente una composición clásica y mineralógica como la Fm. Vertientes, aunque es abundante la existencia de clastos de calizas antiguas de la destrucción de la Fm. Jimaguayú de edad K₂^m, junto a fragmentos de rocas volcánicas, de dimensiones macroscópicas.

En general, los carbonatos de la Fm. Florida representan menos del 20 % del área total de la cuenca. Se distribuyen hacia sus bordes, casi siempre descansando discordantemente sobre el substrato geológico cretácico formado por las vulcanitas del arco y su cobertura.

Rocas silíceas

Las rocas silíceas puras son escasas en la cuenca, aunque se conocen formando lentes y capas finas en algunas zonas de desarrollo de la formación. En el área aparecen rocas muy ricas en sílice constituidas por la acumulación de conchas de radiolarios, pero en general aparecen mezclados con carbonatos y minerales arcillosos.

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

El muestreo litogeoquímico y análisis espectral realizado a los sedimentos cortados por el sondeo estructu-

ral Pe-4, mostró la existencia de varios elementos químicos: Ag, Co, Cu, Ni y Zn en las 17 muestras, así como de Ba y Pb, en algunas de ellas. Estos resultados se utilizaron para realizar la caracterización geoquímica de los sedimentos de la Fm. Vertientes y como apoyo al análisis de la evolución de la cuenca.

El comportamiento de los elementos químicos determinados se describe a continuación, como muestran los gráficos de las Figuras 1; 2; 3 y la Tabla 4.

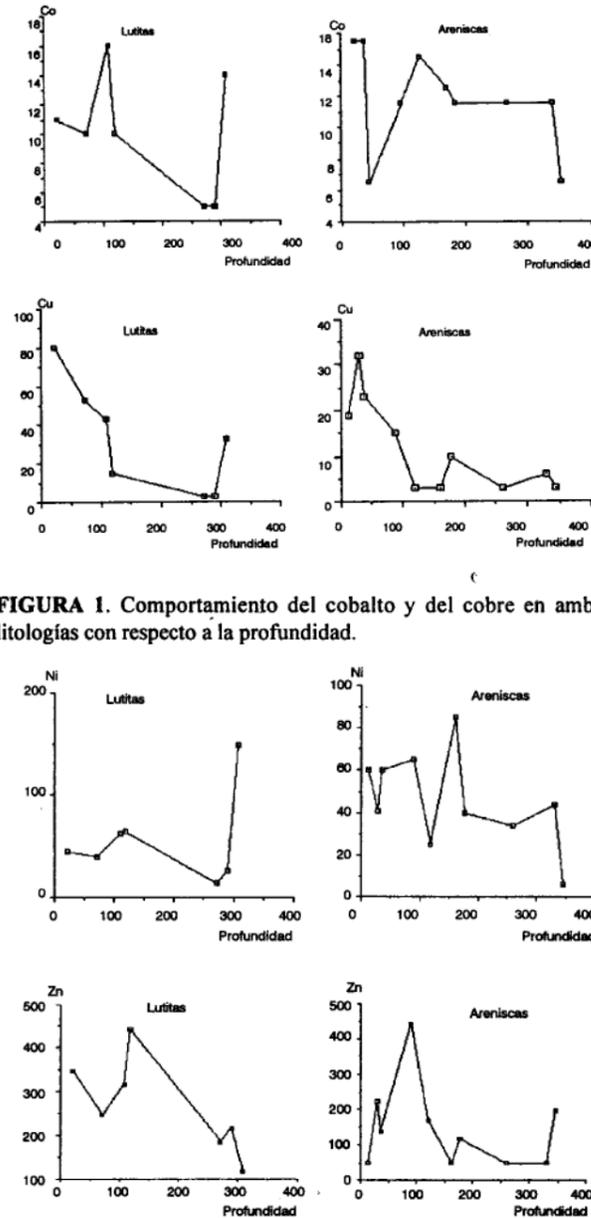


FIGURA 1. Comportamiento del cobalto y del cobre en ambas litologías con respecto a la profundidad.

