

**¡Exclusivo!**



**EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA LATERITA**

**le ofrece la posibilidad que Ud. espera.**

*El Centro ejecuta investigaciones y pruebas que su firma necesita en el campo de la:*

**Pirometalurgia:** Reducción de minerales oxidados de níquel a escala de Planta Piloto en hornos "Herreshoff".

**Hifrometalurgia:** Lixiviación amoniacal en Planta Piloto.

**Extracción por solventes:** De licores ácidos de la industria del Ni + Co.

**Briquetización, aglomeración y metalización:** De minerales y otros productos.

**Y otros campos.**

El Centro ofrece consultoría especializada sobre cualquier aspecto de las tecnologías de procesamiento de minerales oxidados de níquel y cobalto.

Diríjase a:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA LATERITA**  
 Carretera de Punta Gorda, km 5  
 Moa 83320, Holguín, Cuba  
 Telf.: 6 7179  
 Telex: 021- 322  
 Fax: (337)335 302

**ANÁLISIS TECTONO-SEDIMENTARIO DE LA PALEOCUENCA SABANETA**

Dr. Félix Quintas Caballero  
 Ing. Joaquín A. Proenza Fernández  
 Ing. José L. Castillo González

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

**RESUMEN:** Se presenta un estudio estratigráfico y paleotectónico de la paleocuenca Sabaneta sobre la base de un análisis litofacial, biofacial y de paleocorrientes. Se realiza una reconstrucción palinospástica del pre-Eoceno Medio, mostrándose los grandes desplazamientos horizontales a que fueron sometidas las secuencias rocosas depositadas en la paleocuenca, así como el aporte de vulcanitas tanto desde un arco paleogénico septentrional (Sierra Maestra) como de uno meridional.

**ABSTRACT:** In this article a stratigraphic and paleotectonic study is shown on the grounds of a lithofacial, biofacial and paleocurrent analysis. A palinspastic reconstruction before Middle Eocene is done, showing the big horizontal displacements of rock sequences deposited from both northern and southern volcanic island arcs.

La paleocuenca Sabaneta está relacionada con el origen y evolución del arco de islas Terciario de las Antillas Mayores, representada por la Formación Sabaneta de edad Paleoceno-Eoceno Medio en Cuba Oriental y en la Española por la parte alta de la Formación Imbert; siendo correlacio-

nable con el Grupo El Cobre (parte sur de Cuba Oriental) y otras unidades litoestratigráficas en la Española y Jamaica (Formaciones Magua, Loma Caballero, Los Banitos, Perodín, Halberstad, Richmond).

