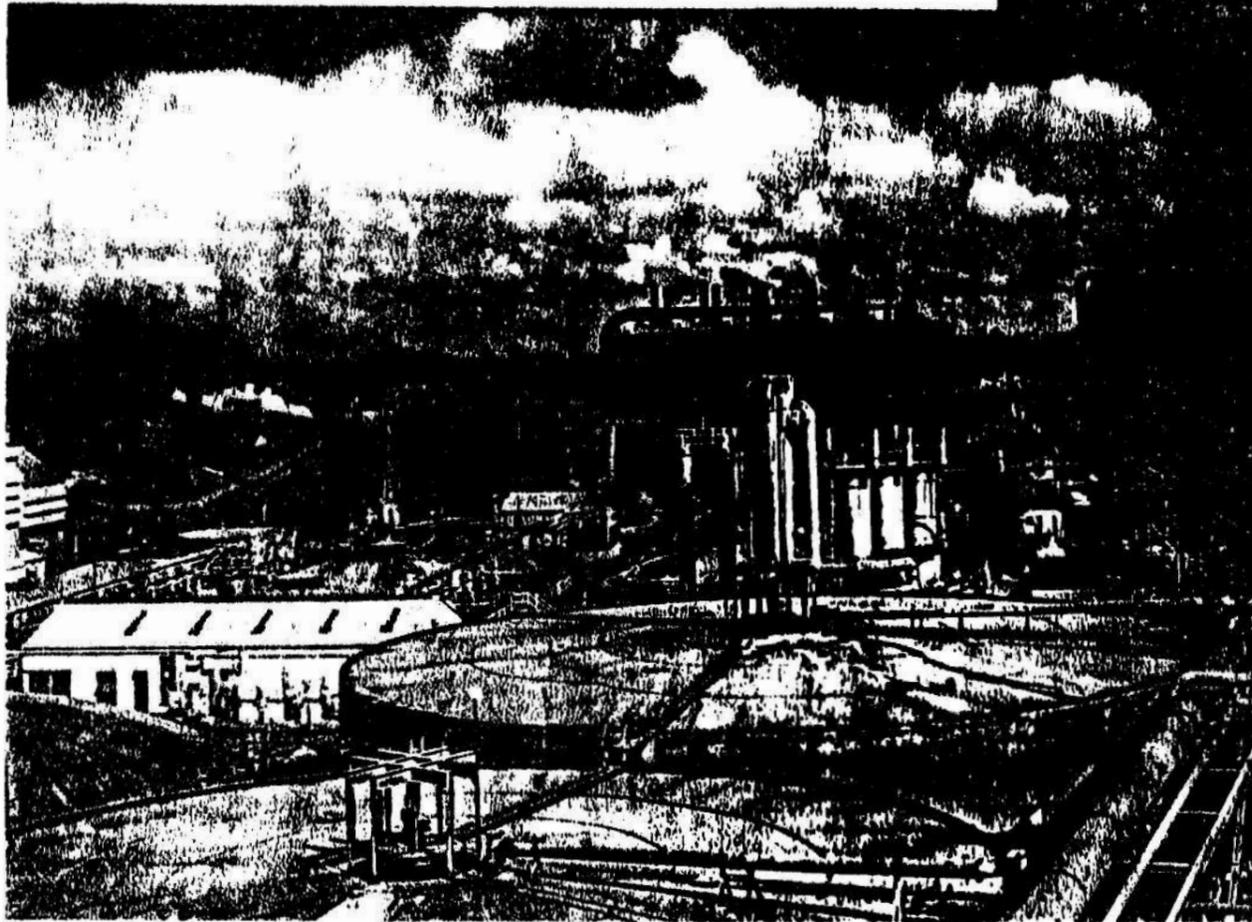


¡Todo lo que usted necesita saber sobre protección y uso racional de los recursos!

CUBANIQUEL



Visítenos y disfrutará del cálido sol caribeño

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA GEOLOGICA DEL YACIMIENTO MARTIN MESA

Dr. Gabriel García Cardoso
Ing. Ramón González Caraballo
Ing. Gabriel Miranda Lumbao

Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". Ciudad de La Habana

RESUMEN

La zona del yacimiento Martín Mesa, al oeste de Ciudad de la Habana, presenta una complicada tectónica. En esta estructura se han localizado acumulaciones de gas y petróleo de pequeño volumen. El rol principal en la acumulación de hidrocarburos lo desempeñan las estructuras de nappes fraccionados por fallas de ángulo de buzamiento abrupto. Otro resultado importante se refiere a la existencia de un complejo rocoso de baja densidad, que puede ser potencialmente productor. Este complejo, de edad probable Jurásico-Cretácico Inferior, se revela en el campo gravitatorio.

ABSTRACT:

In Martín Mesa territory, western Havana, outcrops a complex of rocks tectonically deformed. In this structure have been found some oil and gas deposits. The main traps locate there where vertical faults cut off the top of folded nappe structures and is overlaid with adequate seals. Seismic and gravimetric information reveals the presence of a rock complex of low density at 5 - 6 km depth, probably of Jurassic-Cretaceous age. This fact opens new perspectives for oil and gas exploration in western Havana.

El territorio occidental de Cuba es un fragmento de corteza terrestre, desprendido, durante el Campaniano, del bloque continental centroamericano, que derivó hacia el noreste a lo largo de la sutura Motagua (costa oriental de Yucatán) hasta colisionar con el borde continental norteamericano al sur de la Florida en el Paleoceno.

Durante el Jurásico y el Cretácico Inferior y Medio en los terrenos al sur de la Península de Yucatán

y a lo largo de la vertiente del Pacífico mexicano, al menos desde Chiapas, se desarrolló lo que sería en el Paleógeno el actual territorio cubano. En estos terrenos se inició en el Cretácico Medio un proceso de subducción de la placa del Pacífico debajo del borde continental, dando origen a una típica zonación estructurofacial, cuenca oceánica profunda, arco de islas volcánicas y cuenca posterior del arco (Figura 1).

