

"UNIVERSIDAD DE ORIENTE"

ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA

"ESTUDIO DE LOS POZOS COLORADO # 1, HICACOS #1

PARDO # 2, GOLDEN HOPE # 1, LEE # 1"

TESIS DE GRADO

FRANCISCO GARCIA DE LA TORRE



OCTUBRE DE 1969

"AÑO DEL ESFUERZO DECISIVO"

DEDICATORIA

A todos aquellos que han ofrendado sus
valiosas vidas en la lucha contra el
imperialismo y el subdesarrollo.

PLAN DE LA TESIS

INTRODUCCION

CAPITULO I

EL MEDIO GEOGRAFICO Y ANTECEDENTES DE LOS POZOS

- I. El medio geográfico.
- II. Antecedentes de los pozos.

CAPITULO II

ESTRATIGRAFIA

- I.- Jurásico Superior.
- II.- Cretácico.
- III.- Paleógeno.
- IV.- Neógeno.

CAPITULO III

MAGMATISMO

- I. Magmatismo efusivo.
- II. Magmatismo intrusivo.

CAPITULO IV

TECTONICA

- I. Depresión de avance del geosinclinal.
- II. Zona Falla Marginal.

CAPITULO V

MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

- I. Pozos de la Bahía de Cárdenas.
- II. Pozos de la Falla Marginal.

CAPITULO VI

ESQUEMA DE LA HISTORIA GEOLOGICA DE LA REGION

- I. Epoca Jurásico Superior.
- II. Período Cretácico.
- III. Período Paleogeno.
- IV. Período Neogeno.
- V. Período Cuaternario.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INDICE

I N T R O D U C C I O N

El propósito de nuestro trabajo es el hacer un estudio lo mas completo posible, de acuerdo con nuestras posibilidades, de los pozos "Colorado # 1"; "Hicacos # 1"; "Pardo # 2"; "Golden Hope #1" y "Lee # 1", los cuales fueron perforados para la investigación petrolera.

Las fuentes de información utilizadas fueron los expedientes de los pozos, e informes geológicos confeccionados por los geólogos que trabajaban para las compañías petroleras norteamericanas, todos obran en el fondo geológico del M.M.C.M.

Para el pozo Colorados # 1 fué utilizado el libro diario del Registro de Hidrocarburos, así como las diversas curvas geofísicas de pozos que se encuentran en el archivo del Campo de Perforación de los Cayos y Costa Norte, Caibarien. Los datos paleontológicos de este pozo fuero-n tomados en el Departamento de Paleontología del M.M.C.M., en La Habana.

Al hacer nuestro trabajo hemos revisado las determinaciones estratigráficas, poniéndola al día, especialmente con respecto al Jurásico Superior, Cretácico, Oligoceno y Mioceno.

La parte de Tectónica está muy esquematizada debido a la fal-

ta de información sobre los trabajos geofísicos, especialmente - los del barco soviético "Vladimir Obruchev", los cuales por dificultades superiores a mis deseos no pudieron ser incluidos.

En relación con el pozo "Golden Hope # 1", a causa de la pobre información paleontológica que aparece en los archivos sobre el mismo, nos fué completamente imposible hacer la revisión estratigráfica, no teniendo otro recurso que copiar la adoptada en el expediente del pozo.

Estamos conscientes de las limitaciones que tenemos para realizar un estudio de la envergadura que requiere este trabajo, pero hemos intentado realizar nuestro mejor y mayor esfuerzo, y -- confiamos que el mismo pueda ser útil, con lo que tendremos la satisfacción de haber contribuido con un granito de arena en la inmensa tarea que enfrenta nuestra Revolución y nuestro Gobierno Revolucionario en el hallazgo de yacimientos de petróleo que permitan alcanzar el vasto desarrollo que necesita nuestra Patria.

Finalmente, queremos dejar constancia de nuestra gratitud a todos los compañeros del M.M.C.M. por todas las facilidades que nos dieron para revisar sus archivos y tomar nota de todo aquello que pudiera ser de vital importancia en el desarrollo de nuestro trabajo, así como mi agradecimiento imperecedero a todos mis profesores de nuestra querida UNIVERSIDAD DE ORIENTE por sus valiosas enseñanzas y sabios consejos.

Francisco García de la Torre

OCTUBRE DE 1969

"AÑO DEL ESFUERZO DECISIVO"



C A P I T U L O I

"EL MEDIO GEOGRAFICO Y ANTECEDENTES DE LOS POZOS"

I.- EL MEDIO GEOGRAFICO.

- a) Si tuación geográfica
- b) Relieve
- c) Hidrografia
- d) Costas
- e) Recursos humanos

II.- ANTECEDENTES DE LOS POZOS

- a) Pozo Colorado I
- b) Pozo Hicacos I
- c) Pozo Pardo 2
- d) Pozo Golden Hope I
- e) Pozo Lee I

C A P I T U L O I

"EL MEDIO GEOGRAFICO Y ANTECEDENTES DE LOS POZOS"

I.- EL MEDIO GEOGRAFICO.-

a) Situación geográfica.

Los pozos estudiados se encuentran dentro de un área que se extiende desde la parte Oeste de la Bahía de Matanzas hasta las inmediaciones del pueblo de Máximo Gómez; encerrados por una línea - que se extiende, al Oeste, desde la Ensenada de Bacunayagua hasta el pueblo de Ceiba Mocha, pasando luego por el Sur por los pueblos de Limonar, Coliseo y un poco al Sur de Máximo Gómez. El límite - Este se extiende desde el sur de Máximo Gómez hasta la Bahía de - Santa Clara. Por el Norte, el límite está constituido por el borde de la plataforma insular.

b) Relieve.

Al Oeste de la Bahía de Matanzas se encuentran las últimas estribaciones de las Alturas Habana-Matanzas, que son el producto de la erosión del anticlinal del mismo nombre y del sinclinal Almendares-San Juan.

Los núcleos del anticlinal, constituidos principalmente por cuerpos de serpentinitas forman prominencias topográficas, debido

a su mayor resistencia a los agentes erosivos, con respecto a las formaciones terciarias carbonatadas que los recubren.

La mayor altitud de esta región la constituye el Pan de Matanzas con 381 metros de elevación.

Hacia el Sur y Este de la Bahía de Matanzas y abarcando el resto del área se extiende una llanura formada por suelos rojos - muy fértiles que son el producto de la destrucción de rocas carbonatadas del Neógeno. Esta llanura no es más que una porción de la llamada Gran Llanura Occidental de Cuba. En ella existen escasas elevaciones constituyendo en general afloramientos de cuerpos de serpentinitas, tales como las Tetas de Camarioca, con una altitud de 240 metros; Loma Triana con 139 metros de altura y El Cantel.

c) Hidrografía.

Los ríos que corren en la sub-región Habana-Matanzas cortan profundamente las alturas costeras formando abras o desfiladeros, tales como los de Bacunayagua y Yumurí. Otros ríos importantes son el San Juan y el Canimar, ambos desembocan en la Bahía de Matanzas.

En la llanura Occidental el drenaje es principalmente subterráneo por lo que los ríos son muy escasos. Las abundantes lluvias penetran hacia el subsuelo a través de las rocas calizas porosas abriendo sumideros y cavernas y continuando su circulación subterráneamente, a causa de esto ha sido llamada a veces, "llanura cársica". Los escasos ríos dignos de mención en esta llanura son los ríos La Palma y Martí.

La ausencia de drenaje superficial ha provocado la construcción de numerosos canales y zanjas como los del Canal del Roque y otros de menor importancia que sirven de drenaje a la llanura en la época de las lluvias y llevando el exceso de aguas super

ficiales al mar.

d) Costas.

La costa desde la Bahía de Matanzas hasta la península de Hicacos presenta acantilados moderadamente escarpados, con numerosas cuevas y colgadizos productos de la erosión marina. Es característico para este tramo costero la poca extensión de la zona litoral, se encuentran profundidades de 600 metros en la Bahía de Matanzas. Un poco mas al Este se encuentran profundidades entre 300 y 600 metros a una distancia de 500 metros de la costa.

Estas grandes profundidades en la Bahía de Matanzas, así como la presencia en el fondo de ella de los cauces sumergidos de los ríos Canimar y San Juan, prueban que en esta región ocurrió en edad reciente movimientos tectónicos descendentes.

Son frecuentes en este tramo las terrazas marinas, observándose en la Bahía de Matanzas cinco niveles diferentes.

Hacia el Este de la Península de Hicacos la costa difiere grandemente de la anterior, siendo por lo general baja y cenagosa, la zona de poca profundidad marina se extiende a varios kilómetros de la costa, presentando numerosos cayos.

e) Recursos humanos.-

Las poblaciones mas importantes que se encuentran en las inmediaciones de los pozos son: Matanzas, Cárdenas, Varadero, Máximo Gómez y Limonar.

Las vías de comunicación mas importantes son: la Carretera Central, que comunica la ciudad de Matanzas con el resto de la Isla y el Circuito Norte que conecta a Cárdenas, Varadero y Máximo Gómez con las ciudades que cruza el mismo.

De acuerdo con los datos mas recientes, el total aproximado de habitantes de esta zona es de unos 230,000.

El cultivo principal está constituido por la caña de azúcar y en menor cantidad se siembra arroz y henequén. También se encuentran varios centros especiales para la cría de ganado de raza.

II.- ANTECEDENTES DE LOS POZOS.-

a) Pozo Colorado # 1.

Este pozo está ubicado en el Rincón Francés, Península de Hicacos, Municipio de Cárdenas.

Sus coordenadas Lambert son:

X = 485 kilómetros / 506 metros

Y = 374 kilómetros / 950 metros.

El propósito de este pozo es la exploración y documentación estratigráfica de un anticlinal descubierto a base de los trabajos sísmicos realizados por el barco soviético "Vladimir Obruchev" y por trabajos sísmicos de aguas someras.