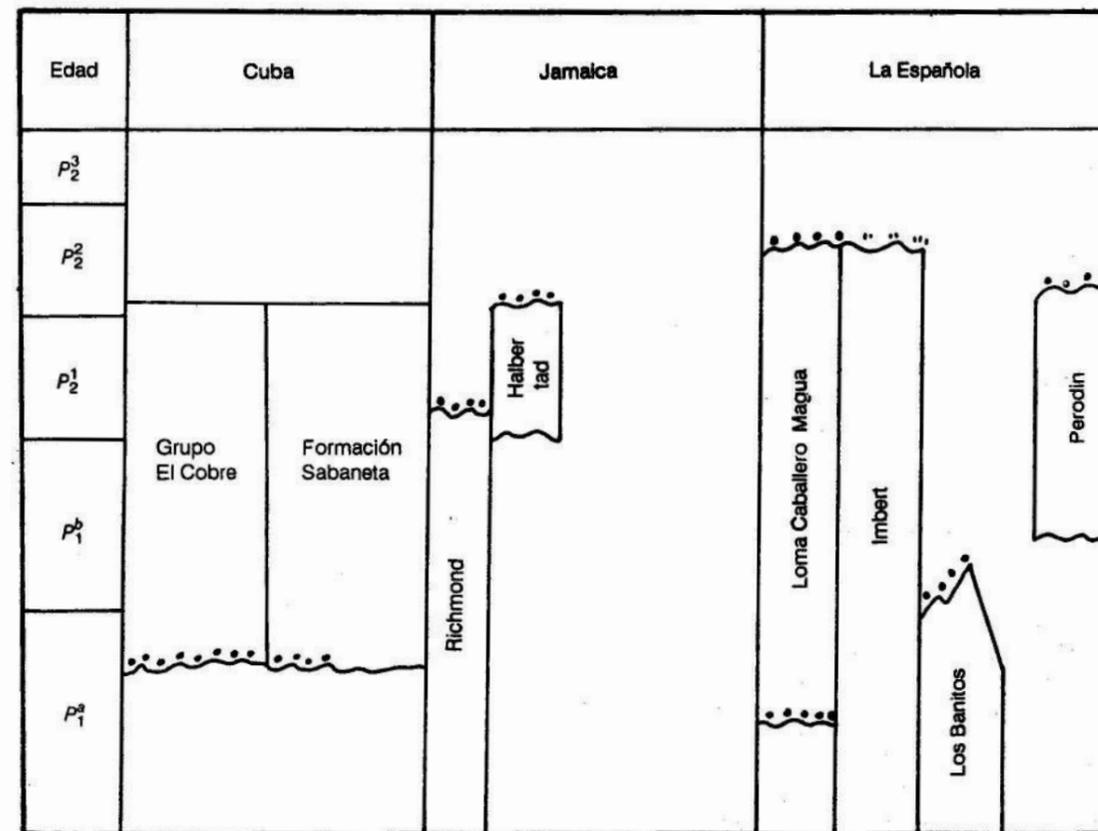


FIGURA 1. Correlación de las vulcanitas paleogénicas en las Antillas Mayores

El tipo y posición de la paleocuenca Sabaneta, así como el origen de las vulcanitas acumuladas en ella ha dado lugar a interpretaciones muy diversas, condicionado en su mayoría por un estudio aun insuficiente sobre este tema (Cobiella, 1988; Iturralde-Vinet, 1990; Quintas y Blanco, 1993; Proenza y Carralero, 1994).

El origen y evolución de la paleocuenca está relacionado con el desarrollo y culminación del proceso de obducción en la mayor parte de Cuba, la convergencia entre placas litosféricas (Caribe y Norteamericana), cambios de polaridad en el movimiento de la placa Caribe, así como la formación de nuevos límites entre placas.

Para buscar una solución a los problemas geológicos regionales planteados se hace necesario partir de un análisis de los sistemas geodinámicos y su interacción en el tiempo, teniendo en cuenta las principales estructuras, la superposición de fases tectónicas y la distribución de los complejos litofaciales asociados.

Los elementos principales del sistema geodinámico han sido las placas Caribe y Norteamericana, que desde el

Paleoceno al Eoceno Medio mantuvieron una relación convergente y a partir del Eoceno Medio hasta el Oligoceno, parecen haber constituido una unidad, producto de la suturación entre ellas que dio paso a partir del Oligoceno Superior a la formación del límite transformante actual (Zona de Falla Bartlett-Caimán), generación de nueva corteza oceánica, y un régimen caracterizado en algunas secciones por el desarrollo de sistemas de cuencas tensionales (*pull-apart basin*).

Todo esto exige la realización de una reconstrucción palinospástica del pre-Eoceno Medio, descontando los efectos de las fases tectónicas superpuestas típicas de los períodos de suturación y neoplatafórmicos, lo que precisaría las características paleogeográficas de la paleocuenca.

El análisis paleotectónico realizado ha sido sustentado en el estudio de las principales estructuras contemporáneas al desarrollo de la cuenca Sabaneta (terrenos, fallas transcurrentes), así como el análisis de las alineaciones primarias, estudios litofaciales y biofaciales de las vulcanitas.

### ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO DE LA FORMACIÓN SABANETA

La Formación Sabaneta se propaga en un área amplia de Cuba Oriental tanto en superficie como en el subsuelo; el espesor máximo de la formación varía entre

200 y 600 metros y sobreyace concordantemente y discordantemente al complejo terrígeno carbonatado del Campaniano-Maestrichtiano (Fig.2).



FIGURA 2. Areas de distribución de las formaciones Sabaneta y Vigía en Cuba Oriental

### Características litofaciales

Si se observan las columnas estratigráficas de la Formación Sabaneta en la Sierra de Yateras, sur de Sagua de Tánamo y Mayarí Arriba; encontramos que están presentes tres conjuntos litofaciales:

**Litofacies lapillíticas-terrágenas y carbonatadas.** Presentes en la parte inferior del corte que sobreyace a la Formación Gran Tierra. Este conjunto litofacial se caracteriza por la presencia de calizas brechosas, de estratos medios a gruesos, compuesta por abundantes cantos de calizas angulosos y mal seleccionados con orientación pobre. Estas calizas contienen abundante fauna típica de medios arrecifales y debe provenir de la erosión de calizas maestrichtianas-paleocénicas de algunos complejos arrecifales. Las calizas brechosas presentan también cantos de

cuarzo, de lavas basálticas y andesíticas, y de tobas cenéricas de color verde. Estas vulcanitas son semejantes a las de la Formación Santo Domingo que debieron ser su fuente de suministro.