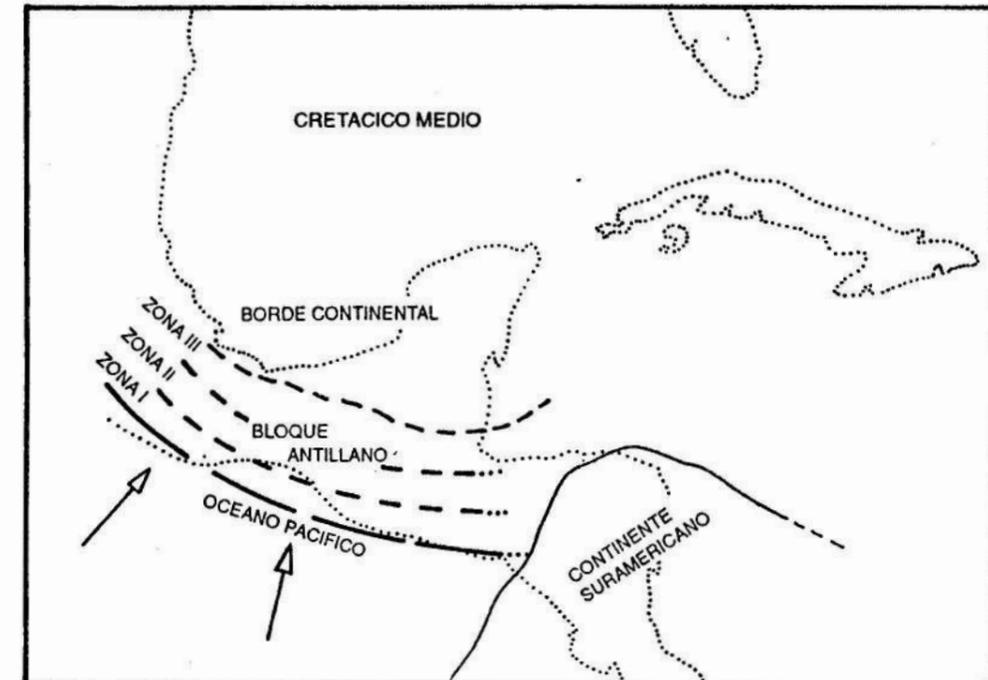


FIGURA 1. Zonación estructurofacial en el Cretácico Medio.

Las secuencias de rocas que hoy se desarrollan en el occidente de Cuba (Pinar del Río y La Habana) pueden asociarse al esquema descrito anteriormente.

Esto constituye sin dudas un problema, ya que lo más generalizado entre muchos geólogos cubanos y del Caribe es considerar la existencia de un arco volcánico autóctono directamente al sur de Pinar del Río e Isla de la Juventud. Sin embargo, la lógica no admite la existencia de esta clase de proceso en toda la extensión actual de la fosa oceánica de Yucatán durante el Mesozoico. La insistencia en la concepción del arco volcánico directamente al sur de Cuba occidental

ha generado errores de interpretación en la compleja geología de la región. Por el contrario si se fija como terreno de origen del arco, la zona del Pacífico mexicano, se esclarecen coherentemente las relaciones estructurales entre los diferentes complejos rocosos que aparecen actualmente desmembrados, entremezclados y caóticamente dispuestos.

Nuestro criterio abarca para la parte occidental de Cuba, específicamente para la zona del yacimiento Martín Mesa, la posibilidad de correlacionar los diferentes complejos rocosos en el esquema facioestructural que se expone en la siguiente tabla:

Zona estructurofacial	Formaciones típicas de Cuba occidental	Formaciones del campo petrolífero Martín Mesa
I- Cuenca oceánica profunda (Océano Pacífico)	Complejo ofiolítico	Complejo ofiolítico
II- Arco de islas volcánicas	Fm. Encrucijada, Orozco y Quiñones, Grupo Chirino-La trampa (Cretácico Medio)	Grupo Chirino-La Trampa
III- Cuenca posterior del arco	Fm. San Cayetano, Jagua, Artemisa, Poller, Santa Teresa y Esperanza. Grupo Martín Mesa (Jurásico Turoniano)	Grupo Martín Mesa
IV- Cuencas superpuestas	Fm. Via Blanca, Cacarajicara (Peñalver), Capdevila, Pica-Pica (olistostromas), Universidad, etcétera. (Campaniano-Eoceno Medio)	Fm. Via Blanca, Peñalver (Cacarajicara), Capdevila y Universidad

A partir de la colisión en el Paleoceno entre el bloque occidental de Cuba a la deriva, y el borde continental norteamericano al sur de La Florida, las formaciones de este último se incorporan al complejo rocoso intensamente deformado de toda la zona norte de Pinar del Río-La Habana. No obstante, es necesario esclarecer cuáles son los complejos que responden a esta zona facioestructural. Hacia el este está bien establecido que los grupos Remedios y Cayo Coco son rocas típicas al banco carbonatado floridano, pero las del talud de ese banco, que deben corresponder a secuencias mucho menos potentes de sedimentos calcáreos estratificados con intercalaciones arcillosas y silíceas, de mares profundos, no han sido identificadas. Es muy probable que algunas de las formaciones descritas en Pinar del Río como complejos del arco volcánico y sus cuencas asociadas, pertenezcan realmente a mares profundos directamente al sur del banco carbonatado de La Florida. En este sentido las formaciones Viñales, Pons y Ancón merecen ser estudiadas detenidamente.

ESTRATIGRAFIA DEL AREA MARTIN MESA

El campo de petróleo Martín Mesa se localiza en una zona de intensas deformaciones tectónicas, típicas de todo el borde septentrional del archipiélago cubano (Figura 2).

Jurásico

Las rocas más antiguas que afloran en la región occidental de Cuba pertenecen al Jurásico (Formación San Cayetano). Están constituidas por areniscas, aleurolitas, calizas de ambiente costero-deltaico y alcanzan un espesor superior a 250 m. Estas secuencias no afloran ni han sido perforadas en el área de Martín Mesa, pero datos gravimétricos y sísmicos pronostican su presencia por debajo de los 2 500 m.