Su perforación fué comenzada en agosto de 1968, la que aún continúa. En la actualidad (lro. de septiembre de 1969) tiene ---- 2,836 metros de profundidad.

b) Pozo Hicacos # 1.

Este pozo está localizado en la bahía de Cárdenas, sus -- coordenadas geográficas son 23° 0.21' latitud Norte, y 81° 7.42' longitud Oeste.

Fue perforado por la compañía norteamericana "Gulff". Comenzado el 30 de julio de 1949, fue abandonado el 16 de diciembre del propio año a la profundidad de 1,537.7 metros.

El propósito de este pozo fue de exploración, siendo ubicado en una anomalía gravimétrica, la que fue confirmada por los trabajos sísmicos hechos por esta compañía en la zona de la Bahía de Cárdenas.-

c) Pozo Pardo # 2.

Está localizado a los 33° 9' latitud Norte, y 81° 38' longitud Oeste, a unas 7 millas al Oeste de la ciudad de Matanzas. Su altitud sobre el nivel del mar es de 17 metros.

Fue perforado por la "Canadian Astoria" desde agosto de 1955 a 30 de septiembre del mismo año, siendo abandonado a la profundidad de 916 metros.

Su propósito fue el de exploración y se desconocen a base de que trabajos fue ubicado.

d) Pozo Golden Hope # 1.

Este pozo está localizado aproximadamente a 10.5 kilómetros Este Sureste de la ciudad de Cárdenas. Su altitud sobre el nivel del mar es de 6 metros.

La perforación de este pozo comenzó el 5 de abril de 1956, por la "Compañía Cuban Oil Corp.", siendo perforado por una máquina de tipo rotatoria. La perforación terminó el 24 del propio mes y año, y su profundidad final fue de 698 metros.

e) Pozo Lee # 2.

Se encuentra localizado a medio kilómetro al Sur del pueblo de Máximo Gómez.

Fue perforado por la "Standard Oil". La perforación comenzó el 16 de agosto de 1946 y se abandonó el 4 de noviembre de ese mismo año, a la profundidad de 507.5 metros.

Este pozo fue perforado con el fin de investigar la anomalía magnética que se encuentra cerca del pueblo de Máximo Gómez, y para investigar las acumulaciones de petróleo en las serpentinitas y en las formaciones sedimentarias del terciario.



CAPITULO II
ESTRATIGRAFIA

I. JURASICO SUPERIOR.

II.- CRETACICO

a) Cretácico Inferior

1) Neoconiano

2) Aptiano-Albino

b) Cretácico Superior

III.- PALEOGENO.

a) Paleoceno

b) Eoceno

c) Oligoceno

IV.- NEOGENO.

a) Mioceno

b) Cuaternario

C A P I T U L O I I

E S T R A T I G R A F I A

I.- JURASICO SUPERIOR.

De los pozos estudiados solamente dos atravesaron las rocas del Jurásico Superior, y son los pozos Colorado # 1, e Hicacos # 1.

(1). Pozo Colorado # 1.

Las rocas del Jurásico Superior fueron encontradas en el núcleo # 16, de 1,687 a 1,690 metros. En esta parte del pozo las rocas del Jurásico Superior están cubiertas por las formaciones del Cretácico; el contacto Jurásico superior---Cretácico inferior no está claro debido a que casi todo este intervalo es estéril. El límite inferior de este intervalo es una falla, quedando encajadas en esta parte las rocas del Jurásico superior dentro de las del Cretácico.

Según la descripción litológica del núcleo # 16, este intervalo está formado por calizas de colores grises y cremas, muy fracturadas, con petróleo pesado y material arcilloso relleno parcialmente dichas fracturas.

La fauna encontrada consistió en: *Calpionella alpina* y *C. elliptica*, lo que nos señala una edad: Tithoniano-Neocomiano.

Las formaciones de esta edad, Jurásico Superior, fueron encontradas nuevamente por el pozo Colorado a partir de la profundidad de 2,030 metros, desde la cual son perforadas hasta este momento.

Litológicamente están constituidos por calizas de colores grises, cremas y oscuras; calizas dolomitizadas; dolomitas; brechas calcáreas. Todas las rocas presentan numerosas fracturas, -- siendo rellenas estas parcialmente por petróleo de alta densidad.

La descripción petrográfica disponible de las secciones delgadas de núcleos extraídas en este intervalo es la siguiente:

Núcleo No. 35 (2,178.10 ms-2,180.60 ms). Parte superior: caliza cripto-cristalina estratificada poco fracturada. Parte inferior y media: brecha calcárea formada por fracturación de calizas cripto-cristalinas, cementadas por mosaicos de calcitas y sulfuros.

Núcleo No. 37 (2,249.30--2,252.80 ms.). Parte superior: calizas organógenas estratificadas. Parte media e inferior: caliza -- dolomitizada estratificada y tectonizada.

Núcleo No. 40 (2,350--2,353 ms.) Caliza criptocristalina en parte organógena.

Núcleo No. 41 (2,353--2,356 ms) Igual que el anterior.

Núcleo No. 42 (2,400--2,403 ms) Caliza pelitomórfica en parte micro-organógena.

Núcleo No. 43 (2,427--2,429 ms) Igual que el anterior.

Desde 2,051 ms. hasta 2,300 ms. se encuentran los microfósiles siguientes: *Nannoconus bermudezi*, *N. steinmanni*, *Nannoconus sp.*

y *Tintinopsella* sp.

Aunque las formaciones anteriores fueron descritas originalmente por Bronimman (1955) como índices del Neocomiano para su -- "Caliza con *Nannoconus*", los trabajos mas recientes de C.M. Judoley y G. Furrázola (1968), han reportado esta fauna en los sedimentos del Tithoniano medio de la provincia de Pinar del Río, por lo que, a falta de otras especies que pudieran aclarar exactamente la edad, es necesario darle tentativamente la edad Tithoniano-Neocomiano.

(2). Pozo Hicacos # 1.

Las rocas de edad Jurásico Superior se encuentran desde -- 831 metros hasta 1,537.7 ms., donde el pozo fué abandonado.

La descripción litológica de la secuencia, de abajo hacia arriba, es la siguiente:

- 1.- Dolomitas cristalinas, densas, masivas, fracturadas; calizas dolomitizadas de color carmelita claro; calizas arcillosas y lutitas gris parduzco. En este intervalo se presentan dos sistemas de fracturas: unas verticales y otras a 45 grados, rellenas ambas, parcialmente, con petróleo pesado. Los buzamientos medidos para las capas fueron de 85 a 90 grados. El espesor de esta parte es de 21 metros.
- 2.- Calizas fracturadas de color carmelita claro, con estratificación fina a gruesa, con intercalaciones de lutitas calcáreas de color gris y con abundante material carbonoso. En la parte inferior hay intercalaciones escasas de calizas colíticas. La potencia de este intervalo es de 182 metros.

- 3.- Brechas tectónicas, formadas por fragmentos de calizas oolíticas, calizas normales, en matriz arcillosa. En esta parte se encuentran manifestaciones de petróleo pesado relleno de las grietas y fracturas. El buzamiento medido fué de 35 a 50 grados. De 1,326 a 1,325 ms. se encuentra una zona de dolomita masiva, recristalizada, con vestigios de calizas dolomitizadas y brechadas. El espesor total de este intervalo es de 108 ms.
- 4.- Calizas de granos finos, a veces litográficas, de color carmelita claro; con intercalaciones de lutitas calcáreas de color negro. Se presentan, así mismo, nódulos de chert a lo largo de esta parte de la sección. Fueron medidos buzamientos de 15 a 25 grados. La potencia para esta parte es de 397 metros.

En el informe final del pozo Hicacos # 1, realizado por J. Flores en Diciembre 27 de 1949, aparecen asignadas la edad del Cretácico Inferior a las secuencias de rocas que hemos descrito anteriormente, dividiendo estas rocas en dos formaciones:

De 698 a 831 ms. Formación Aptychus

De 921 a 1,537 ms. Formación Quemado.

Solamente son mencionados la presencia de fragmentos de aptychus y de radiolarios.

Otro informe paleontológico que aparece en el expediente del pozo Hicacos # 1, firmado por J.P. Beckmann con fecha 11 de Septiembre de 1957 establece para el intervalo de 698 a 831 ms. la edad del Eoceno. (La discusión de este informe la haremos mas adelante cuando tratemos el Eoceno).

Para las rocas de 831 ms. hasta el fin del pozo fué esta--

blecida paleontológicamente la edad Jurásica Superior por Bronniman y Pardo en el reporte paleontológico No.70 de 15 de Enero de 1953, donde son mencionados los siguientes microfósiles:

De 834 a 874.7: *Calpionella* cf. *elliptica*

C. cf. *alpina*

C.elliptica

C. *alpina*

Radiolarios.

De 874. a 1,263 ms: *Pseudocyclammina* sp.

Conicospirillina sp.

Ammobaculites sp.

Lenticulina sp.

Nautiloculina sp.

Radiolarios

Aptychus.

La zona de *Calpionella alpina* y *Calpionella elliptica* es - equivalente a la zona de *Nannoconus steimanni N.bermúdezi*, del pozo Colorado # 1. Su edad puede establecerse como Tithoniano medio-Neocomiano, correspondiente a la parte superior de la Formación - Artemisa (Lewis, 1932) de la que son sinónimas las Formación *Aptychus* y Formación Quemado.

II.- CRETACICO.

Las rocas de edad Cretácica se encuentran unicamente en los Pozos Colorado # 1 y Pardo # 2. Como en el caso de este último pozo, estas rocas corresponden a los productos de la actividad -- magmática, las mismas serán descritas en la parte del magmatismo.

a) Cretácico inferior.