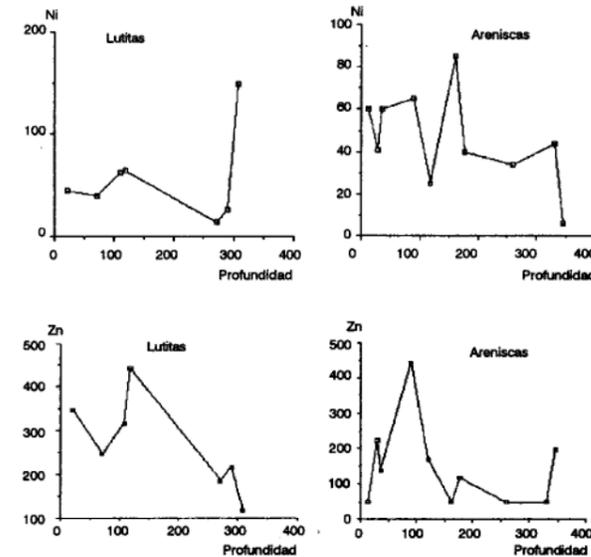


FIGURA 2. Comportamiento del níquel y el zinc respecto a la profundidad en ambas litologías.

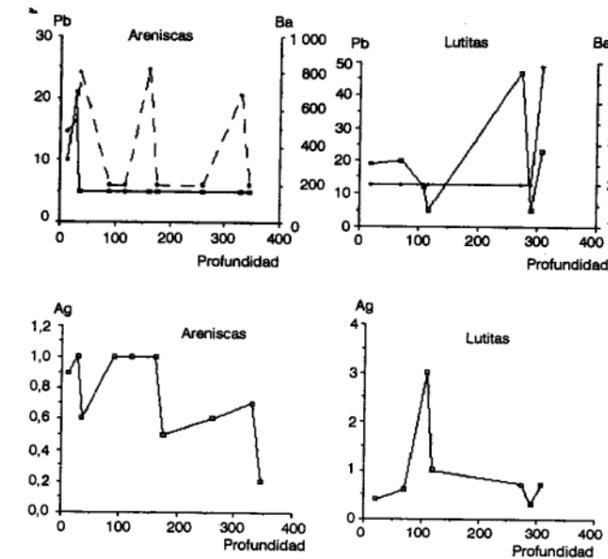


FIGURA 3. Comportamiento del bario, el plomo y la plata en las litologías analizadas respecto a la profundidad.

TABLA 4. Comportamiento de los elementos en relación con la litología y la profundidad

Elemento	Arenisca / Lutita	(-) Profundidad (+)
Cu	<	←
Zn	<	↔
Co	≡	←
Ag	≡	↔
Ni	≡	←
Ba	>	n
Pb	<	n

Co

El cobalto tiene valores muy cercanos en las dos litologías. Se nota un ligero aumento hacia la superficie.

Cu

El cobre es ligeramente más alto en las lutitas, pero tiene la misma tendencia en las dos litologías. Se observa una tendencia al aumento hacia la superficie, sobre todo a partir de los 100 m.

Ni

El níquel presenta similares valores en ambas litologías. Se observa la misma tendencia al aumento hacia la superficie.

Zn

El zinc es algo más abundante en las lutitas que en las areniscas. Parece haber una ligera tendencia al aumento hacia la superficie, sobre todo a partir de los 200 m.

Pb

El plomo es más abundante en las lutitas, mientras que en las areniscas está casi ausente. Esta regularidad puede estar relacionada con la mayor potencialidad de los minerales arcillosos a concentrar el uranio, así como a otros minerales radioactivos.

Ba

El bario está ligeramente incrementado en las areniscas, lo que puede deberse a la presencia de clastos y granos procedentes de las áreas con desarrollo de las rocas de alteración hidrotermal-metazonáticas, las cuales son muy abundantes en la región. No tiene relación con la profundidad, sino que está controlado por la existencia de areniscas enriquecidas o no con rocas mineralizas.

Ag

La plata se comporta casi de forma similar en las dos litologías. En las areniscas se nota un aumento hacia la superficie, lo que es más tenue en las lutitas.

El aumento de los contenidos de los elementos (Cu, Zn y Pb) hacia la superficie se puede deber al predominio hacia arriba en el corte de las lutitas, como se evidencia en el análisis secuencial.