Jurásico Superior - Cretácico Medio

Son secuencias calcáreo-terrágenas, calizas masivas y estratificadas de grano muy fino y argilitas

con potencia real de 500 a 700 m. Son facies de mares profundos. El contenido bituminoso es notable, poseen una típica fetidez al romperse; por lo que se consideran con buenas condiciones para ser rocas madres de hidrocarburos y al mismo tiempo, con capacidad colectora en los horizontes porosos que se intercalan.

Cretácico Medio

Está constituido por vulcanitas que afloran en el territorio de Martín Mesa en forma de melange entremezcladas con serpentinas y rocas del grupo Martín Mesa. Se identifican lavas de composición ácida y media, tobas, areniscas tobáceas y calizas tufogénicas. No es posible medir su espesor por el grado de destrucción tectónica.

Campaniano-Maestrichtiano

Secuencias de molasa areno-arcillosa-calcareárea de la formación Via Blanca con más de 1 000 m de espesor. Por su alto contenido arcilloso la porosidad es en general muy baja, con pocas posibilidades colectoras para hidrocarburos. Algunos horizontes pueden ser colectores (olistostromas, calcarenitas).

En el Maestrichtiano, concordante a las secuencias anteriores, se localiza un horizonte con calcarenitas gruesas (Fm. Peñalver), el mismo posee buenas propiedades colectoras y además es productor de gas en el área del yacimiento. Esta formación es equivalente a la Fm. Cacarajicara en Pinar del Río.

Complejo ofiolítico

Mantos tectónicos fragmentados y cuñas de serpentinitas son comunes en los cortes del yacimiento. Todos los contactos con las formaciones pre-maestrichtianas son tectónicos. Los bloques de gabros son frecuentes. Todo el conjunto fue emplazado tectónicamente en el Maestrichtiano y movidos una vez más, violentamente, en el Pleoceno-Eoceno Inferior.

Paleógeno

La formación Capdevila (Paleoceno-Eoceno Inferior) yace discordantemente sobre Via Blanca y

Peñalver, es un flysch terrígeno-carbonatado muy arcilloso de 300 a 400 m de espesor. Las secuencias aparecen muy dislocadas en zonas de fallas o en los mantos o nappes. Fuera de esta zona su yacencia es más suave.

En la Fm. Universidad (Eoceno Inferior y Medio) se inicia una sedimentación carbonatada tranquila que cierra con calizas organógenas del Mioceno (Fms. Cojímar y Güines).

El corte paleogénico carece de interés como colector de hidrocarburos.

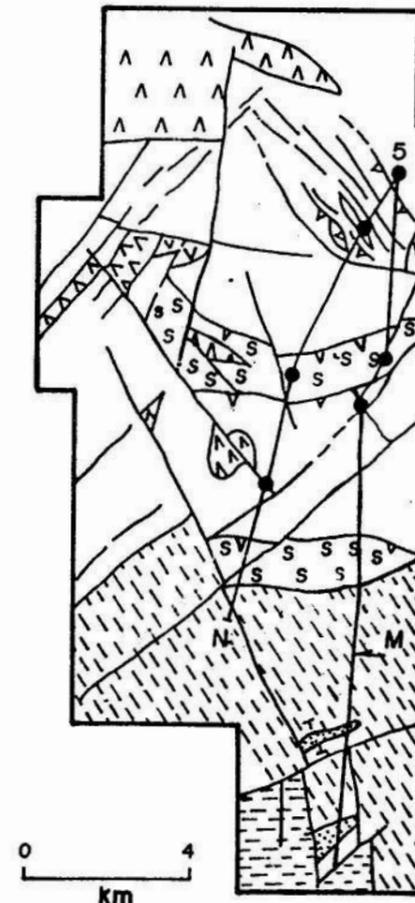
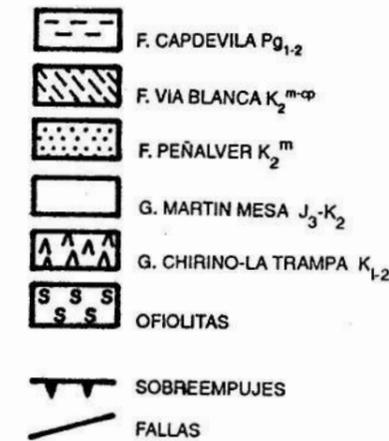


FIGURA 2. Esquema geológico del área Martín Mesa.

RASGOS MORFOMETRICOS DEL AREA DEL YACIMIENTO

Todos los complejos rocosos de edad Pre-Maestrichtiano en el área del yacimiento, presentan un alto grado de deformación, que se manifiesta por un intenso agrietamiento, clivaje y plegamiento. Por el alto grado de aloctonía, todo el conjunto presenta aspecto de secuencias caóticas, y no existe regularidad espacial de los sistemas de agrietamiento y plegamiento de las rocas en sí. Ante esta situación se ha prestado mucha atención a la geometría de las escamas o nappes tectónicas principales, considerándose como unidades tectónicas, sin tener en cuenta la estructura o yacencia de las rocas dentro de las escamas. Con esta concepción se elaboró un esquema estructural general (Figura 3).

Se destacan las fallas de diferente orden que dividen el área del yacimiento en bloques. Estas fallas fueron comprobadas con el levantamiento geológico de superficie, los datos gravimétricos y de pozos de perforación, entre otros.

En el área estudiada se identifican 4 escamas:

Escama A (superior): consiste en un sobrecorrimiento superficial de diferentes tipos de rocas (calizas, vulcanitas, tobas, serpentinas y gabros). La base de este arrastre tectónico no sobrepasa los 400 m.

Escama B: está compuesta de calizas masivas y estratificadas en capas finas, con intercalaciones de areniscas y esquistos arcillosos muy fracturadas e intensamente plegadas, que se identifican como Grupo Martín Mesa (Jurásico Superior-Turoniano).

Escama C: constituida fundamentalmente por la Fm. Via Blanca, calcarenitas de la Fm. Peñalver y secuencias de flysch de la Fm. Capdevila.