1.- Neocomiano.

La posible presencia de este piso en los pozos Hicacos # 1 y Colorado # 1, fué discutida ya anteriormente. En general, está puesta en duda la presencia del Neocomiano en Cuba por varios investigadores.

2.- Aptiano-Albiano.

Los estratos correspondientes a esta edad fueron reconocidos en el pozo Colorado # 1 en el intervalo de 1,866 a 2,030 metros.

La secuencia para esta roca es la siguiente:

-Parte inferior: Calizas de color gris, cremas y blancas, fracturadas totalmente, con petróleo pesado rellenando fracturas y con intercalaciones de capas de poco espesor de dolomitas y lutitas calcáreas. La potencia es de 126 ms.

-Parte superior: Lutitas pizarrosas de color negro, lutitas arenosas con estratificación finas, observándose micropliegues; con intercalaciones de calizas blancas y grises, con algunas impregnaciones de petróleo. La potencia es de 38 metros. La fauna encontrada es la siguiente:

Planctónicos

Nannocomus wassali
N. truitti
N. minutus
N. globulus
Hedbergella trocoidea
Planomalina sp.
Radiolarios

Bentónicos

Nummoloculina meimi
Dicyclina schlumbergeri

Esta fauna corresponde con el nivel superior (Aptiano-Albiano medio) establecido por Bronniman para la caliza con *Nannoconus*.

Debido a la falla que se encuentra entre 1,690 y 1,710 metros, los estratos del Cretácico Inferior están repetidos en este pozo. A 1,498 ms. de profundidad se encuentra una capa de biocalcaneritas de granos finos, las que presentan: *Nannoconus* sp., foraminíferos arenáceos y fragmentos de *Dicyclina*. La potencia es desconocida por no haberse podido establecer paleontológicamente los límites Cretácico Inferior--Cretácico Superior; Jurásico Superior--Cretácico Inferior.

b) Cretácico Superior.

En el intervalo de 1,866 a 1,700 metros encontramos las rocas de esta edad. El límite superior e inferior fué trazado a base de las curvas R. y S.P.

Litológicamente están formadas por dos partes distintas, la inferior la constituyen lutitas pizarrosas de color verde oscuro con intercalaciones de calizas grises, cremas; calizas microcristalinas y calizas arenosas. La potencia es de 110 metros.

La parte superior de 56 metros de espesor está formada por calizas grises y blancas y calizas arenosas. Para el intervalo de 1,838 a 1,847 ms. hay descrito conglomerados cuarzosos. Algunos de los géneros y especies de fósiles encontrados en el pozo Colorado # 1 para esta parte son:

Hebderguella troicodea

Hebderguella sp.

Globigerinelloides aeglefordensis

Clavihebderguella moremani
 Rotalipora appenninica
 Globigerinelloides sp.
 Praeglobotruncana sp.
 Dityoconus sp.
 Miliolidos
 Fragmentos de algas coralinas, corales y rudistas.

En la parte superior del pozo se encuentran también el Cretácico Superior. El límite superior para esta parte, está dada por una discordancia con el Eoceno-Cretácico a 974 ms. El límite inferior lo constituye el contacto Cretácico Inferior, el cual está indeterminado por la ausencia de mayor cantidad de datos que nos pudieran ayudar con exactitud en este límite.

Para esta parte la litología es la siguiente: Calizas arcillosas y calizas microcristalinas con intercalaciones de areniscas calcáreas de granos finos.

La determinación de la edad fue hecha solamente a base de: *Epistomia caracolla*.

III.- PALEOGENO.-

a) Paleoceno.

En ninguno de los pozos estudiados se encontraron fósiles indicativos para esta edad por lo que se concluye que está ausente.

b) Eoceno.

1.- Pozo Colorado # 1.-

La secuencia del Eoceno para este pozo está formada por margas, con intercalaciones de calizas cavernosas, calizas silíceas, lutitas de colores grises a verdes, calcáreas con numerosas intercalaciones de chert. La potencia es de 115 ms. (974-859 ms.).

La fauna encontrada para el Eoceno es la siguiente:

Truncorotalia formosa
 Truncorotalia aragonensis
 Truncorotalia wilcoxensis
 Truncorotaloides sp.
 Globigerina gravelli
 Globigerina aspensis.

Por la apariencia litológica y la presencia de Truncorotalia aragonensis identificamos este intervalo con la Formación Universidad, del Eoceno Inferior.

2.- Pozo Hicacos # 1.-

El Eoceno se encuentra en este pozo desde 693 a 830 metros, (137 ms. de potencia).

Litológicamente las rocas del Eoceno las podemos dividir en dos partes:

La parte inferior está formada por lutitas argiláceas, algo calcáreas, con intercalaciones de chert. El espesor de esta parte es de 132 metros.

La parte superior, con 5 metros de potencia, está formada por calizas y margas, similares a las del Mioceno que se encuentran sobreyacentes.

Según fué expuesto anteriormente, en el Informe final del pozo Hicacos # 1, (J. Flores, Diciembre 27 de 1949), se establece la edad Cretácico Superior para el intervalo de 698 a 831 - metros a base de fragmentos de Aptychus encontrados de 721 a 724 metros.

Nosotros asignamos la edad Eoceno Superior basándonos en el "Paleontological Memorandum No. 70" de J.P. Beckmann, de ---

Septiembre II de 1957, donde se establecen de 700 a 783 ms. la siguiente fauna:

Turborotalia centralis

Globigerina cf. almadensis

G. senni

Globigerinoides index

Turborotalia centralis es reportada también por J. Flores - en las calizas presentes de 693 a 698 metros.

Estimamos que los fragmentos de *Aptychus* encontrados son re depositados, producto de la erosión de rocas del Jurásico Superior.

3.- Pozo Pardo # 2.

En este pozo no hay evidencias de que estén presentes las rocas del Eoceno.

4.- Pozo Golden Hope # 1.

Según los datos extraídos del expediente del pozo, las rocas del Eoceno se presentaron desde 432 a 859 metros (427 ms. de potencia). Según la descripción, la parte superior de este intervalo consiste en calizas verdes y blancas y calizas verdes; la parte inferior está compuesta por margas y calizas margosas. La parte mas baja está formada por lutitas argiláceas interestratificadas con calizas. En la parte basal del Eoceno encontramos conglomerados de serpentinitas. El límite inferior está formado por el contacto con serpentinitas. Fueron encontrados *Globigerina sp.*; - *Rotálidos*; *Discoastéridos* y *Coccolithophoridos*.

5.- Pozo Lee # 1.

Este pozo atravesó de 175 a 253 metros dolomitas de color verde oscuro, grises, azules y blancas, con el graho fino al grueso. En la parte inferior, la dolomita está en contacto con las

serpentinitas, presentando fragmentos de serpentinitas lo que atestigua una antigua superficie de erosión.

No fueron encontrados fósiles en este intervalo, la Edad Eoceno fué dada por comparación con las dolomitas que se encuentran en el pozo Standard "T" # 1 de 739 a 305 metros de profundidad donde se encontró *Dictyoconus americanus* y *Discocyclina* sp. Estas dolomitas originalmente eran calizas o margas.

c) Oligoceno.

El Oligoceno está presente solamente en los pozos Golden Hope # 1 y Lee # 1.

Para determinar el Oligoceno y separarlo del Mioceno nos hemos guiado por los trabajos publicados por M.A. Iturralde Vinent (1969).

Para los pozos Hicacos # 1 y Pardo # 2, era asignada la edad Oligoceno a las capas que en realidad son del Mioceno, según se deduce del estudio de la lista de foraminíferos que aparecen en los repertorios paleontológicos.

Hay que tomar en consideración que la estimación de edad Oligoceno para el pozo Golden Hope # 1 es dudosa, ya que no fueron determinadas especies guías de microfósiles de esta edad.

1.- Pozo Golden Hope # 1.

El Oligoceno se encuentra desde 280 a 432 metros de profundidad, lo que significa una potencia de 156 ms., siendo representado litológicamente por calizas duras y fisuradas de color blanco, calizas arcillosas de color verde.

Es necesario hacer la advertencia que quizás esta litología no sea representativa para todo el intervalo, ya que hubo pérdidas en la circulación del lodo de perforación y no se recuperó

raron muestras de 372 a 402 ms.de profundidad y de 405.4 a 432 - ms.de profundidad.

2.- Pozo Lee # 1.

En este pozo el Oligoceno se presenta en el intervalo de 80 a 175 metros de profundidad, lo que representa un espesor de 95 metros.

La parte inferior está formada por calizas de color -- blanco con abundante *Lepidocyclina* y fragmentos de lignito. Cubriéndola se encuentran calizas margosas intercaladas con margas arenosas y lutitas arenosas. Las capas se alternan unas a otras con ritmicidad.

La fauna encontrada es la siguiente:

Lepidocyclina favosa

Cassidulina laevigata

Nodosaria longuiscata

Cibicides trinitatensis

Uvegerina mexicana

Planulina marialana

Nummulites especies

Rotalia mexicana.

IV.- NEOGENO.-

a) Mioceno.

Como señalamos anteriormente, para el Mioceno nos hemos basado en el esquema bioestratigráfico del Neógeno confeccionado por M.A.Iturralde Vinet (1969).

El Mioceno se encuentra en todos los pozos estudiados.

1.- Colorado # 1.

El límite inferior del Mioceno para este pozo está tra-

zado en una forma imprecisa. El contacto Mioceno-Eoceno fué trazado por G. Furrázola a la profundidad de 859 metros, donde desaparece *Truncorotalia formosa* y aparece *Globigerina* sp.

El límite superior está impreciso también, ya que sólo fueron determinados microfósiles a partir de 421 ms. de profundidad.