El transporte de los sedimentos por el acarreo de las aguas ocurre de cuatro modos principales: disolución, coloides, suspensión y rodamiento. En forma de coloides y de suspensiones mecánicas se trasladan el Fe, Mn, P y los elementos minoritarios como: U, Cr, Ni, Co, Cu y otros. Algunos de estos elementos llegan a la cuenca también como clastos e inclusiones, relacionadas con el transporte por rodamiento y arastre, a través del fondo, de los minerales arcillosos, lutitas y areniscas (Strajov, 1962).

Por otro lado, entre los 10 metales más abundantes en las cuencas (océanos, mares, golfos y ríos), tanto en disolución como en suspensión, están: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, Pb, Cd y Hg. Además, las grandes acumulaciones de Mn-Fe en los océanos tienen la siguiente composición: Mn - 20; Fe - 16; Co - 0,33; Ni - 0,6; Cu - 0,35; Pb - 0,35-0,2; Zn - 0,08-0,4 y Ag - 0,0003. En cuanto al origen de los elementos-inclusiones (Cu, Co, Ni y otros), las investigaciones muestran que su concentración se debe, principalmente, a la sorción desde las aguas del océano. Además, estos elementos se pueden haber acumulado por la muerte de grandes masas de organismos marinos y las reacciones oxidación-reducción en el océano. También puede tener influencia la actividad de las bacterias desulfatadoras (Smirnov, 1982).

Los resultados obtenidos en el presente estudio están acordes con los criterios teóricos anteriormente enunciados.

DESARROLLO DE LA CUENCA Y AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN

La cuenca Vertientes se desarrolló como una cuenca de *piggy-back*, sobre el arco volcánico extinto y su cobertura sedimentaria. Esta situación le imprime particulares características a los sedimentos que conformaron su relleno, las cuales se describen a continuación, y que sirven de base para la interpretación del ambiente de deposición y, en general, de la paleogeografía eocénica.

Asociación de facies

Los sedimentos turbidíticos que componen el relleno de la cuenca Vertientes (Tvs), se caracterizan por presentar una asociación de facies de ruditas-arenitas, lutitas y pelitas. Estos componentes litológicos forman una secuencia de facies o secuencia elemental granodecreciente o positiva, típica de una turbidita, comparable a la clásica secuencia de Bouma (1962). Es característica la presencia de bitúmenes (restos de plantas carbonizadas) entre los sedimentos, con una ligera tendencia a la concentración en los estratos de areniscas de grano fino, estratificadas (capa C y D de la secuencia Bouma). (Ver Figura 4.)

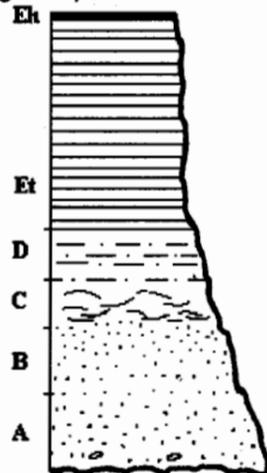


FIGURA 4. Secuencia de facies ideal de la turbidita Vertientes, homóloga a la secuencia de Bouma.

La asociación de facies reconocida en la Tvs, a través de los sondeos, también se revela mediante los datos obtenidos por las diagrfias. De este modo se establece una clara coincidencia entre las capas documentadas en los testigos y las capas caracterizadas en las electrofacies (Serra, 1972; Serra y Abbott, 1980).

Las ruditas y areniscas se expresan claramente en casi todas las técnicas, aunque su respuesta radioactiva es escasa y poco explícita. Las lutitas se revelan por su mayor radioactividad natural (por su alto contenido de arcilla que concentra al K, U, Th) y se expresa muy bien en los cambios de diámetro de la pared del sondeo, ya que se hidratan con facilidad y se destruyen. Las pelitas presentan alta resistividad y baja cavernosidad debido a

su alto contenido de carbonato, su estructura compacta y sólida. El resultado de las diagrfias se empleó como información básica en el análisis secuencial y de la ciclicidad de la turbidita (Figura 5).