Escama D: es cortada por los pozos 30 y 3. Su composición no puede establecerse de forma concluyente, pero la litología que se reporta puede corresponder a secuencias carbonatadas y terrígenas del Jurásico Superior-Cretácico Inferior. El pozo 30 reportó manifestaciones de petróleo ligero en este complejo.

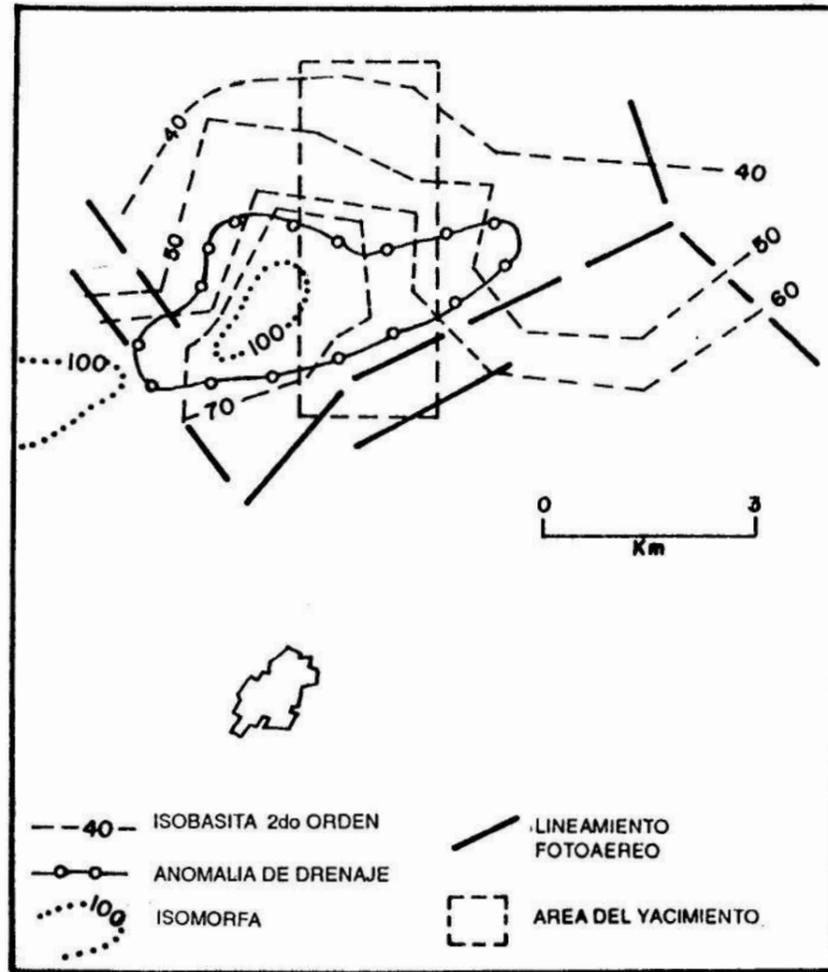


FIGURA 3. Esquema morfométrico del área Martín Mesa.

Las margas de la Fm. Universidad, yacen tranquilamente en discordancia angular sobre las rocas más antiguas, esto permite afirmar que los movimientos de sobreempuje estuvieron activos hasta la parte baja del Eoceno Inferior.

Las fallas verticales y cuasi verticales desplazan las superficies entre los mantos, creando una geometría singular, caracterizada por una serie de planos escalonados que buzan en general hacia el sur (Figuras 4 y 5). Las partes más elevadas entre las superficies de contacto de las escamas en cada bloque, constituyen zonas de gran interés para localizar depósitos de gas y petróleo. Tales zonas se hayan al norte de cada bloque y se apantallan contra el plano de falla, además encima del techo de la escama se dan condiciones favorables para la acumulación de petróleo y gas.

Resumiendo, se puede afirmar que el factor tectónico juega un rol importante en la posible formación de trampas de petróleo, concentrándose el interés

en los planos de contacto entre escamas principales y las fallas de ángulo abrupto que producen el escalonamiento de estos.

En la escama B se reportan afluencias de petróleo y gas a partir de calizas del Grupo Martín Mesa. La escama C produce cantidades interesantes de gas. Como se ha señalado, el pozo 30 reportó manifestaciones de petróleo ligero en el techo de la escama D. Hasta el momento no se ha localizado ningún depósito de petróleo con volúmenes apreciables.

El petróleo disperso en las escamas A y B, así como la presencia de gas en el pozo 3, permite deducir que los hidrocarburos proceden de horizontes más profundos. En este caso, la escama inferior D y el complejo de baja densidad detectado por gravimetría y sísmica adquieren mayor interés. Hasta el presente la profundidad media de exploración es de 1 500 m; es preciso explorar por debajo de estos niveles para poder evaluar la real potencialidad del yacimiento.