La litología de la parte inferior del Mioceno está constituida por margas delesnables, similares a las margas del Eoceno, sobre la que yacen. En esta parte se presentan también algunas intercalaciones de lutitas.

La parte superior está formada por calcarenita, calizas arenosas y calizas organógenas.

En este pozo no hubo recuperación debido a las pérdidas de circulación, desde la superficie hasta 237 ms. de profundidad.

Los microfósiles determinados son los siguientes:

De 421 a	<i>Globorotalia menardii</i>
803 ms.	<i>G. tumida</i>
	<i>Orbulina universa</i>
	<i>Globigerina bulloides</i>
	<i>G. eggeri</i>
	<i>G. sacculiferus</i>
	<i>Globigerinoides trilobus</i>
	<i>G. ruber</i>
	<i>Pullenia</i> sp.
	<i>Quinqueloculina</i> sp.
	<i>Globoquadrina altispira</i>
	<i>Uvegerina cubana</i>
	<i>U. carapitana</i>
	<i>U. rustica</i>

Cassidulina laevigata

C. subglosa

Siphogenerina transversa

Globigerina-a sp.

Discoaster sp.

Gyroïdina soldanii

Uvegerina rustica

Cassidulina subglosa

Ostrocodos.

De 803 a *Globigerina* sp.

859 ms. *Discoaster* sp.

Hay la posibilidad de que el intervalo de 803 a 859 metros,-- sea en realidad del Oligoceno, pues no se puede determinar exactamente su edad.

2.- Hicacos # I

El Mioceno es encontrado a partir de 50 a 698 metros de profundidad.

Según el contenido faunístico ha sido posible su separación en tres partes: Mioceno inferior (Aquitaniáno), Mioceno Medio y Mioceno Superior.

Mioceno Inferior (Aquitaniáno): Es encontrado de 621 a 698 ms. de profundidad. Está formado por margas con intercalaciones de calizas fosilíferas de granos gruesos a finos. Los buzamientos medidos para las capas son del orden de 5 a 35 grados.

La fauna contenida es la siguiente:

Catapsydrax dissimilis

Turborotalia mayeri

Cubanina alavensis

*Siphogenerina transversa**S. senni**S. hubbardi*

La presencia de *Catapsidrax dissimilis*, *Turborotalia mayeri*, por similitud litológica sugiere identificar este intervalo con la formación "Jaruco Bermúdez 1950".

Mioceno Medio. Las rocas de esta edad fueron atravesadas de 157 a 621 metros de profundidad.

El límite inferior para el Mioceno Medio fue trazado a base de la aparición de los géneros *Orbulina* y la especie *Globigerina altispira*. El límite superior lo constituye la aparición de *Gypsina pilaris*.

Este intervalo está formado por calizas, areniscas calcáreas, margas y calizas cavernosas, interestratificadas mutuamente. Los buzamientos medidos son del orden de 1 a 35 grados.

Los microfósiles más característicos son:

*Orbulina universa**Orbulina bilobata**Hastigerina aequilateralis**Liebusella soldani**Globigerinoides bispahericus**Globigerina altispira*.

Por este contenido faunístico y por la litología se trata de la "Formación Cojímar Palmer 1934".

Mioceno Superior.- Como fué establecido anteriormente, las rocas de esta edad fueron determinadas a base de la aparición de *Gypsina pilaris*. Litológicamente son similares a las del Mioceno Medio, existiendo abundantes pérdidas de circulación durante la

perforación de este intervalo debido a la presencia de numerosas cavernas.

3.- Pardo # 2.

El Mioceno en este pozo se encuentra desde la superficie hasta 607 metros de profundidad.

Las rocas del Mioceno yacen en este pozo sobre las serpentinitas del cretácico superior.

La parte inferior está formada por intercalaciones de calizas de color crema a rosadas y margas arcillosas de color gris. En el fondo se presentan guijarros de serpentinitas con matriz margosa, descansando sobre las serpentinitas.

La parte media, de 232 a 509 metros de profundidad, está formada por margas con abundantes foraminíferos, con escasas manifestaciones de asphaltita en las fracturas.

La parte superior de 232 ms. a la superficie, presenta calizas cristalinas, dolomitizadas parcialmente en algunos intervalos y calizas margosas. En la parte mas alta del corte, calizas coralinas y calizas pseudoolíticas organógenas.

A 573 metros fue sacado un dict con la siguiente fauna:

Turborotalia mayeri

Orbulina bilobata

O. suturalis

Catapsidrax dissimilis

Globigerinoides subcuadrata.

Otro dict tomado a 467 metros solamente mostró *Globorotalia fohsi*.

Estimamos que, a falta de mayores pruebas paleontológicas

cas, todo el intervalo es Mioceno Medio a Mioceno Superior y que los ejemplares *Catapsidrax dissimilis* fueron redepositados.

4.- Golden Hope # 1.

El Mioceno fué encontrado desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad.

La parte inferior de 250 a 280 metros está formada por margas de color verde gris. El resto del corte del Mioceno está formado por calizas margosas, calizas arenosas y calizas arcillosas, de colores blancos y verdes.

La fauna descrita para este intervalo es la siguiente:

Globigerina sp.

Rotalidos

5.- Lee # 1.

El Mioceno está presente desde 17 a 80 metros de profundidad. La parte inferior está formada por margas de color pardo, verdes a grises, similares a las del Oligoceno.

La parte media superior está formada por lutitas arenosas y lutitas calcáreas, con numerosos fragmentos de margas y con creaciones de limonitas. Intercaladas en la lutita hay una capa de seis metros de espesor de calizas margosas.

La fauna presentada es la siguiente:

Almaena alavensis

Anhistgina especies

Miogypsina especies

Eponides campester

Frondicularia zeta

Allomorphina especies

Uvegerina especies

Karrerella mexicana

b) Cuaternario.-

Los depósitos Cuaternarios están presentes en la Bahía de Cárdenas en forma de arenas, areniscas calcáreas, poco con sonlidades.

El espesor encontrado en el Pozo Hicacos # 1 fué de -- 1.6 metros.

En los pozos Golden Hope # 1, Lee # 1 y Pardo # 2, los depósitos del Cuaternario están representados por suelos rojos -- productos de la meteorización de calizas del Neógeno.

XXXXXXXXXXXXX
X-X-X-X-X
X-X-X-X
X-X-X
X-X
X



CAPITULO III

MAGMATISMO

I.- MAGMATISMO EFUSIVO

II.- MAGMATISMO INTRUSIVO.

a) Intrusiones de magmas ultrabásica

b) Intrusiones de magmas acidos

C A P I T U L O I I I

M A G M A T I S M O

I.- MAGMATISMO EFUSIVO.

Las formaciones vulcanógenas del Cretácico Superior fueron encontradas únicamente en el pozo Pardo # 2, desde los 640 metros, hasta el fin del pozo (916 metros).

La descripción de la secuencia, de abajo hacia arriba es la siguiente:

- 1) Calizas con fragmentos de lavas y lutitas, conglomerados de matriz arcillosa, con cantos de lavas porfiríticas, serpentinitas y calizas. El espesor es de 68 metros.
- 2) Conglomerados de matriz arcillosa, fragmentos de lavas porfiríticas, serpentinitas, rocas ígneas ácidas, calizas y granos de cuarzo, con intercalaciones de areniscas tufíticas, silicitas y lutita tufítica. La potencia es de 120 metros.
lavas
- 3) Las porfiríticas de colores verde oscuro, verde claro y púrpura, con matriz cristalina fina y grandes fenocristales, presentando diques de

Metamorfismo de contacto fué encontrado por este geólogo en sedimentos del Cretácico Inferior en el área del Valle -- del Triunfo , donde son cortadas por diques de serpentinitas.

La edad de las serpentinitas ha sido muy discutida por diferentes geólogos. Nosotros adoptamos el criterio de L. Rutten (1967) y de I.N. Tijomirov, /quienes estiman la edad Pre-Maestrichtiano para las serpentinitas mas jóvenes, debido a que fragmentos de ellas son encontrados en la Formación Habana. Esto ha sido confirmado por A.Adamovich y V.Chejovich y otros (1963), quienes reportaron conglomerados del Campaniano-Maestrichtiano, con guijarras y bloques de rocas ultrabásicas descansando sobre las serpentinitas.

Correlaciones análogas fueron encontradas por I.N. Tijomirov al Noreste de Viñales, Pinar del Río.

Las serpentinitas se presentan en formas de cuerpos individuales, de dimensiones relativamente pequeñas. Estos cuerpos se manifiestan con máximos gravimétricos y magnéticos. Según la interpretación de los trabajos geofísicos la mayoría de los cuerpos de serpentinitas se presentan en forma de capas o lentes de espesor variable, desde unos pocos metros hasta varios kilómetros.

b) Intrusiones de magmas ácidos.

Las rocas ácidas se manifiestan en forma de diques de dioritas cuarcíferas, de color verde grisáceo y grano fino, en el pozo Lee # 1, cortando cuerpos de serpentinitas.

Rocas similares a las anteriores fueron reportadas en el pozo Pardo # 2, entre 710 y 729 metros, separando lavas porfiríticas de las serpentinitas.

Estos diques están relacionados con la serie de intrusiones granitoides del Cretácico Superior, denominadas por Tijomirov como Formación Plagiogranítica.

Según G. Furrázola, C. Judoley y otros ("Geología de Cuba" pp.144) "Los granitoidespenetran el complejo vulcanógeno sedimentario del Cretácico Inferior-Superior y sus materiales fragmentarios están contenidos en los depósitos sedimentarios del --- Maestrichtiano, lo que determina el límite superior de su edad!"

"Podemos considerar que el complejo granitoide tiene una edad casi igual y el tiempo de su intrusión se determina desde el Cenomiano hasta el Maestrichtiano".