Las secuencias terrígenas están representadas esencialmente por algunas capas muy gruesas de conglomerados y areniscas tuffíticas con estratificación media a gruesa, las cuales constituyen la base de algunas secuencias turbidíticas intercaladas entre las tobas. Los conglomerados y areniscas son de color pardo, litoclastos de lavas basálticas y basáltico-andesíticas, que pudieran derivarse de la erosión de las vulcanitas de Santo Domingo o de los volcanes de Sabaneta.

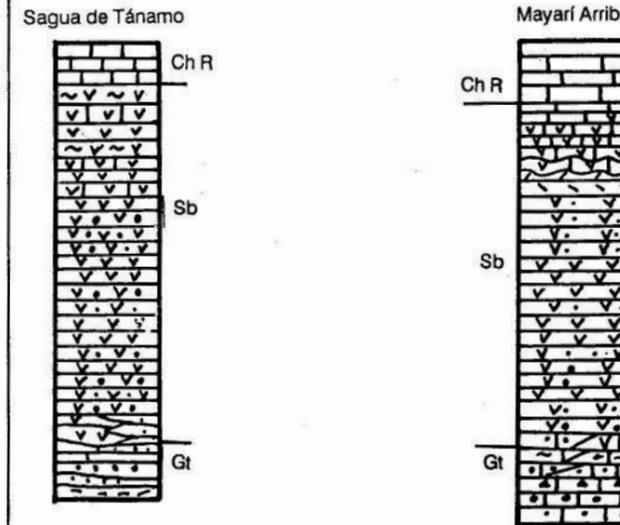


FIGURA 3. Columnas estratigráficas del Grupo de facies meridionales en Cuba Oriental  
 (⊕) Caliza brechosa (⊖) Caliza arenosa (⊗) Caliza conglomerática (⊘) Tobas gruesas (⊙) Tobas de grano medio (⊚) Tobas cenéricas (⊛) Basalto (⊜) Caliza de grano fino  
 Formaciones: Gt Gran Tierra Sb Sabaneta Ch r Charco Redondo

**Litofacies lapillíticas.** Ocupan la parte media del corte, en ocasiones muy gruesas, presentando buena estratificación y constituyen la base de numerosos ritmos de *flysch*. La orientación de los piroclastos es NE-SE. Estas vulcanitas son de color gris a verde claro y pueden ser vítreas, bentónicas o zeolitizadas (Iturralde-Vinent, 1976; Orozco, 1975, 1988).

**Litofacies tobáceas-carbonatadas.** Son típicas de la parte alta del corte transicionando hacia la Formación Charco Redondo; se caracterizan por el predominio de las tobas cenéricas vítreas y las tuffitas carbonatadas, intercaladas con calizas tobáceas. Esta es una típica secuencia turbidítica.

En Mayarí Arriba como caso excepcional se localiza una capa de basaltos intercalada entre tobas cenéricas y lapillíticas de la parte media superior de la Formación Sabaneta.

Hacia el litoral norte entre Nicaro y Baracoa aflora de modo discontinuo la Formación Sabaneta, presentando litofacies algo diferenciadas a las que aparecen en la zona meridional del Grupo Nipe-Cristal-Baracoa.

Los cortes de Mayarí-Téneme, Sagua-Cananova y Baracoa son bastante parecidos, caracterizándose por la presencia de dos conjuntos faciales:

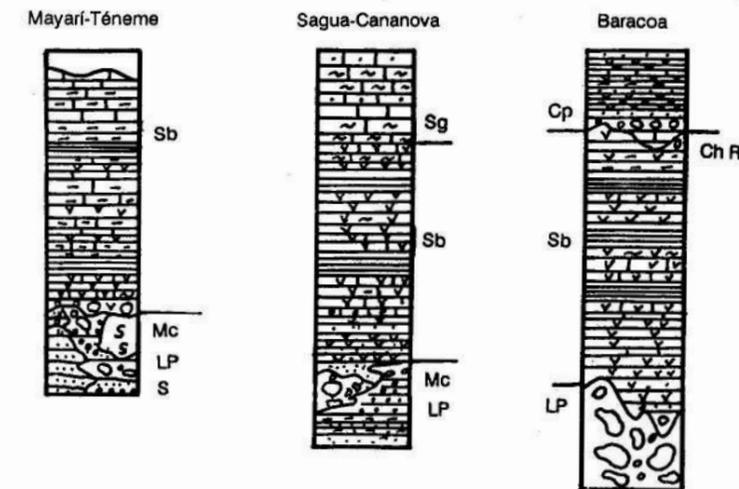


FIGURA 4. Columnas estratigráficas de facies septentrionales en Cuba Oriental  
 (⊕) Olistostromas (⊖) Areniscas (⊗) Aleurolita (⊘) Serpentina (⊙) Toba fina (⊚) Silicita (⊛) Cenerita (⊜) Caliza lodosa  
 Formaciones: Lp La Picota Sb Sabaneta Cp Capiro Sg Sagua de Tánamo Mc Mícará