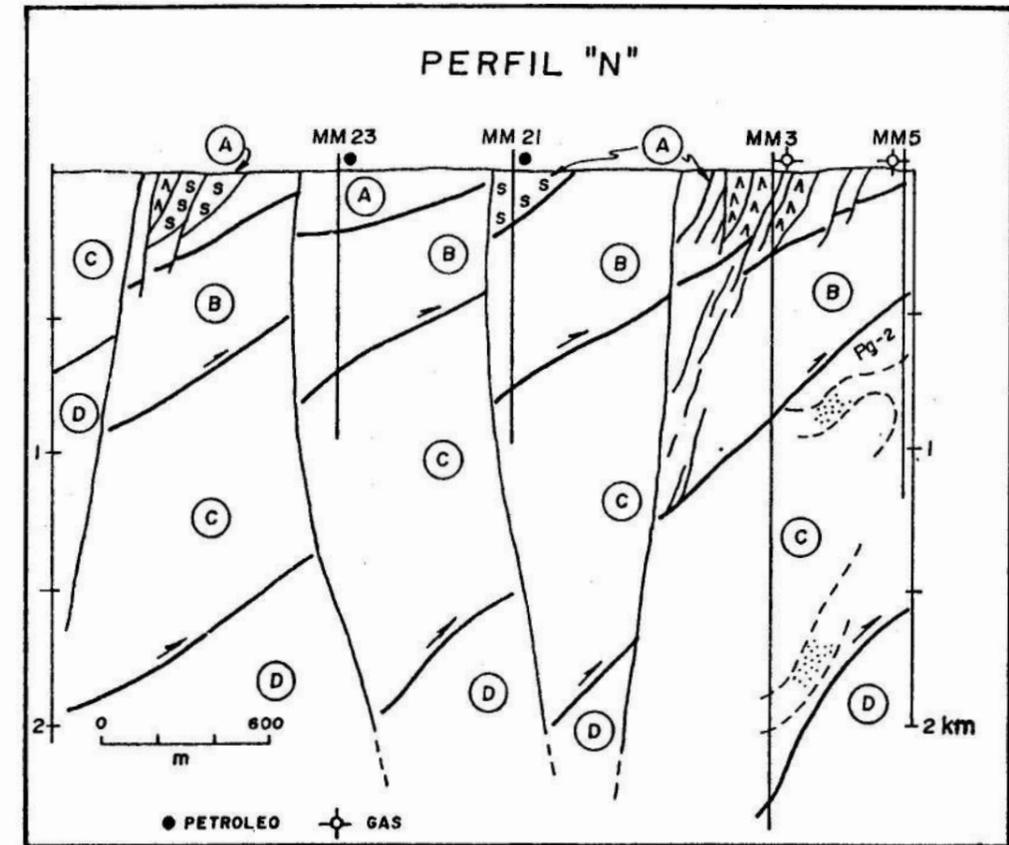


FIGURA 4. Esquema estructural general de área Martín Mesa según el perfil N.

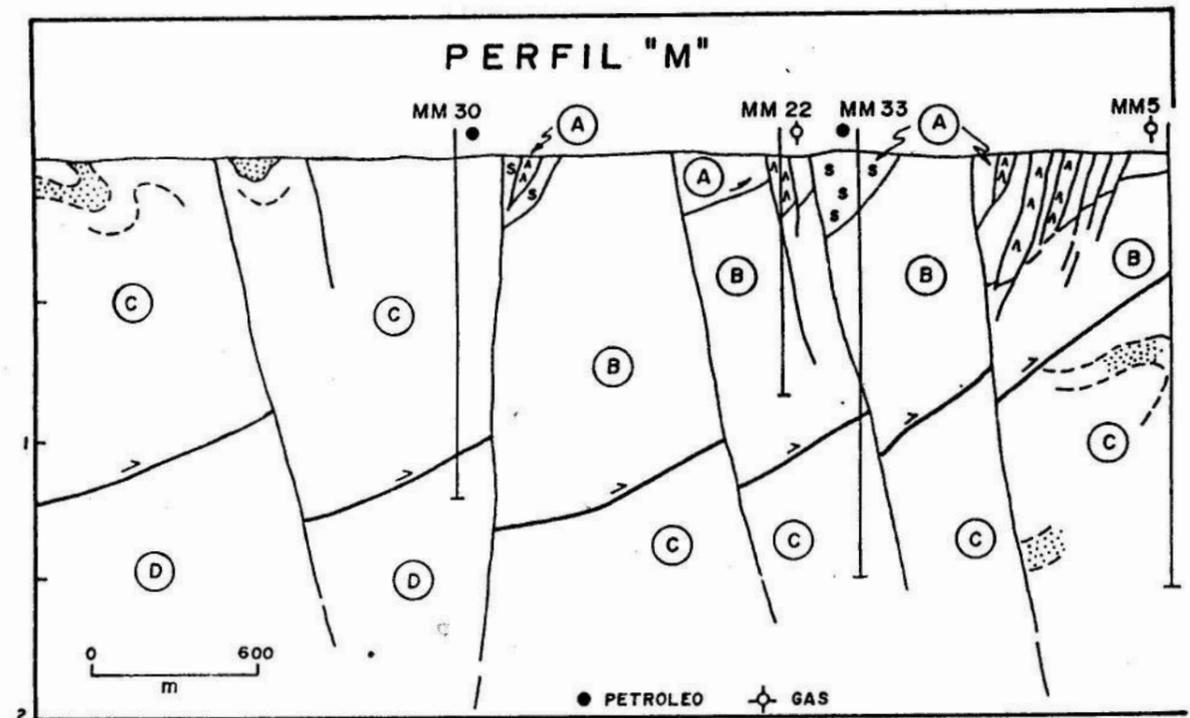


FIGURA 5. Esquema estructural general del área Martín Mesa según el perfil M.

ESTUDIOS GRAVIMETRICOS

Los estudios gravimétricos realizados en el área del yacimiento Martín Mesa con anterioridad, responden a escalas pequeñas o medias sin corrección topográfica. Estudios recientes a escalas 1:50 000 y 1:10 000 con corrección topográfica, tienen la precisión suficiente para los fines perseguidos. Lo más significativo de los datos obtenidos y de los resultados de la interpretación de estos es lo siguiente:

1. Fueron procesados y obtenidos, además del perfil de anomalías de Bouguer, los perfiles de V_{xz} y V_{zz} .
2. En base a las consideraciones geológicas resumidas anteriormente, se clasificaron los complejos rocosos en tres grupos, que abarcan las rocas de la parte su-

perior hasta 200-400 m de profundidad (escama A), las del Grupo Martín Mesa y terrígenos del Cretácico Superior (escamas B, C y D) desarrollado hasta profundidades máximas de 600 m y presumiblemente las del Jurásico Superior-Cretácico Inferior respectivamente. Este último grupo es el menos estudiado por no haber sido cortado por ningún pozo del área.

3. La definición de la densidad media característica de cada uno de los complejos rocosos se hizo, en los dos primeros casos, en función de los datos aportados por las determinaciones de laboratorio para muestras superficiales y de núcleos de perforación. En la Figura 6 se aprecia la distribución de estas densidades.