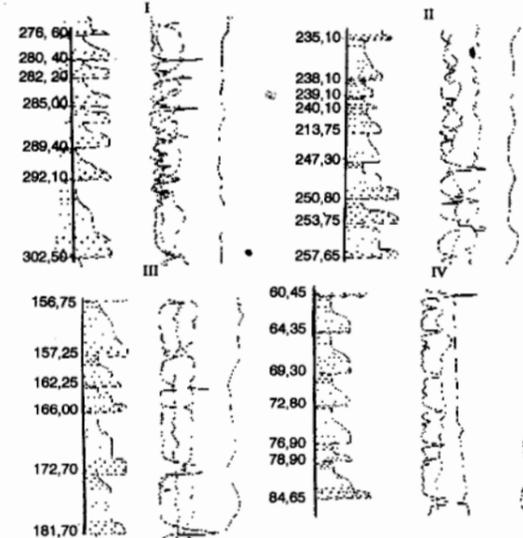


FIGURA 5. Correspondencia de las secuencias con las electrofacies. Resistividad (Ω); radioactividad (γ); potencial espontáneo (mV); cavernometría (mm).

Análisis secuencial

La secuencia tipo en los sedimentos de la Tvs tiene un espesor desde algunos centímetros (<10 cm) hasta más de 1 m (máx. 9 m). La que constituye la secuencia de orden menor, se repite cíclicamente formando otras de órdenes mayores. En general, la sección estratigráfica, cortada con el sondeo Pe-4, se ha dividido en secuencias principales, que responden a cambios en la relación de las potencias de las facies elementales (areniscas, lutitas y pelitas) entre sí (Figura 6). Las secuencias obtenidas son: inferior I = 280-353 m (73 m); II = 224-280 m (56 m); III = 154-224 m (70 m); IV = 88-154 m (66 m); V = 12-88 m (76 m).

Esta sucesión estratigráfica general se caracteriza por el dominio de areniscas en su parte baja (secuencia I), con un equilibrio en cuanto a presencia de areniscas y lutitas en su parte media (secuencias II y III), y una tendencia a la disminución notable de las areniscas hacia la parte alta de la sección (secuencia IV), con un evidente predominio de las lutitas calcáreo-pelitas (secuencia V) (Figura 6). De acuerdo con los resultados, la secuencia es granodecreciente positiva (Lombard, 1956). Además, si se considera la disminución de los espesores de las facies elementales (areniscas y lutitas) hacia el tope, se pudiera clasificar como una secuencia con carácter general estratodecreciente. Tal tendencia muestra una disminución paulatina de la energía del sistema turbidítico a lo largo del tiempo, hasta la desactivación final de la cuenca.

La serie estratigráfica de la Tvs fue dividida en 5 secuencias, que representan los ciclos de mayor orden, con espesores que están entre 50 y 80 m. Cada una de

estas secuencias contienen entre 2 y 5 ciclos menores, con espesores, que tienen aproximadamente de 10 a 30 m (Figura 6). A su vez, estos ciclos están compuestos por los ciclos elementales (secuencia elemental),

los cuales se presentan predominantemente incompletos (de acuerdo con la secuencia de Bouma), por lo que sus espesores son variables, desde unos centímetros hasta casi 10 m.