Estas intrusiones de granitoides representan la última manifestación del magmatismo en las zonas geosinclinal. Según Tijomirov, estuvo relacionada con el levantamiento geoanticlinal en los límites del eugeosinclinal.



C A P I T U L O I I I

M A G M A T I S M O

I.- MAGMATISMO EFUSIVO.

Las formaciones vulcanógenas del Cretácico Superior fueron encontradas únicamente en el pozo Pardo # 2, desde los 640 metros, hasta el fin del pozo (916 metros).

La descripción de la secuencia, de abajo hacia arriba es la siguiente:

- 1) Calizas con fragmentos de lavas y lutitas, conglomerados de matriz arcillosa, con cantos de lavas porfiríticas, serpentinitas y calizas. El espesor es de 68 metros.
- 2) Conglomerados de matriz arcillosa, fragmentos de lavas porfiríticas, serpentinitas, rocas ígneas ácidas, calizas y granos de cuarzo, con intercalaciones de areniscas tufíticas, silicitas y lutita tufítica. La potencia es de 120 metros.
lavas
- 3) Las porfiríticas de colores verde oscuro, verde claro y púrpura, con matriz cristalina fina y grandes fenocristales, presentando diques de

serpentinitas y de dióritas cuarcíferas de color verde grisáceo. El espesor es de 89 metros.

La edad Cretácica Superior fué tomada del expediente del pozo, aunque no se hace mención de fósiles para este intervalo.

II.- MAGMATISMO INTRUSIVO.

a) Intrusiones de magmas ultrabásica.

Las rocas intrusivas de composición ultrabásica están representadas en los pozos por serpentinitas de colores verdes, azules y negras. Se encuentran muy fracturadas, mostrando a veces esquistosidad.

En el pozo Pardo # 2, la serpentinita fué encontrada de 607 a 729 metros, intercalada con flujos de porfiritas.

En los pozos Golden Hope # 1 y Lee # 1, no se llegó a atravesar totalmente el espesor de las serpentinitas, penetrando 52 y 255 metros respectivamente.

La serpentinización de las rocas peridotíticas, estuvo relacionada con los procesos de plegamientos intensos y con las dislocaciones disyuntivas.

El magma peridotítico original fué intruido a través de los planos de debilidad intraformacionales, metamorfoseando ligeramente las rocas encajantes. Esto parece ser apoyado por el reporte de Daviess, quien observó que las serpentinitas tienden a seguir las estructuras antiguas, aunque a menudo las corta, y que numerosos cuerpos de serpentinitas en el área Angelita-Piñón, en la parte Noreste de la Provincia de Matanzas, son paralelos a los rumbos de las rocas del Jurásico Superior y del Cretácico.

CAPITULO IV

TECTONICA

I.- DEPRESION DE AVANCE DEL GEOSINCLINAL

a) Bloque Colorados

b) Bloque Hicacos

II.- ZONA FALLA MARGINAL



CAPITULO IV

T E C T O N I C A

Debido a la falta de datos sobre los resultados de los -- trabajos geofísicos realizados en el área estudiada, el contenido de este Capítulo IV, "TECTONICA", tendrá que ser tratado en forma muy esquemática, ya que hemos tenido que basarnos casi exclusivamente en la interpretación de los datos ofrecidos por los pozos.

I.- DEPRESION DE AVANCE DEL GEOSINCLINAL.

En esta estructura se encuentran ubicados los pozos Colorados # 1 e Hicacos # 1.

En el estudio de estos pozos resaltan las siguientes características que los hacen diferir notablemente de los pozos situados en la zona de la Falla Marginal.

Estas características son las siguientes:

1. Espesores para la secuencia Jurásico-Cretácicas de mas de 4,000 metros.
2. Ausencia de magmatismo.
3. Predominio de las rocas carbonatadas.

4. Mayor espesor del Jurásico Superior comparado con el Cretácico.

Según las conclusiones de los trabajos geofísicos realizados por el barco "Vladimir Obruchev", los dos pozos anteriormente citados se encuentran ubicados dentro del Leptogeosinclinal.

El límite Sur de esta estructura la constituye la Falla Marginal.

En el área Península de Hicacos-Bahía de Cárdenas, existen numerosas dislocaciones disyuntivas que la subdividen en varios bloques que se encuentran escalonados.

a) Bloque Colorados.

Hemos adoptado el nombre de Colorados para este bloque por encontrarse en el mismo el pozo Colorados # 1.

En este bloque encontramos una falla a la que llamaremos - Falla Colorados la que ha corrido las rocas del Jurásico Superior sobre las del Cretácico Superior en el pozo Colorados # 1.

Esta Falla la identificamos tentativamente con la localizada mediante sísmica al Sur del pozo y constituye, por tanto, el límite para esta parte del bloque.

La edad de esta Falla consideramos que es posterior al principio del Eoceno Medio y anterior al Aquitaniano, debido a que faltan las rocas del Eoceno Medio, Eoceno Superior, Oligoceno y discordantemente sobre el Eoceno Inferior encontramos las rocas del Mioceno, lo que indica el levantamiento continuado de este bloque durante este intervalo de tiempo.

b) Bloque Hicacos.

El otro bloque, que hemos denominado Bloque Hicacos, es el

área donde fué perforado el pozo Hicacos # 1.

Este bloque consiste en un horst elevado a un nivel más alto que el Blo que Colorados.

Aquí faltan por completo las formaciones del Cretácico, ya siendo discordantemente las capas del Eoceno sobre las Jurásicas.

Los límites de este bloque están dados arbitrariamente ya que carecemos de los datos ciertos por donde pasan las fallas límites.

En este bloque, la-s rocas Jurásicas están perturbadas grandemente, presentando buzamientos abruptos en la parte final del pozo. Todos los núcleos extraídos en las rocas de esta edad, muestran evidencia del fracturamiento intenso de las calizas. Se encuentran dos sistemas de grietas tectónicas, uno a 45 grados y el otro a 90, siendo comunes y numerosos los intervalos de brechas tectónicas.

Entre 1,326 y 1,325 metros, el pozo atravesó una falla dentro de las formaciones del Jurásico Superior. Esta falla es casi vertical y está acompañada por la fracturación y trituración de las rocas carbonatadas con la formación de brechas y presentándose la dolomitización de las calizas.

Esta falla marca un cambio abrupto en los buzamiento de las capas, ya que mientras que las rocas sobre la falla buzan con ángulos de 35 a 50 grados, las capas por debajo de la falla se encuentran casi verticales con buzamientos de 85 a 90 grados.

II.- ZONA FALLA MARGINAL.

Esta zona, llamada también Elevación Marginal del Geosinclinal

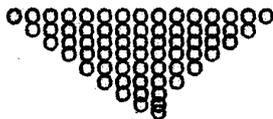
se caracteriza por las formaciones magmáticas del Cretácico.

Con la formación de la falla profunda están relacionadas las intrusiones de las formaciones magmáticas ultrabásicas. Como fué expuesto anteriormente, el espesor de los cuerpos de serpentinitas es variable ya que en algunos pozos perforados en la Provincia de Matanzas se han encontrado espesores de 1,500 a 2,500 metros.

Aunque en ninguno de los pozos estudiados se encontró las rocas del Jurásico Superior, en las cercanías de los pozos hay afloramientos de rocas de esta edad, en las que se nota diferencias estructurales con las formaciones Terciarias suprayacentes.

Según S.N. Daviess el pozo Lee # 1 está localizado en las cercanías de una estructura elevada formada en el Terciario.

Con respecto a los otros pozos están ubicados dentro de bloques independientes delimitados por fallas secundarias, cuyas formaciones están relacionadas con la falla profunda.



C A P I T U L O V

MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

I.- POZOS DE LA BAHIA DE CARDENAS

- a) Pozo Hicacos # 1
- b) Pozo Colorados # 1

II.- POZOS DE LA FALLA MARGINAL

- a) Pozo Pardo # 2
- b) Pozo Golden Hope # 1
- c) Pozo Lee # 1

C A P I T U L O V

MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

Debido a las características geológicas diferentes, y con el fin de darle una mayor facilidad a nuestra exposición, hemos dividido por separado la región de la Bahía de Cárdenas de la Falla - Marginal y estudiaremos por separado los pozos que corresponden a cada una de estas dos regiones.

I.- POZOS DE LA BAHIA DE CARDENAS.

En la Bahía de Cárdenas son conocidas numerosas manifestaciones superficiales de asphaltita. En las cercanías de Cayo Diana se encuentra un yacimiento de asphaltita que fué explotado durante la época de l-a Colonia y a principios de este siglo. Otras manifestaciones superficiales de asphaltitas han sido reportadas en Cueva del Muerto, Cayo Sigüapa y en las cercanías de Cayo Cupey.

a) Pozo Hicacos # 1

Las primeras manifestaciones de petróleo en este pozo apare

cen en las rocas del Mioceno en el intervalo de 585 a 625 metros, el que coincide con una baja resistividad y bajo potencial espontáneo en las curvas de registros eléctricos, correspondiendo a una zona fracturada. Las impregnaciones de petróleo están restringidas a las fracturas y a su vecindad inmediata.

Aunque en las secuencias de las rocas Terciarias se encuentran rocas favorables como colectoras, tales como areniscas, en general las rocas de esta edad presentan pobre porosidad y baja permeabilidad, como se comprueba en los registros de resistividad y potencial espontáneo.

En las rocas arcillosas del Eoceno encontramos una impregnación de petróleo pesado del orden del 50%.

Estas impregnaciones están controladas por las fracturas presentes que permitieron la migración hacia arriba del petróleo y extenderse luego lateralmente a lo largo de los planos de estratificación. En estas rocas se manifiesta un incremento de la resistividad, especialmente en el contacto Eoceno-Jurásico Superior.