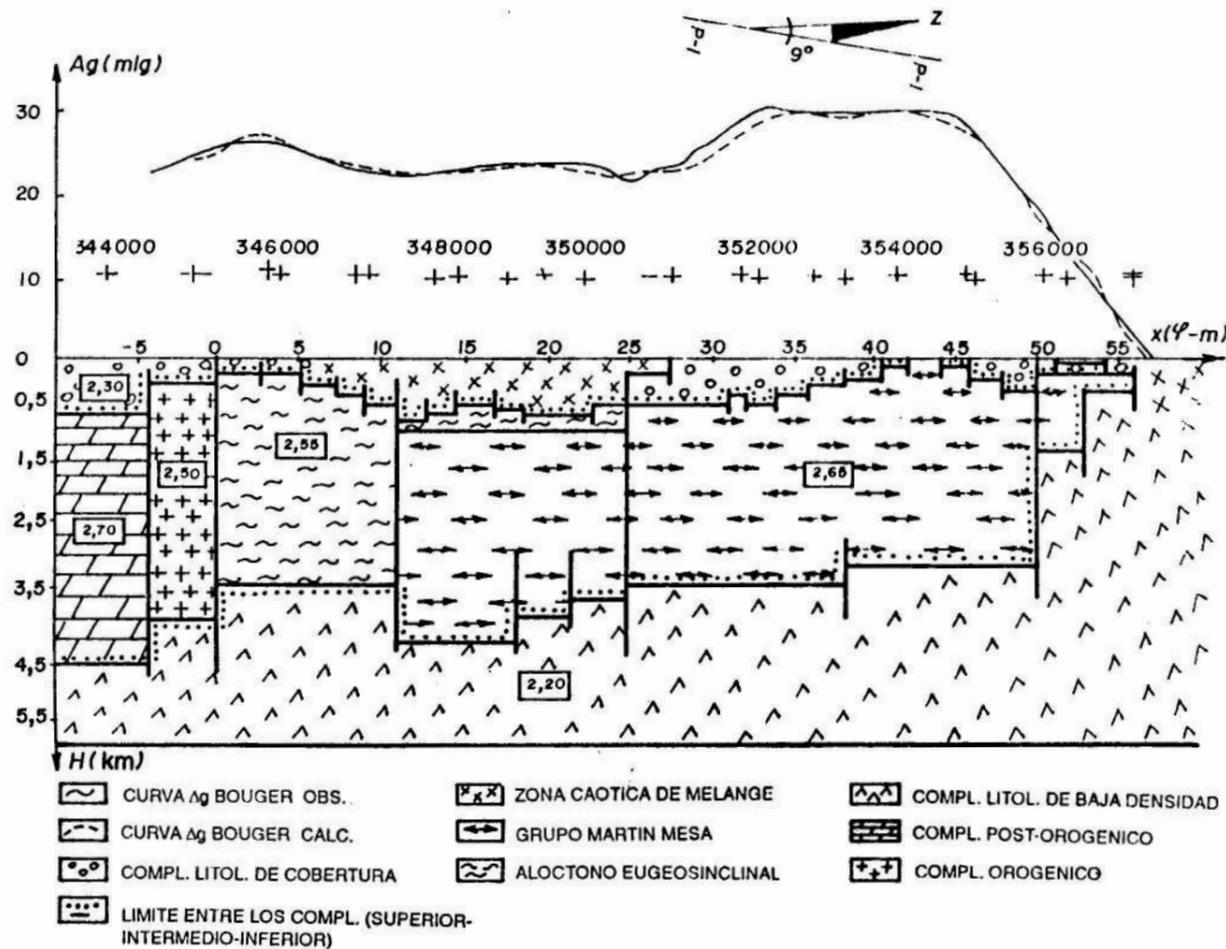


FIGURA 6. Modelo geológico geofísico simplificado del área Martín Mesa.

4. La interpretación final se realizó tomando en cuenta los datos semirregionales, debido a la eliminación que se hizo del efecto más local en cada perfil de ΔG de Bouguer.

Después de realizar un proceso de modelaje tridimensional se pudo apreciar, que las hipótesis geológicas planteadas, sobre las características físicas del corte en profundidad, eran válidas y que el mismo puede ser reducido a tres complejos, donde el más profundo está caracterizado por una densidad de $2,2 \text{ g/cm}^3$ y se extiende de manera continua a grandes profundidades como se muestra en la Figura 6. Debe destacarse que en el proceso de modelaje fueron utilizados además de los datos de ΔG de Bouguer, los aportados por los gradientes V_{xz} y V_{zz} que permitieron ubicar cada uno de los elementos estructurales existentes en el área (muchos de ellos se evidencian en el levantamiento geológico a escala 1:10 000) y precisar los extremos laterales y en profundidad de estos.

La superficie de contacto entre uno y otro complejo es altamente irregular, además en la casi totalidad de los casos, los contactos entre ellos están definidos por una falla, que puede ser más o menos profunda, de diferentes órdenes y posición cercana a la vertical.

El proceso de interpretación por modelaje se puede resumir de la siguiente forma:

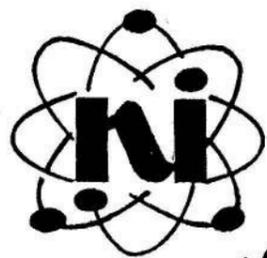
- El complejo de menor densidad es el inferior, con un valor promedio de $2,2 \text{ g/cm}^3$, la que aumenta gradualmente hacia la superficie.
- El contacto entre los complejos I y II es muy irregular y debe representar la parte superior de la escama B.
- El techo del complejo III es irregular también, aunque menos que el techo del II, y muestra una posición ascendente de sur a norte, lo que hace que cerca de la costa, se encuentre a profundidades pequeñas, próximas a los 2 000 m.
- El complejo III, de muy baja densidad, pudiera ser la roca madre del yacimiento, mientras que los complejos II y III funcionarían como reservorios, cuando las condiciones de movimiento del petróleo a través de fallas profundas y la existencia de sellos, haya permitido la acumulación de pequeñas cantidades del mismo.
- El acercamiento a la superficie del complejo III en los extremos norte y sur del área estudiada, aconsejan la exploración de esas zonas, principalmente en el sector norte cuya profundidad es de aproximadamente 2 000 m.