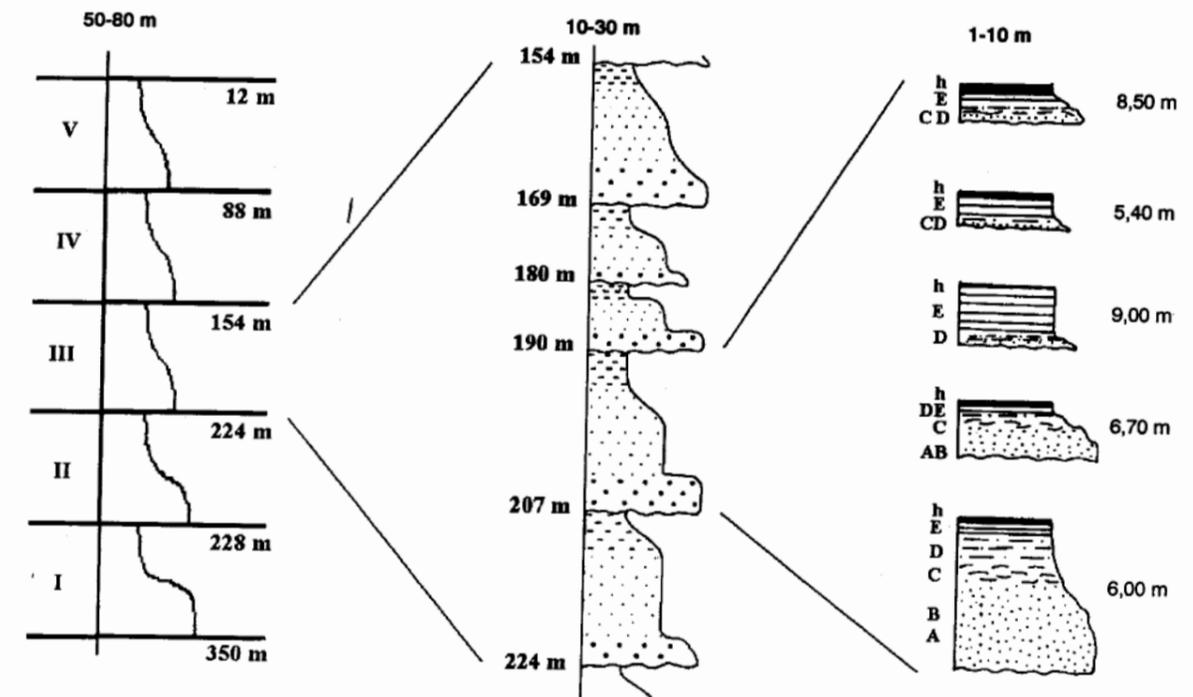


FIGURA 6. Serie de las secuencias de la turbidita Vertientes en el sondeo Pe-4.

El origen de los ciclos de diferentes órdenes es interpretado tentativamente como sigue:

ciclos: 1-10 m (4to orden) - corresponden a los sedimentos depositados por cada uno de los episodios (eventos) del funcionamiento de las corrientes de turbidez;

ciclos: 10-30 m (3er orden) - pueden estar relacionados con cambios en la energía de los episodios de deposición, influidos por las condiciones climáticas: estaciones de grandes lluvias o sequías; acomodo del sedimento en la cuenca u otros; y

ciclos: 50-80 m (2do orden) - que pueden estar relacionados con fenómenos con mayores períodos de recurrencia; por ejemplo: cambios eustáticos del nivel del mar, movimientos tectónicos oscilatorios, disminución del relieve de la fuente de aporte, cambios climáticos globales, etcétera.

La ciclicidad revelada para la Tvs puede ser utilizada en correlaciones estratigráficas con otras secciones estratigráficas situadas dentro de la misma cuenca, o en comparación con áreas de desarrollo de la unidad litostratigráfica Vertientes en la región de Cuba central, y por extensión con sedimentos isocronos en el Caribe.

Mapa de facies de la cuenca Vertientes

De acuerdo con los datos y resultados obtenidos del estudio de las características de estos sedimentos turbidíticos, se procedió a la elaboración del mapa de facies (no cuantitativo) de la cuenca (Vera-Torres, 1994) (Figura 7). La distribución de las facies es como sigue: las facies de ruditas (menos representadas) se sitúan hacia el borde de la cuenca sedimentaria actual. Las facies de areniscas se disponen en forma semicircular, en una franja que rodea a las facies de ruditas, o formando áreas independientes, con tendencia hacia el borde de la cuenca. Las facies lutíticas ocupan la mayor área (más del 60 % del área total estudiada), y tienden a estar separadas del borde de la cuenca; por último, las áreas con predominio de las facies de pelitas son las más restringidas, comparables por su extensión con el área ocupada por las facies de ruditas.

En la distribución areal se observa el predominio de las facies de lutitas, seguida de las facies de areniscas en segundo orden, y con una distribución subordinada las facies de ruditas y pelitas. Esta es la misma regularidad que se ve en los espesores de las facies en la secuencia elemental de la Tvs, y en la sección estratigráfica general.