Hay posibilidades de que esta capa arcillosa haya constituido una trampa para el petróleo que migró desde las rocas del Jurásico Superior a lo largo de las fracturas. La edad de esta migración debe coincidir con la orogenia del principio del Eoceno Medio.

Luego en el Mioceno, o Cuaternario, hubo rupturas de esta trampa, permitiendo el escape del petróleo hasta la superficie. Es posible también, que las lutitas del Eoceno no fueran muy adecuadas como cierre y que el petróleo se filtrara lentamente a lo largo de las grietas presentes hasta escapar a la superficie quedando solamente el asfalto residual rellénando las referidas grietas.

Las rocas del Jurásico Superior muestran impregnaciones de petróleo pesado, más acentuadas y constantes a lo largo de todo su espesor. Estas impregnaciones están confinadas a la porosidad secundaria debido al fracturamiento de las rocas carbonatadas. La permeabilidad para estas zonas no es suficiente para permitir su explotación.

Algunos horizontes de interés encontrados en este pozo en las rocas del Jurásico Superior son:

De 905 a 914 ms. con 70% de impregnación					
" 1050 "	" 1074 "	" "	" 50% "	" "	" "
" 1088 "	" 1094 "	" "	" 35% "	" "	" "
" 1142 "	" 1149.6 "	" "	" 45% "	" "	" "
" 1256 "	" 1308 "	" "	" 35% "	" "	" "
" 1335 "	" 1358 "	" "	" 30% "	" "	" "
" 1362 "	" 1365 "	" "	" 30% "	" "	" "
" 1243 "	" 1439 "	" "	" 40% "	" "	" "

Todos estos porcentajes de impregnación se refieren a petróleo pesado.

Estos intervalos coinciden con zonas fracturadas, las que se manifiestan como máximos en el gráfico de la velocidad de perforación y como mínimos en las curvas de resistividad.

Cuando se perforaba el pozo a la profundidad de 1,317 metros, ocurrió un golpe de gas con una presión de 146.3 atmósferas. Fué hecha una prueba de formación para el intervalo 1,239.6 a --- 1,317 metros, obteniéndose después de seis horas un barril de petróleo pesado.

Todas las muestras de petróleo obtenidas en el pozo Hicacos # 1, fueron extremadamente pesadas y su densidad fué estimada de -

7 a 10 grados A.P.I.

b) Pozo Colorados # 1.

Al hacer el estudio del "Libro de Registro Diario" del pozo Colorados # 1, se destaca la ausencia de manifestaciones de petróleo tales como fluorescencias, lectruas de gas, impregnaciones en los núcleos, etc., para las rocas del Mioceno y Eoceno, así como también para 1-a parte superior de la secuencia Cretácica.

Los signos de fluorescencia (trazas) no aparecen hasta los 1,571 metros de profundidad, incrementándose el contenido de petróleo pesado en las rocas con la profundidad.

El petróleo, al igual que en el caso del pozo Hicacos # 1, se presenta relleno la porosidad secundaria de origen tectónico dentro de las rocas carbonatadas.

Según los análisis de las curvas de resistividad y potencial espontáneo son interesantes los horizontes siguientes, donde expresamos su porcentaje de fluorescencia:

De 1,676 a 1,710 ms con un 30 a 50%

" 1,722 " 1,736 " " " 20 " 30%

" 1,743 " 1,756 " " " 30%

El intervalo de 1,676 a 1,710 metros, coincide con la zona de fracturamiento debido a la "Falla Colorados". Según el análisis de las curvas de resistividad y potencial espontáneo, este horizonte está cubierto por una capa arcillosa de un espesor de tres a cuatro metros. Esta capa puede haber actuado como sello para impedir la fuga del petróleo que migró a lo largo del plano de la falla mencionada.

Los otros dos horizontes corresponden también a intervalos fracturados relacionados con la "Falla Colorados" donde el petró-

leo puede haber relleno las grietas.

En ninguno de estos horizontes han sido efectuadas pruebas de formación debido a dificultades de carácter técnico.

Entre 2,350 y 2,372 metros, se observaron manchas de petróleo en el lodo de perforación, decidiéndose hacer una prueba de formación en este intervalo. Para determinar el horizonte exacto a probar fué pasado el registro de calibre, siendo revelada una zona más compacta, la que coincidía con una disminución de la velocidad de perforación, por lo que el empaque fué hecho a 2,300 metros de profundidad. La prueba duró una hora, no habiéndose obtenido ningún flujo de hidrocarburos.

II.- POZOS DE LA FALLA MARGINAL.

a) Pozo Pardo # 2.

En este pozo fueron escasas las manifestaciones de hidrocarburos, consistiendo en petróleo pesado, que se presenta relleno de fracturas.

La primera mención de alguna muestra se refiere a asfaltita a una profundidad de 448 y 457 metros, presentándose en margas de textura arenosa.

En el intervalo de 524 a 543 metros, también se encontró asfaltita relleno parcialmente de fracturas dentro de calizas.

En todos los casos anteriores las rocas son del Mioceno.

En las serpentinitas fueron encontradas muestras de petróleo desde 607 a 640 metros, dentro de numerosas grietas presentes en las mismas. En este intervalo las serpentinitas debido a su gran fracturamiento, sirvieron de roca colectora, mientras que las formaciones carbonatadas del Mioceno actuaron de cierre por su menor

permeabilidad.

De 710 a 729 metros, fueron encontradas algunas escasas -- muestras de petróleo pesado, de una densidad de 8 grados A.P.I. Este horizonte corresponde a una dique de dioritas cuarcíferas que intruye las serpentinitas. Como las rocas del dique tienen una permeabilidad menor que las serpentinitas, han actuado como cierre -- para impedir el escape del escaso petróleo presente.

En las formaciones vulcanógenas del Cretácico fueron encontradas manifestaciones de hidrocarburos a 835 metros, en forma de petróleo pesado que rellenaba la porosidad primaria de un conglomerado arcilloso. El mismo está cubierto por una capa de silt con material tufítico.

Petróleo pesado fué encontrado también de 853 a 881 metros de profundidad, rellenando los espacios abiertos en una caliza -- fracturada.

b) Pozo Golden Hope # 1.

Son pocas las muestras de hidrocarburos encontradas por este pozo. La más interesante fué encontrada de 610 a 857 metros de profundidad, en margas del Eoceno, consistiendo en fuerte olor a petróleo ligero.

Como las manifestaciones de petróleo encontradas siempre en los otros pozos estudiados han consistido en petróleo pesado, este insólito olor de petróleo ligero sugiere la presencia de petróleo en las cercanías de este pozo, dentro de las rocas del Eoceno o en serpentinitas. En este mismo intervalo fué notado también olor de $S H_2$ cuando se rompían los núcleos tomados.

c) Pozo Lee # 1.

Este pozo encontró gas y algunas muestras de petróleo en los intervalos siguientes: a 67 metros; de 84 a 87 metros; de 96 a 99 metros. También en el intervalo 64 a 84 metros fué notado olor a $S H_2$.

Las rocas colectoras en los casos anteriores son siempre calizas y margas del Terciario (Mioceno Inferior, Oligoceno). No hay datos acerca de la porosidad y permeabilidad de estas rocas.

Dentro de las serpentinitas, en el intervalo de 366 a 370 metros, fué obtenida una pinta de petróleo crudo de color verde. En este caso un dique actuó como cierre dentro de las serpentinitas.

Pequeñas cantidades de gas fueron notadas en las serpentinitas. Las más fuertes ocurrieron a 489 y 498 metros de profundidad.



C A P I T U L O . V I

ESQUEMA DE LA HISTORIA GEOLOGICA DE LA REGION

- I.- EPOCA JURASICO SUPERIOR
- II.- PERIODO CRETACICO
- III.- PERIODO PALEOGENO
 - a) Epoca del Paleoceno
 - b) Epoca del Eoceno
 - c) Epoca del Oligoceno
- IV.- PERIODO NEOGENO
 - a) Epoca del Mioceno
 - b) Epoca del Plioceno
- V.- PERIODO CUATERNARIO

C A P I T U L O V I

ESQUEMA DE LA HISTORIA GEOLOGICA DE LA REGION

I.- EPOCA JURASICO SUPERIOR.

En el área de la bahía de Cárdenas, en este tiempo, se depositaron sedimentos carbonatados discordantemente sobre formaciones del Jurásico Inferior y Medio. Las condiciones de deposición eran similares para toda esta área.

La presencia de calizas Oolíticas sugiere la presencia de fuertes corrientes en el fondo marino. El mar donde se depositaban estas rocas estaban en comunicación abierta con el océano mundial.

Según Furrázola y Judoley las tierras emergidas se encontraban al sur de la Isla actual.

II.- PERIODO CRETACICO.

A principios del Cretácico, durante el Neocomiano, parece que ocurrió el levantamiento de toda, o parte, de la bahía de Cárdenas.

En el Cretácico Inferior ocurrió la emersión del Bloque Hicacos, formándose un isl-ote o cayo. La elevación de este cayo sobre el mar debió haber sido insignificante. Es posible que esta área haya estado sumergida durante algunos intervalos de tiempo en el

Cretácico, pero luego con la emersión eran erosionadas las formaciones sedimentas anteriormente.

Estimamos que este levantamiento estuvo relacionado con las formaciones de la Falla Marginal y sus fallas secundarias, la que delimitan el Bloque Hicacos.

En el área donde se encuentra el pozo Colorados # 1 se depositó durante el Aptiano-Albiano sedimentos carbonatados principalmente. Se puede decir que las condiciones de sedimentación eran similares en este tiempo, y para esta área, a la del Jurásico Superior.