En base a lo expuesto se puede afirmar, que estamos en presencia de un área prospectiva para la prospección gasopetrolífera, donde deben continuarse

estudios detallados fundamentalmente en el sector norte (cercano a la costa) con vistas a definir si realmente estamos en presencia de la roca madre del yacimiento, lo que de ser cierto convertiría el área en altamente prospectiva.

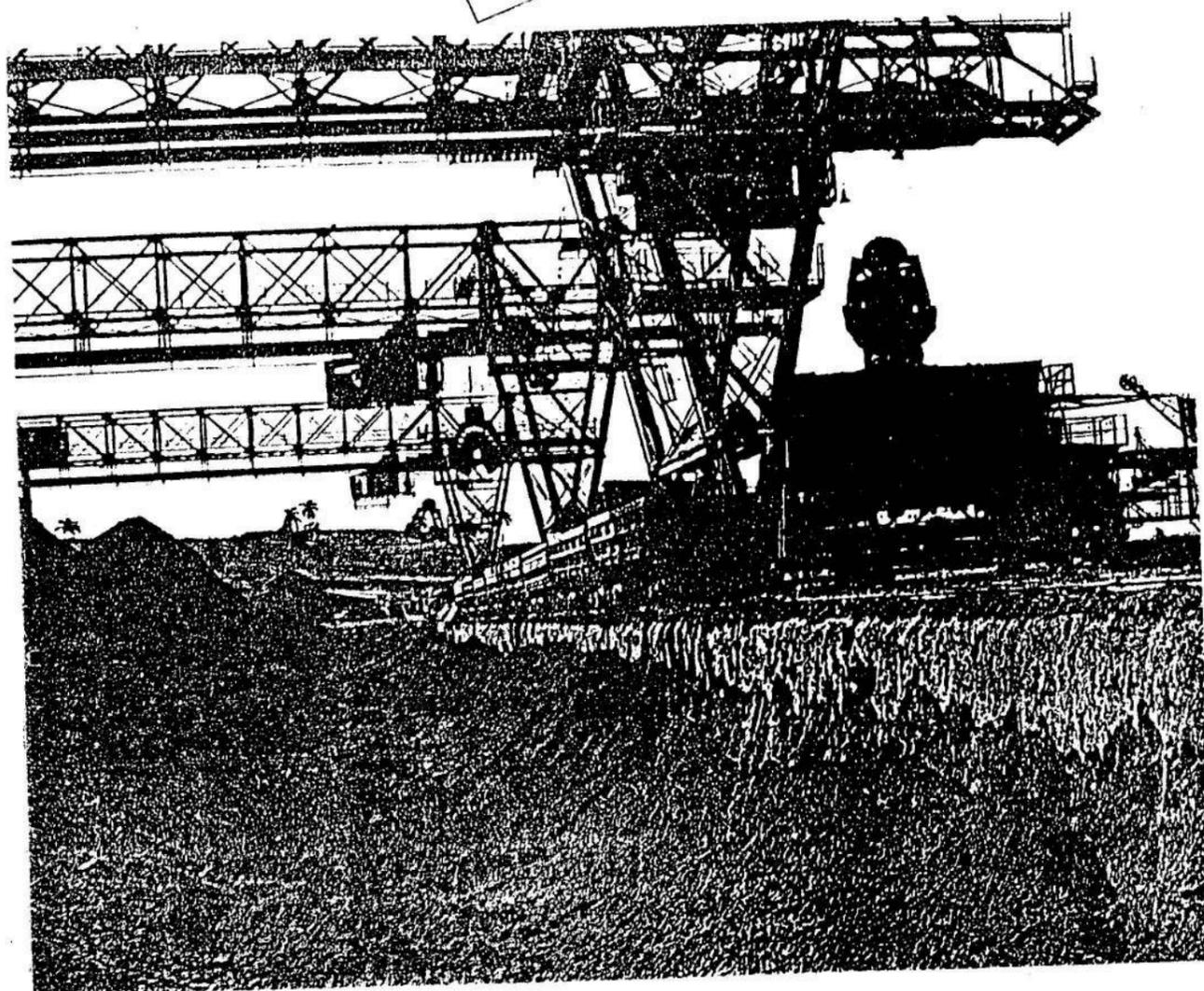
BIBLIOGRAFIA

- ALBEAR, J.F. y otros: "Contribución a la geología de las provincias La Habana y Ciudad de la Habana", Instituto de Geología y Paleontología, ACC, 1985.
- BUFFER, R.T.: *Ocean Margin Drilling Program Paginal Atlas Series (Atlas no.6)*, USA, 1981.
- ECHIEVERRIA, G.: "Producción de petróleo en Cuba y las rocas que lo almacenaron", *La Minería en Cuba*, no.3, 1976.
- EMERY, K.O.: "Márgenes continentales: clasificación y perspectivas petrolíferas", AAPG, no. 3/64, USA, 1980.
- FURAZOLA B., G.: "Nuevo esquema de correlación estratigráfica de las principales formaciones geológicas de Cuba", *La Minería en Cuba*, vol. 5/78.
- GARCIA, R.: "División estratigráfica de cortes encontrados por los pozos paramétricos", *La Minería en Cuba*, no. 4, 1976.
- IMLAY, R.W.: "Jurassic paleogeography of the conterminous U S in its continental salting", *US Geological Survey*, Paper 1062, USA, 1980.
- ITURRALDE VINENT, M.: "Las ofiolitas de Cuba", *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, no. 17, 1990.
- KONIUJOV, A.I.: *Formaciones sedimentarias en zonas de frontera de continentes y océanos*, Ed. Nedra, 1987.
- MARTIN, R.G. y R.T. BUFFER: *Perfiles sísmicos Golfo de México*, Inst. Geofísica, Texas, 1984.
- MEYERHOFF, A.A. and C.N. HATTEN: "Bahamas Sahent of Northamerica Tectonic Framework Stratigraphy and Petroleum Potencial", AAPG, vol. 58/6, p. 1201, 1974.
- MOLINA GARZA, R.S.: "Paleomagnetismo en el macizo de Chiapas, sur de México y evidencias de rotación del bloque Maya", *Geological Soc. of America Bull.*, vol. 104/9, 1992.
- MOSSAKOVSKY, A.A. y J.F. ALBEAR: "Estructura de cabalgamiento de Cuba occidental y norte e historia de su formación a la luz del estudio de los olistostromas y las molasas", *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, ACC, 1979.
- PINDELL, J.L. and S.F. BARRET: "Geological evolution of the caribbean regional a plate tectonic perspective", *Geological Soc. of America Bull.*, 1990.
- SEGURA, R.: "El complejo vulcanógeno sedimentario y la intrusión ultrabásica en el yacimiento petrolífero Guanabo", *Revista Tecnológica*, no. 3, 1970.
- SHERIDAN, R.F. and J.T. CROSBY: "Stratigraphy and structure of southern Blake Plateau, northern Florida Straits and Northern Bahamas Platform from multichannel seismic", AAPG, no. 65/12, p. 2571, 1981.
- VALLADARES, S.: "Metodología para la evaluación de los colectores y las propiedades de las rocas pertenecientes al complejo alóctono eugeosinclinal", *Trabajo de Grado Científico*, Centro de Información ISPJAE, 1986.
- y J. ALVAREZ: "Caracterización de las litologías y colectores presentes en la secuencia serpentinitica alóctona de algunos yacimientos de la costa norte de Cuba", *Minería y Geología*, no. 1, 1985.
- VINEGRA, F.: "Age and evolution of salt Jaims of southeastern Mexico", AAPG, vol. 55/3, p. 478, 1971.



¡EXCLUSIVO!

EL CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE LA LATERITA
le ofrece la posibilidad que Ud. espera



COMPOSICION DE LAS PULPAS LIMONITICAS DE LA PLANTA COMANDANTE "PEDRO SOTO ALBA" I PARTE

Dra. Aida Almaguer Furnaguera
Ing. Arisbel Cerpa Naranjo

Empresa Geólogo Minera de Oriente. Universidad de Oriente

RESUMEN

Se analiza la influencia de la mineralogía en el proceso de sedimentación de la pulpa limonítica, y se toman en consideración otros factores investigados, para lograr el contenido de sólido necesario que influye en la capacidad de la planta de lixiviación y los índices tecnológicos. El análisis de los elementos que aportan las investigaciones demuestran, que los principales factores que influyen en el proceso de sedimentación son: la composición granulométrica, iónica y mineralógica estructural.