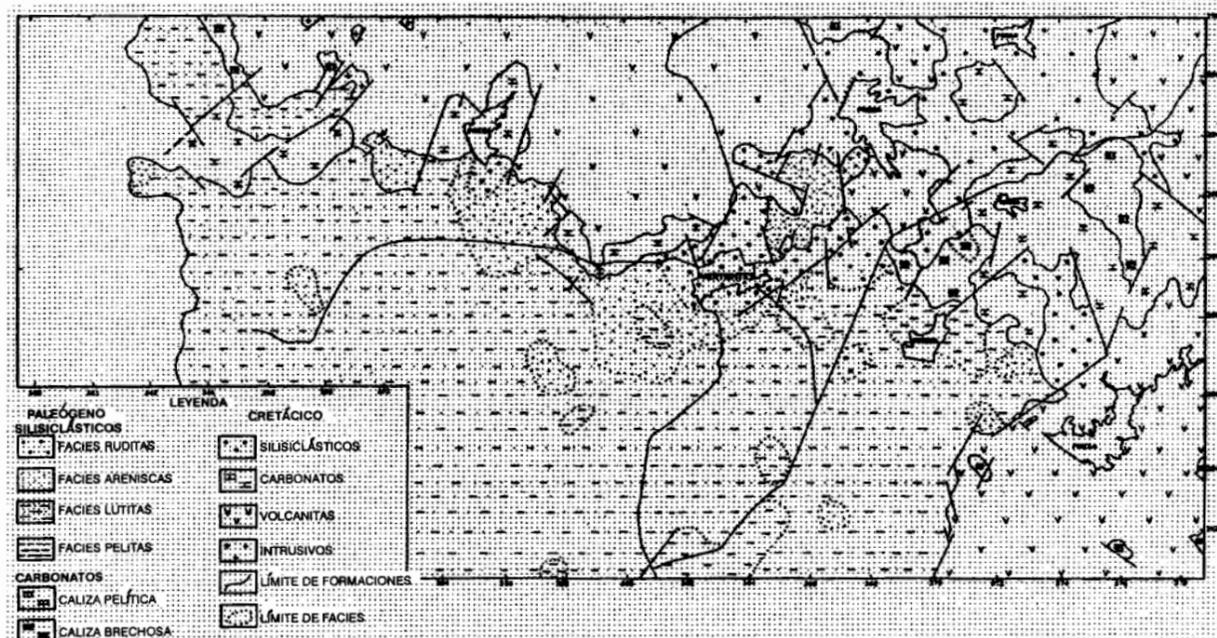


FIGURA 7. Mapa de litofacies de la cuenca Vertientes.

Modelo paleoambiental

La observación en el mapa de la distribución areal de las facies, permite comparar su geometría con la de los modelos de turbiditas conocidos (Bouma, 1962; Vera-Torres, 1994; y otros).

Basado en todas las informaciones acumuladas sobre la Tvs: litologías, asociación de facies, secuencias estratigráficas, ciclicidad, distribución areal, composición mineralógica y litoclástica, contenido faunal, características geoquímicas, edad, relación estratigráfica con otras unidades, constitución geológica de la región, etcétera, se elaboró, al menos parcialmente, el modelo paleoambiental de la región de la cuenca Vertientes y su área de aporte. Como se puede observar en el modelo paleoambiental (Figura 8), las tierras emergidas estaban constituidas por las rocas del arco volcánico cretácico (volcanitas e intrusivos) y su cobertura sedimentaria siliciclástica (Fm. Durán) y carbonatada (Fm. presa Jimaguayú). El abundante material vegetal carbonizado revela la presencia de una rica cobertura vegetal en las tierras emergidas no lejanas.

La formación Florida (carbonatos someros o relativamente profundos), se interdigita con la Fm. Vertientes (siliciclástico-turbidítica); también en cierto período pudo ocurrir el solapamiento de una unidad sobre la otra indistintamente, provocado por cambios eustáticos o por subsidencia de la cuenca, lo que resultó una evolución progradante o agradante de la cuenca, con la consiguiente expresión en la arquitectura del relleno sedimentario.

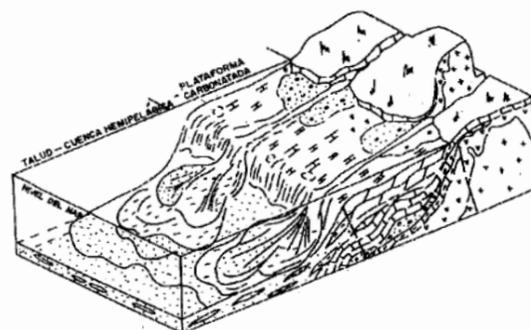


FIGURA 8. Modelo paleoambiental de la región.