Como ya hemos dicho anteriormente, en el Cretácico Inferior ocurre la diferenciación de la región estudiada en las dos estructuras presentes en la actualidad (la zona de la Falla Marginal y la Depresión de Avance), debido a la formación de la falla profunda. Mientras que en el Norte continuaba la deposición sedimentaria, al Sur se desarrollaba ampliamente los fenómenos vulcanogénicos.

Durante el Cretácico Superior, en el área del Bloque Hicacos continuaron los procesos erosivos.

Mientras, en el área Colorados se depositaban sedimentos terrígenos carbonatados y las condiciones de sedimentación no eran uniformes con numerosos cambios faciales.

Al Sur, en la zona de la Falla Marginal, continuaron durante el Cretácico Superior las erupciones de material ígneo acompañadas de los derrames de lavas submarinas.

Más tarde ocurrieron las diferentes intrusiones de composición ultrabásica dentro del complejo vulcanógeno-sedimentario.

Finalmente ocurren las intrusiones de granitoides dentro de

la zona de la Falla Marginal consti tuyendo el final del ciclo -
magnético para esta región.

Durante el Maestrichtiano ocurrieron movimientos verticales -
intensos que provocaron la emersión de algunas partes de la región
estudiada.

III.- PERIODO PALEOGENO.

a) Epoca del Paleoceno.

Como faltan las rocas de esta edad en los pozos estudiados,
sólo podemos suponer que en algunas partes tales como en los Blo-
ques Hicacos y Colorados, estuviesen emergidas en este tiempo des-
de el Maestrichtiano.

Con respecto a la parte Sur, en la zona de la Falla Margi-
nal, lo más probable es que los sedimentos de esta edad fueron --
erosionados durante el Eoceno.

b) Epoca del Eoceno.

Al comienzo del Eoceno Inferior se mantuvo la emersión de
la zona de la Bahía de Cárdenas. Más tarde en el Bloque Colorados
ocurrió la sumersión, depositándose sedimentos carbonatados y lu-
titas.

La evolución posterior del Eoceno en este bloque no está -
clara. Lo más probable es que durante el Eoceno Medio el Bloque
Colorados haya estado emergido, manteniéndose así durante el Eoce-
no Superior y parte del Oligoceno. Esta elevación fué debida, sin
duda, a la formación de la Falla Colorados durante la fase Cubana
de la orogenia Laramiana.

El Bloque Hicaco-s durante el Eoceno Inferior y Eoceno Me-
dio continuó emergido, actuando los fenómenos erosivos sobre las

formaciones depositadas anteriormente.

Durante el Eoceno Superior, este bloque quedó sumergido por un mar de salinidad normal, depositándose principalmente sedimentos terrígenos.

La presencia solamente de formas planctónicas (Globigerinidos) indica 1-a facie pelágica de sedimentación.

Al final del Eoceno Superior, el Bloque Hicacos emergió nuevamente sobre el mar.

Al Sur, en el área de la Falla Marginal, al principio del Eoceno continuó la emersión de esta zona, siendo erosionadas intensamente las rocas del Cretácico Superior, hasta poner al descubierto los cuerpos de serpentinitas, los que a su vez fueron erosionados. Más tarde ocurrió la transgresión marina en la zona de la Falla Marginal, con la excepción del Bloque Pardo, que permaneció emergido durante todo el Eoceno.

En general, se acumularon los depósitos carbonatados durante esta transgresión en la zona de la Falla Marginal.

Al final del Eoceno ocurre una nueva regresión marina debido al levantamiento de la zona de la Falla Marginal. Este levantamiento fué debido a los intensos movimientos orogénicos del Eoceno Medio.

c) Epoca del Oligoceno.

Durante todo este tiempo se mantuvo la emersión del área de la Bahía de Cárdenas y el Bloque Pardo. En el Sur de la región estudiada existía un mar de poca profundidad donde se acumulaban sedimentos carbonatados y terrígenos.

IV.- PERIODO NEOGENO.

a) Epoca del Mioceno.

Durante el Mioceno Inferior ocurre una nueva transgresión marina que sumerge las tierras emergidas anteriormente.

Al Norte se depositaban los sedimentos de facie pelágica - con predominio del material calcáreo. La profundidad del mar era mayor de 300 metros y su salinidad era normal, como lo prueban las biocenosis presentes.

Mientras hacia el Sureste se depositaban sedimentos de facie nerítica con predominio del material arcilloso.

Durante el Aquitaniano, probablemente estaban emergidos el Bloque Pardo y el Bloque Colorados.

En el Mioceno Medio las condiciones de la cuenca eran similares al Aquitaniano, en el área Norte, donde se encuentran los pozos Pardo # 2, Colorados # 1, Hicacos # 1 y Golden Hope # 1. En el Bloque Pardo en este tiempo ocurrió la transgresión marina sobre las serpentinitas del Cretácico Superior. En toda el área Norte - durante el Mioceno Medio se depositaron calizas, margas y areniscas calcáreas. La profundidad del mar era entre 300 y 100 metros.

Hacia el Sureste, en el área del Pozo Lee # 1, durante el Mioceno Medio se depositaban sedimentos de facie nerística, con predominio de material calcáreo.

Durante el transcurso del Mioceno Medio ocurrió la disminución de la profundidad del mar, relacionada con el levantamiento regional.

Durante el Mioceno Superior, la profundidad del mar en el área de la Bahía de Cárdenas había disminuido a menos de 100 metros depositándose margas y calcarenitas.

Al Sur, en el área de la Falla Marginal había ocurrido la

emersión debida al levantamiento general de la región en la Provincia de Matanzas.

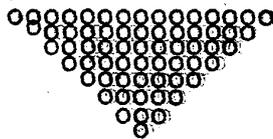
b) Epoca del Plioceno.

Durante el Plioceno Inferior estuvo emergida toda la región estudiada, quizás con la excepción de Hicacos y Colorados, actuando los agentes erosivos sobre las formaciones puestas al descubierto.

En el Plioceno Inferior, según Iturralde, ocurre hundimiento del área entre Matanzas y Cárdenas, invadiendo el mar el valle de los ríos San Juan y San Agustín, hasta las cercanías del poblado de Ceiba Mocha, depositándose calcarenitas y margas calcáreas.

V.- PERIODO CUATERNARIO.

Durante el Cuaternario, debido a los movimientos tectónicos ascendentes ocurre la emersión del área donde se encuentra el pozo Pardo # 2.-



011501



CONCLUSIONES

Terminado nuestro "ESTUDIO DE LOS POZOS COLORADOS # 1, HICACOS # 1, PARDO # 2, GOLDEN HOPE # 1, Y LEE # 1" con el anterior Capítulo, sólo nos resta consignar las conclusiones a que hemos llegado en relación nuestro trabajo.

El origen del petróleo manifestado en los pozos estudiados es desconocido. Los geólogos norteamericanos que trabajaron en Cuba identificaban como rocas madres las llamadas calizas con *Aptychus*. En la actualidad el criterio más aceptado es atribuir como rocas madres las formaciones del Jurásico Inferior y Medio. La presencia de potentes capas de esquistos, con evidencias de material orgánico apoya ésta hipótesis; sin embargo, estas rocas sólo son conocidas por afloramientos en la Provincia de Pinar del Río, y es posible que más hacia el Oeste, en la zona que estudiamos, tengan distintas características.

En general, las rocas madres no han sido identificadas todavía siendo necesario realizar trabajos de investigación en el campo y análisis de laboratorios para poder determinarlas con exactitud.

En la región estudiada las dislocaciones disyuntivas son el factor principal que controla la migración del petróleo desde --- fuentes desconocidas.

En el área de la Bahía de Cárdenas, las numerosas dislocaciones disyuntivas que la cruzan, además de permitir la migración -- del petróleo a lo largo de sus planos de falla, crearon rocas almacén debido al fracturamiento intenso de las rocas carbonatadas.

Todas las manifestaciones de hidrocarburos encontradas en los pozos Colorados # 1, e Hicacos # 1, están relacionadas con las zonas de fracturamiento tectónico. A veces estas zonas, a pesar de tener una porosidad elevada, presentan baja permeabilidad, según se deduce de las pruebas de formaciones realizadas en los pozos citados.

Según nuestra opinión el Bloque Hicacos es desfavorable como área productora. Como lo demuestra el pozo Hicacos # 1, las rocas Jurásicas en esta zona están grandemente plegadas y dislocadas. En estas condiciones, cualquier trampa o estructura que hubiese acumulado hidrocarburos fué sin duda rota, permitiendo la migración hasta la superficie del petróleo, permaneciendo sólo algún remanente de las fracciones más pesadas. También hay que tener en cuenta la poca profundidad a que se encuentran las rocas del Jurásico Superior en este bloque, y la ausencia total de las formaciones del Cretácico, las que hubieran podido formar trampas para impedir la fuga del petróleo.

En el pozo Colorados # 1, hay condiciones más favorables para poder encontrar horizontes productivos de hidrocarburos. Las rocas del Jurásico Superior se encuentran a mayor profundidad y están cubiertas por un potente espesor sedimentario del Cretácico. Las fallas que se presentan en este bloque están asociadas con manifestaciones de petróleo. A lo largo de ellas, el petróleo debe haber migrado rellenando las grietas y fracturas relacionadas con dichas

fallas.

En general, la zona de la Bahía de Cárdenas presenta características que nos indican la presencia de petróleo en cantidades desconocidas.

En los pozos situados en los límites de la Falla Marginal, encontramos, al igual que en los pozos situados en la Bahía de Cárdenas, evidencias de que el petróleo migró a lo largo de planos de fallas.

En los pozos situados en la zona de la Falla Marginal son más frecuentes las manifestaciones de petróleo en las formaciones carbonatadas-terrágenas del Terciario, a diferencia de la Bahía de Cárdenas donde estas manifestaciones se pueden decir que son exclusivas de las rocas Jurásicas y Cretácicas.