**Litofacies tobáceas-carbonatadas.** En la base del corte con predominio de tobas cenéricas a veces silicificadas.

**Litofacies tobáceas-carbonatadas-silíceas.** Presentan una mayor cantidad de capas de calizas lodosas y pedernal con intercalaciones de tobas cenéricas, predominantemente vítreas. Hacia el oeste (zona de Nicaro), es notable la disminución de las facies de piroclastitas aumentando las facies calcáreas-arcillosas.

Teniendo en cuenta las características litofaciales de la Formación Sabaneta se hace evidente que en Cuba

Oriental existen dos grupos litofaciales bien definidos; el meridional, más cercano a los focos volcánicos y el septentrional, más alejado de los focos y con características de un *flysch* distal.

Hacia la porción SE del Terreno Sagua de Tánamo hay un cambio facial lateral entre las Formaciones Sabaneta y San Ignacio, manifestado por el acunamiento brusco de la Formación Sabaneta, la cual es sustituida lateralmente por la Formación San Ignacio que más hacia el sur y el este, aflora en forma de bandas discontinuas por el pie de monte de la Sierra del Purial y Sierra de Imías.

### Características biofaciales

Las biofacies asociadas a las litofacies meridionales son típicas de medios batiales y abisales poco profundos desde Miranda hasta Sabaneta, mientras al Norte de Puriales de Caujerí las biofacies son características de medios batiales cercanos a complejos arrecifales.

Los fósiles encontrados en estas facies son: *Globorotalia cf. acuta*, *G. angulata*, *G. rex*, *G. formosa*, radiolarios, *Globigerapsis* sp, *Hantkenina* sp, *Globorotalia cf. pseudomenardi*, *Globigerina* spp, *Subbotina triloculinoides*.

En la porción Oriental de la Sierra de Yateras la Formación San Ignacio en su parte media y superior equivale a la Formación Sabaneta, presentando los siguientes fósiles:

*Globorotalia aragonensis*, *G. cf. aequa*, *Acarinina Crassaformis*, *Globigerina Senni*, *Acarinina aff triplex*, radiolarios.

Hacia el centro y norte las litofacies septentrionales poseen fósiles planctónicos típicos de fondos batiales profundos y abisales: *Carmetella feimbriata*, *Spongodiscus* sp, *Amphicraspidium prolixum*, *Globorotalia cf. aragonensis*, *G. cf. marginodentata*, radiolarios, *Globorotalia Velascoensis*, *Acarinina acarinata*, *A. crassaformis*, *Globorotalia Velascoensis*, *G. compressa*, *G. pseudobulloides*, *G. imitata*, *Globigerina triloculinoides*, *Chiloguembelina midwayensis*, *Ch. Cremata*, *Globorotalia trinidadensis*, *G. cf. angulata*.

### Estudio de paleocorrientes

Para hacer el análisis de las paleocorrientes de flysch se hicieron más de 100 mediciones de las alineaciones primarias de los piroclastos en las tobas lapilíticas que son abundantes en la parte media de la Formación Sabaneta, las mediciones fueron procesadas en un diagrama de roseta (Fig.5); teniendo en cuenta además el análisis de las características geológicas regionales que indican que la Formación Sabaneta se formó a partir de una doble fuente

de suministro: una situada al NW, coincidente con el arco Sierra Maestra y otra hacia el SE donde debieron encontrarse otros focos volcánicos en un territorio del cual formó parte la Isla de Santo Domingo. Estos focos volcánicos incluso pudieron ser del tipo de volcanes de escorias, con un magmatismo ácido a medio, que difiere en gran medida del reportado en la Sierra Maestra, Jamaica y la isla de Santo Domingo.