CONCLUSIONES

1. El estudio petrológico de los sedimentos del relleno de la cuenca Vertientes muestra que la fuente de aporte principal fue de las rocas del arco volcánico extinto y su cobertura.
2. Las características geoquímicas de los sedimentos analizados está acorde con las regularidades estratigráficas observadas.
3. Los sedimentos flyschoides que rellenan la cuenca Vertientes, presentan una asociación de facies y secuencia de facies elemental comparable a la clásica secuencia de Bouma, para los depósitos originados por corrientes de turbidez.
4. La sucesión estratigráfica de la Tvs se divide en cinco secuencias principales y secuencias menores.

5. La ciclicidad de los sedimentos se revela en la presencia de ciclos de diferentes órdenes (2do, 3ro y 4to) con potencias variables (50-80 m, 10-30 m y <1-10 m, respectivamente).
6. El patrón de distribución areal de las facies de la Tvs, según muestra el mapa de facies, corresponde al modelo de sedimentación en abanicos submarinos propio de los depósitos de las turbiditas.
7. El modelo paleoambiental establecido para el área muestra la relación ambiental y facial de las unidades litoestratigráficas Fm. Vertientes (ambiente de talud y hemipelágico) y Fm. Florida (ambiente de plataforma).
8. Los resultados obtenidos en el presente estudio se pueden utilizar en la correlación estratigráfica dentro de la cuenca Vertientes y ser extrapolados en la correlación a otras cuencas del país y la región del Caribe.

BIBLIOGRAFÍA

BOUMA, A.H.: *Sedimentology of Some Flysch Deposits*, 168 pp., Elsevier, Amsterdam, 1962.

ITURRALDE-VINENT, M.: «Cuban Geology: A new plate tectonic synthesis», *Journal of Petroleum Geology*, 17(1): 39-71, 1994.

LOMBARD, A.: *Géologie sédimentaire: Les séries marines*, 722 pp. Masson, Paris, 1956.

PIÑEIRO, E.; R. ROJAS; K. NÚÑEZ; A. NAPOLES y otros: «Informe sobre los resultados del levantamiento geológico complejo 1:50 000 y sus búsquedas acompañantes del polígono CAME III Camagüey, Sectores Ciego de Ávila-Vertientes», Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de la Industria Básica, La Habana, 1990 (inédito).

ROJAS, R.: Capítulo de «Estratigrafía de las rocas sedimentarias», en: Piñeiro, E. y otros: Informe del lev. geol. 1:50 000, Sector Vertientes-Ciego de Ávila, polígono Camagüey III, Emp. Geólogo-Minera de Camagüey, Oficina Nac. Recursos Minerales, 1990.

SERRA, O.: «Diagraphies et stratigraphic», *Em. B.R.G.M.*, (75): 481-487, 1972.

SERRA, O. and H. ABBOT: «The contribution of logging data to sedimentology and stratigraphic», 55th Ann. Fmil Techn. Conf. Spe of AIME, paper spec. 9270, 1980.

SMIRNOV, M.: *Geología de los yacimientos minerales*, Editorial Nedra, URSS, 1982.

VERA-TORRES, J.A.: *Estratigrafía, principios y métodos*, 806 pp., Editorial Ruedas, S.L. Madrid, 1994.

EMPRESA CENTRAL DE LABORATORIOS JOSÉ ISAAC DEL CORRAL



GARANTÍA ANALÍTICA PARA EL ÉXITO DE SUS ESTUDIOS DE:

- CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES GEOLÓGICOS
- PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE MATERIALES DIVERSOS
- IMPACTO AMBIENTAL

CALIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DE MATERIAS PRIMAS NATURALES:

- DERMOCOSMÉTICOS
- ETANOL ABSOLUTO
- PIEDRAS ORNAMENTALES

TODO LO QUE USTED NECESITA LO
ENCONTRARÁ EN NUESTRAS
INSTALACIONES
CONTÁCTENOS

Carretera Central y Virgen del Camino, S.M.P. Ciudad de La Habana, Cuba, CP 11000
Apartado Postal 10 016
Teléfonos: 55 7479 / 55 7454 / 55 7455 / 55 7093 / 55 7094. Telefax: 55 7053
e-mail: cimtec@cenai.inf.cu