La preparación de las pulpas limoníticas, que pasan al proceso de lixiviación, se basa en el lavado y clasificación de partículas por cribado, de donde se obtienen dos fracciones, una limonítica (menor de 83 μm) y otra denominada rechazo (mayor de 83 μm) que contiene además fracciones serpentínicas [19,20].

La pulpa cruda entra a los espesadores con un 25 % de sólido y debe salir de ellos con un 47,8 % para que se alcancen buenos índices tecnológicos. El proceso de sedimentación muchas veces se ve afectado porque el contenido de sólido obtenido en las pulpas es menor de un 43 %. Esto ha conllevado a realizar numerosos trabajos investigativos para analizar la afectación de este parámetro y las causas que lo provocan.

Entre los factores investigados con vistas a acelerar el proceso de sedimentación se encuentran, el pH de la pulpa, la sedimentación de tipos de partículas clasificadas, la influencia de los campos magnéticos, eléctricos y de ultrasonido, la agitación previa, los cortadores para romper la estructura volumétrica de la pulpa, los reactivos floculantes y reguladores de la coagulación, los estudios mineralógicos y la composición sustancial de las pulpas. Todas estas investigaciones se han efectuado en períodos de buena y de mala sedimentación.

Los yacimientos que actualmente son minados en la mina Moa para el proceso tecnológico, poseen un grado de estudio bajo que no abarca toda el área de los mismos, por lo que el conocimiento que poseen los tecnólogos sobre la composición mineralógica de las menas que procesan, es pobre.

La influencia de la mineralogía del material que entra al proceso tecnológico es uno de los aspectos más controvertidos, pero el hecho real es que exis-

ABSTRACT

This paper deals about the mineralogical influence in the sedimentation process of limonitic pulp and it's considerate other factors for obtaining the solid that influence in the capacity of lixiviation plant and the technological index. A review of earlier researches demonstrate that the principal factors that influence in the sedimentation process are granulometric, ionic and structural mineralogic composition.

ten diferencias en la composición mineralógica de las pulpas en períodos de crisis con respecto a períodos normales de sedimentación [3,9,10,16,21].

Las exploraciones geológicas que anteceden a la explotación minera deben brindar la información necesaria sobre la composición mineralógica, que puede ser complementada durante las extracciones en los frentes de cantera. Esto posibilitará conocer qué menas ocasionarán problemas durante el proceso tecnológico.

Estudios realizados sobre la composición granulométrica de las pulpas corresponden a grupos homogéneos amplios, siendo las partículas gruesas las mejores estudiadas [1].

Ponce y otros (1983) llegan a la conclusión de que en las partículas finas de las pulpas predominan los tamaños de grano entre 44 y 30 μm , a diferencia de lo encontrado por B. Plummer (1978) y R. Quintana Puchol (1984), quienes señalan los mayores por cientos por debajo de los 10 μm .

Al comparar la pulpa cruda en ambos períodos (de crisis y normal) con relación al por ciento de partículas, se han obtenido los siguientes resultados:

Pulpa cruda

Tamaño en μm	0-2	2-5	5-10	10-44	44-830	
Acumulado en %	21	32	56	90	100	Período de crisis
Acumulado en %	27	40	68	90	100	Período normal

Como se observa más del 55 % de las partículas de las pulpas corresponden a tamaños menores de 10 μm y sólo el 10 % de ellas está por encima de 44 μm .

Estos datos contradicen lo expresado por J. Marrero (1991) de que en períodos de mala sedimentación