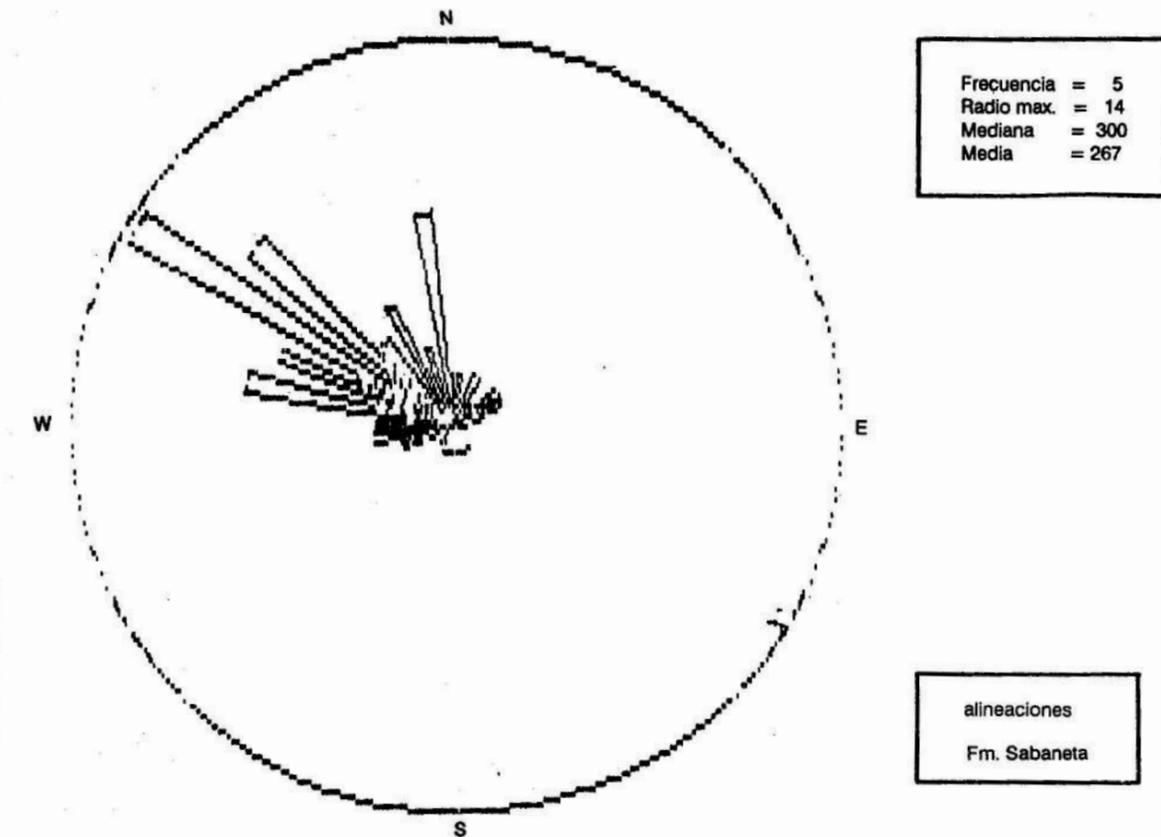


FIGURA 5. Alineaciones de vulcanoclastos en tobas lapilíticas de la Formación Sabaneta

### Análisis paleotectónico

De acuerdo con las particularidades tectónicas de Cuba Oriental, la Formación Sabaneta está distribuida en diversos paleoterrenos del Eoceno Medio-Superior (Quintas y Blanco, 1993), que dieron lugar a la desmembración de la paleocuena y la traslación de sus restos en dirección NW, implicando traslados diferenciales, posiblemente hasta centenas de km. Esta traslación cesó en la medida en que

se fue desarrollando el límite actual entre las placas Caribe y Norteamericana. Los principales paleoterrenos donde se localiza la Formación Sabaneta son: Nipe-Cristal-Guantánamo, Sagua de Tánamo, Sierra del Purial. Los límites entre ellos estuvieron bien definidos por zonas de fallas transcurrentes como: Las Tunas-Baconao, Sagua de Tánamo Occidental, Riito-Miraflores, Yumurí-Baracoa.

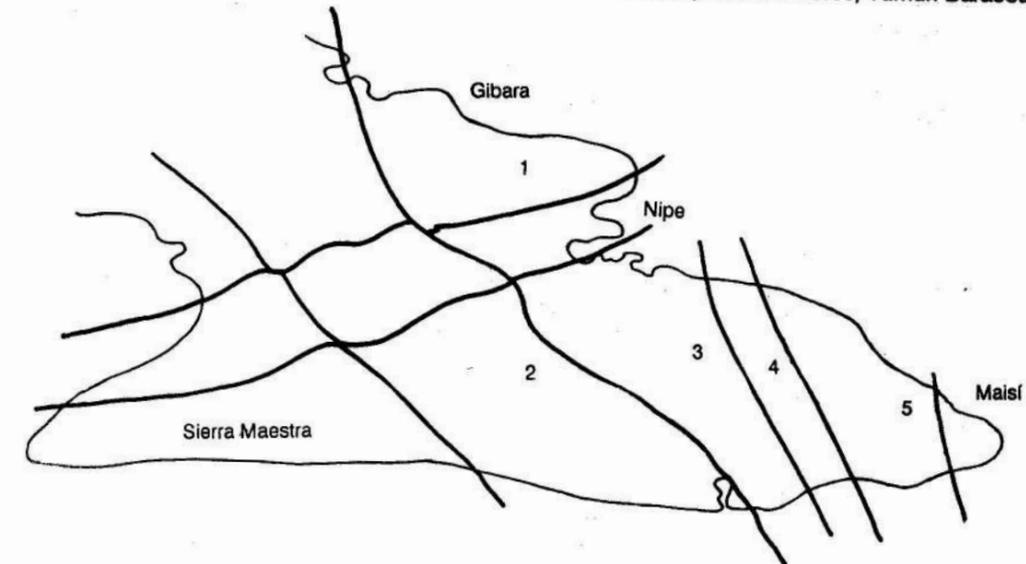


FIGURA 6. Terrenos donde se localiza la Formación Sabaneta en Cuba Oriental: 1. Maniabón, 2. Sierra Maestra Oriental, 3. Nipe Guantánamo, 4. Sagua de Tánamo, 5. Sierra del Purial

En la Fig. 7, se aprecia el traslado del Terreno Nipe-Cristal-Guantánamo, estando en el presente la Formación Sabaneta (zonas de Miranda, Piloto Abajo, Sabanilla de Mayarí Arriba). Hacia los valles centrales se localizan algunos afloramientos del Grupo El Cobre (pozos Guantánamo-1, Ermita-1); si además tenemos en cuenta que en Sabanilla

se reporta un manto de lavas basálticas de origen fisural (Cobiella, 1974), es probable un cambio lateral del Grupo El Cobre hacia la Formación Sabaneta en este terreno y por tanto la influencia del arco de islas Sierra Maestra sobre la paleocuena Sabaneta.

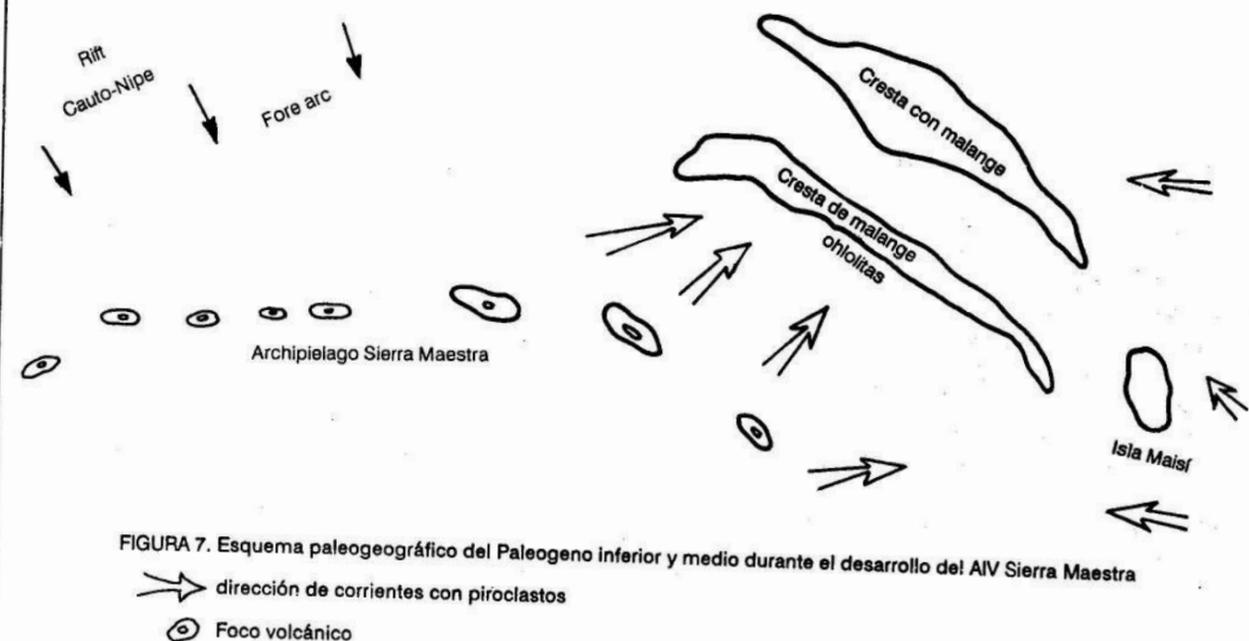


FIGURA 7. Esquema paleogeográfico del Paleogeno inferior y medio durante el desarrollo del AIV Sierra Maestra

En el límite sur del complejo ofiolítico en el bloque Mayarí están presentes metamorfitas que forman parte de diversos melanges, siendo el más extenso el de la Corea (cuarcitas, esquistos cerclíticos arcillosos, esquistos grafiticos, esquistos moscovíticos cuarzosos, anfibolitas esquistosas micáceas, pegmatitas graníticas, eclogitas, etc.); mientras en el extremo S-SW del Terreno Purial en la localidad de Palenque (Leyva y otros, 1988), asociado al complejo ofiolítico de Sierra del Convento, se encuentra un melange compuesto por metacuarcitas, esquistos cuarzo-micáceos, eclogitas, pegmatitas graníticas y anfibolitas muy semejantes a las anteriores.

A partir de la similitud entre ambos complejos rocosos y su posible correlación, esto implicaría un traslado no menor

de 80 km en dirección NW, lo cual se complementa teniendo en cuenta la información presente en el mapa gravimétrico de anomalías de Bouger, escala 1:2 000 000 (Oliva y otros, 1989); donde se aprecian dos áreas de máximos gradientes de la gravedad, con formas semejantes en la Sierra de Nipe-Cristal y Sierra del Convento, que en la reconstrucción palinspástica quedarían en zonas aledañas coincidiendo posiblemente con una antigua zona de subducción del paleoarco (arco de islas volcánicas cretácicas). Esto implicaría en una primera aproximación, que el sector de la paleocuenca Sabaneta analizado en el Terreno Nipe-Cristal-Guantánamo estaría localizado antes del Eoceno Medio hacia el este sureste del arco de islas Sierra Maestra, tomando en consideración desplazamientos mínimos del neoarco.

### CONCLUSIONES

Según las litofaciales presentes en la Formación Sabaneta en Cuba Oriental, existen dos grupos litofaciales bien diferenciados; el meridional, más cercano a los focos volcánicos, y el septentrional más alejado de los focos y con características de un flysch distal.

La paleocuenca Sabaneta recibió aporte de material volcánico de dos fuentes de suministro, un arco volcánico septentrional y otro meridional.

Anterior al pre-Eoceno Medio, el sector de la paleocuenca Sabaneta presente en el terreno Nipe-Cristal-Guantánamo estuvo ubicado al sur-suroeste del arco Sierra Maestra y fue sometido a intensos desplazamientos transcurrentes a partir del Eoceno Medio.

### REFERENCIAS

- ADAMOVICH, A. y otros: "Estructura geológica y los minerales útiles de los macizos montañosos de la Sierra de Nipe y Cristal en la provincia de Oriente", Informe Geológico, Fondo Geológico Nacional, Ciudad de La Habana, 1967.
- AYERS, F.: "Geology of the Guantánamo by region", Informe Geológico Nacional, Ciudad de La Habana, 1947.
- BLANCO, J. y J. PROENZA: "Terrenos tectonoestratigráficos en Cuba Oriental", (Inédito), Fondo geológico, ISMM, Cuba, 1994.
- BOWEN, C.: *The geology of ocean basin and margins*, The Gulf of Mexico and the Caribbean, Vol 3, Plenum press, pp. 501-552, New York, 1975.
- BRESZNYANSKY, K. y M. ITURRALDE-VINENT.: "Paleogeografía del Paleógeno de Cuba Oriental", *Geologie en mijnbouw*, 57 (2), 1978.
- COBIELLA, J.: "El vulcanismo Paleogénico Cubano. Apuntes para un nuevo enfoque", *Rev. Tecnológica*, Vol 18/4, pp. 25-32, 1988.
- COBIELLA, J., F. QUINTAS, M. HERNANDEZ y M. CAMPOS. *Geología de la región central y suroriental de la provincia de Guantánamo*, p.115, Editorial Pueblo y Educación, 1987.
- KRIJNEN, J. y LEE CHIN.: "Geology of the Northern Central and South Eastern, Blue Mountains, Jamaica, with provision of compilation map of entire inlier". *Geologie en Mijnbouw*, V.5, pp. 243-250, 1978.
- MAN, P.; G. DRAPER; J. LEWIS.: "An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola", *Geological Society of America, Special paper* 262, pp. 1-28, 1991.
- MAN, P. y otros.: "Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispaniola: Boulder, Colorado", *Geological Society of America, Special paper* 262, 1991.
- NAGY, N.: *Ensayo de las zonas estructuro-faciales de Cuba Oriental*, Contribución geológica de Cuba Oriental, pp. 6-16, Editorial Ciencia y Técnica, ACC, La Habana, 1983.
- PROENZA, J. y N. CARRALERO.: "Un nuevo enfoque sobre la geología de la parte sur de la cuenca de Sagua de Tánamo". (Inédito), Fondo geológico, ISMM, Cuba, 1994.
- PUSCHAROVKI, Y. y otros.: *Mapa tectónico de Cuba*, Esc 1:500 000, IGP, Academia de Ciencias de la URSS, 1989.
- QUINTAS, F. y J. BLANCO.: "Paleogeografía del Eoceno Medio en Cuba Oriental". (Inédito), Fondo geológico, ISMM, Cuba, 1992.
- QUINTAS, F.: "Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico Superior y Paleógeno de la provincia Guantánamo y zonas cercanas", Tesis doctoral, Fondo geológico, ISMM, Cuba, 1989.
- QUINTAS, F. y otros.: "Origen y evolución del arco de islas volcánicas Sierra Maestra", (Inédito), Fondo geológico, ISMM, Cuba, 1993.

## CORTEZA DE INTEMPERISMO. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE SUS PARTICULAS FINAS

Dra. Aida Almaguer Furnaguera

Empresa Geólogo Minera de Oriente, Santiago de Cuba

**RESUMEN:** Fueron tratadas 168 muestras, a las cuales se les realizó análisis químico (absorción atómica y microsonda), granulométrico, Rx, ATD, IR y microscopía electrónica. Los resultados demuestran que las partículas menores de 50  $\mu\text{m}$  componen el 85 % del volumen de las menas ocras y están compuestas, generalmente, por fases monominerales: goethita, en la zona ocras y esmectitas, serpentina y goethita en la base del corte. Según análisis de microsonda y microscopía electrónica el níquel se encuentra asociado a las esmectitas en la base del corte y a las goethitas en la zona de los ocras.

**ABSTRACT:** This paper is about the composition of the fine grains, less than 50  $\mu\text{m}$ , in the laterites of northeastern Cuba. The Ni, Co and Fe are associated with the fine grain in all part of profile and it is possible to use not only the ore zone, but the complete profile. The mineralogical composition of fine grains in lateritic zone are goethite, in the low part of profile are smectite, serpentinite and goethite.

Sobre las rocas del complejo ofiolítico del este de Cuba se forman extensas áreas de corteza de intemperismo hasta su desarrollo laterítico, las cuales contienen cuantiosas reservas de níquel, cobalto y otros elementos útiles que constituyen la base del desarrollo industrial niquelífero.

Los investigadores de las cortezas de intemperismo, en especial los de la Empresa Geólogo Minera de Santiago de Cuba, han demostrado la regularidad que existe en la zonalidad de las cortezas del norte oriental cubano [15].

Desde abajo hacia arriba el perfil está compuesto por:

Zonas genéticas	Zonas litológicas
Rocas frescas	Constituidas por las rocas madres
Desintegración y agrietamiento	Rocas madres agrietadas y mineralizadas
Lixiviación y coretización temprana	Rocas madres lixiviadas y levemente coretizadas
Ocretización incompleta	Ocras estructurales iniciales o semi-ocras
Ocretización completa	Ocras estructurales finales y ocras inestructurales
Oxidación y aglomeración de los hidróxidos de Fe	Concreciones ferruginosa

Por diferentes factores geoquímicos, tectónicos, etc., algunas de estas zonas están ausentes o poseen mayor o menor desarrollo.

Las investigaciones sobre la composición sustancial y mineralógica de los productos del intemperismo de las rocas ofiolíticas se realiza atendiendo a las características de la muestra global, por lo que debemos señalar que el estudio de las partículas finas que aparece en este trabajo se ejecuta por primera vez [6].

El estudio detallado de la muestra global es difícil de obtener debido a la alta proporción de material de grano fino, la pobre cristalinidad y los diferentes estados de alteración de los minerales en estos materiales.

El volumen de las partículas finas en la roca, así como su enriquecimiento en elementos útiles, determina la necesidad del estudio detallado de las mismas con vista a su beneficio [7], logrando con ello mayor eficiencia en la extracción del níquel y el cobalto.

Los grupos homogéneos de partículas, según sus tamaños, poseen características mineralógicas y químicas muy propias, que pueden ser aprovechadas industrialmente para ampliar el espectro de utilización de estos depósitos ocrasos.

En el perfil de estas cortezas de intemperismo, las partículas predominantes corresponden a los tamaños de granos menores de 50  $\mu\text{m}$ , lo que en menor o mayor grado se comporta estable en todo el perfil. En las partes superiores, en la llamada zona de oxidación donde se forman las concreciones de hierro, existe cierta variación de esta tendencia, así como en las partes bajas o zonas pálidas debido a la existencia de fragmentos de roca alterada.