A pesar de los pocos datos de que disponemos sobre la porosidad y permeabilidad de las rocas encontradas en los pozos situados en la Falla Marginal, se puede deducir que los horizontes con manifestaciones de petróleo, coinciden con intervalos fracturados por dislocaciones disyuntivas y con zonas de porosidad, debida a la disolución por las aguas subterráneas de las rocas carbonatadas.

Todos los horizontes encontrados en los pozos de la Falla Marginal mostraron petróleo pesado en escasa cantidad, excepto en el pozo Golden Hope # 1, donde hubo una manifestación de petróleo ligero.

Debido a la poca potencia de las formaciones Terciarias en la zona de la Falla Marginal, es dudoso que estas puedan servir como trampas para impedir la fuga de los hidrocarburos, teniendo en cuenta también el mayor dislocamiento y plegamiento de estas formaciones.

En todos los pozos situados en la Falla Marginal se encontraron manifestaciones de petróleo en las serpentinitas. Estas se encuentran grandemente fracturadas. El origen de las fracturas que presentan las serpentinitas es diverso. Hay grietas o diaclasas primarias debido al enfriamiento del magma peridotítico. Sin embargo, muchas de estas fracturas primarias fueron, sin duda, cerradas posteriormente durante los procesos de serpentinización debido al aumento de volumen que ocasiona y al relleno de las grietas por minerales secundarios, aunque al propio tiempo este aumento de volumen debe estar acompañado con la formación de nuevos sistemas de grietas, debido a los esfuerzos de tracción. También el fracturamiento ha sido aumentado por las dislocaciones disyuntivas y plicativas.

Los diques de rocas intrusivas que cortan los cuerpos de serpentinitas actúan como sellos para los hidrocarburos. Esto ha sido también reportado en el campo de Jarahueca.

Otro tipo de cierre posible es el formado por el contacto serpentinita--formaciones sedimentarias, que es, casi siempre, una antigua superficie de erosión y por lo tanto, la porosidad de las serpentinitas en este contacto ha sido aumentada por los procesos de meteorización, mientras que las rocas sobreyacentes a las serpentinitas generalmente son carbonatadas con poca porosidad efectivas.

El origen del petróleo manifestado en los pozos perforados en los límites de la Falla Marginal es desconocido. Las rocas con *Aphychus* del Jurásico Superior han sido identificadas por algunos geólogos como las rocas madres. Pero, como ha sido expuesto anteriormente, mientras no se haga un estudio detallado de este proble

ma , solamente se pueden hacer conjeturas.

La presencia de estas manifestaciones de petróleo en las serpentinitas, así como la existencia de campos productivos en las serpentinitas tales como en Motembo y Jarahueca, requieren una explicación.

Según nuestra opinión, el petróleo que migró desde fuentes desconocidas fué retenido por alguna trampa dentro de las rocas del Jurásico o del Cretácico, en la región de la Depresión de Advance. Posteriormente estas trampas fueron rotas por dislocaciones disyuntivas, o por movimientos orogénicos de edad pos-Maestrichtiano. El petróleo migró entonces a lo largo de los planos de ruptura de la Falla Marginal hasta ser detenido en su camino ascendente por los cuerpos de serpentinitas y por las formaciones vulcanogénicas del Cretácico Superior, las que por su adecuada porosidad efectiva, sirvieron como roca almacén.

Según nuestra opinión, el área más interesante es la zona de la Bahía de Cárdenas. Dentro de ella, como hemos dicho, el Bloque Colorados es el más favorable, lo que se aplica también para aquellos bloques en esta zona que tengan un adecuado espesor de rocas cretácicas cubriendo las formaciones del Jurásico.

En esta área se deben investigar las zonas brechadas asociadas a las fallas. Estas zonas, aunque a veces no tengan una permeabilidad adecuada, con una correcta aplicación de los métodos de fracturación y acidificación pudieran producir cantidades apreciables de petróleo.

Con respecto a la zona de la Falla Marginal es necesario realizar las investigaciones geofísicas detalladas y los trabajos geoló

gicos de campo, para ubicar las fallas que puedan controlar la migración de petróleo, descubrir aquellos cuerpos de serpentinitas que presenten características favorables como colectoras de petróleo y detectar las filtraciones de petróleo en la superficie, para poder, posteriormente, ubicar las perforaciones en las áreas de mayor interés descubiertas.

F I N

BIBLIOGRAFIA

- BERMUDEZ, P.J. CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL CENOZOICO CUBANO.-
Mem.Soc.Cubana Hist.Natural. La Habana. 1950. (pp 204-375).-----
- BERMUDEZ, P.J. LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DE CUBA.-
Geologia Cubana, No. 1, I.C.R.M. La Habana,1961. (pp 177, 1 fig. 1 map.).-
- BERMUDEZ, P.J. COMENTARIOS SOBRE EL TERCARIO SUPERIOR DE CUBA.-
Mem.Facult.Ciencias,Vol.1,#5. La Habana 1967. (pp 29-32, 1 fig.).-----
- BOLLI, H.M.,
LOEBLICH,A.R.,
TAPPAN,H. PLANKTONIC FORAMINIFERAL,FAMILIES HANT KENINIDAE, ORBULINIDAE, GLOBOROTOLIDAE GLOBOTRUNCANIDAE.-
Studies in Foraminifera. U.S.Nat. Museum,Bulletin 215.Washington. 1957.---
- CHARLTON DE RIVERO, F. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ESTRATIGRAFIA DE CUBA.-
Mem. Facult.Ciencias,Vol.I,# 1.La Habana.1963. (pp 25-82, 2 tabl.).-----
- CHAWNER, W. REPORT TO ACOMPANY GEOLOGIC MAP OF CARDENAS. AREA IN SCALE 1:20,000.-
Informe Inédito.Fondo Geológico M.C.M.M.
- DAVISS, S.M. GEOLOGY OF NORTHEASTERN MATANZES PROVINCE.
Informe Inédito.Fondo Geológico M.C.M.M.
- DE LA TORRE Y CALLEJAS,A. NOTAS SOBRE ALGUNOS FORAMINIFEROS DE INTERES ESTRATIGRAFICO DEL TERCARIO SUPERIOR DE CUBA.-
Depto. Divulg.I.N.R.H..Publicación especial #1.La Habana.1967.(pp 10,1 tabl.)
- FERNANDEZ CHICARRO, P.N.
et.al. DICCIONARIO DE GEOLOGIA Y CIENCIAS AFINES.-
Edit.Labor. Madrid. 1957.
(pp 1665,1581 fig.) 2 tomos.-----
- FURRAZOLA-BERMUDEZ, G.
JUDOLEY, C. ESTRATIGRAFIA Y FAUNA DEL JURASICO SUPERIOR DE CUBA.-
I.C.R.M. Acad. Ciencias. La Habana,1967
(pp 123,41 fig.81 lam.).-----

- FURRAZOLA-BERMEDEZ, G.
JUDOLEY, et.al. GEOLOGIA DE CUBA.-
Edit. Consej. Nac. de Universidades. La
Habana. 1964. (pp 239, 123 fig. 2 tabl.).--
- ITURRALDE VINENT, M.A. FORAMINIFEROS PLANCTONICOS DEL OLIGO--
CENO SUPERIOR EN LA PROVINCIA DE PINAR
DEL RIO.-
I.N.R.H. Depto. Ing. Geológica. Publica-
ción Especial #4. La Habana. 1967.
(pp 5-9, 1 lam.).-----
- ITURRALDE VINENT, M.A., ESTUDIO GEOLOGICO PRELIMINAR DEL MUNI-
CIPIO DE MANGUITO.-
I.N.R.H. Depto. Ing. Geológica. Publica-
ción Especial # 4. La Habana. 1967.
(pp 11-22, 3 fig.).-----
- ITURRALDE VINENT, M.A. REMARKS ON "FUNDAMENTALS OF MID. TERCIA-
RY STRATIGRAPHICAL CORRELATION" IN RE-
FERENCE TO CUBA.-
Journal of Paleontology. Vol 42, #1, 1968.
(pp 230-231 1 fig.).-----
- ITURRALDE VINENT, M.A. NEOGENO EN LA PROVINCIA DE MATANZAS.-
I.N.R.H. Depto. Ing. Geológica. Publica-
ción Especial # 7. La Habana. 1969
(pp 3-30, 15 fig.).-----
- ITURRALDE VINENT, M.A. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SISTE-
MA NEOGENO EN CUBA.-
I.N.R.H., Depto. Ing. Geológica. Folle-
to. La Habana. 1969. (pp 28, 3 fig.).-----
- KRUMBEIN, W.C.,
SLOSS, LL. STRATIGRAPHY AND SEDIMENTATION.-
(pp 497).-----
- LANDES, K.K. GEOLOGIA DEL PETROLEO.-
Edit. Omega. Barcelona. 1963. (pp 463).--
- LAHEE, F. GEOLOGIA PRACTICA.-
Edit. Omega. Barcelona. 1958.
(pp 874, 637 fig. 22 ap).-----
- NUÑEZ JIMENEZ, A, GEOGRAFIA DE CUBA
Edit. Pedagógica. 3ra. Edición. La Haba-
na. 1965. (pp 526, 421 fig.).-----
- SOLOVIEV, O.N.
SKIDAN, S.A.
et.al. COMENTARIOS SOBRE EL MAPA GRAVIMETRICO
DE LA ISLA DE CUBA.-
Rev. Tecnológica, Vol. II, # 2.
La Habana. (pp 8-19)
Rev. Tecnológica, Vol. II # 4.
La Habana (pp 5-23)

- TIJOMIROV, I.N. FORMACIONES MAGMATICAS DE CUBA Y ALGUNAS PARTICULARIDADES DE SU METALOGENIAS. Rev. Tecnológica, Vol. V # 4. La Habana. 1967. (pp 13-22).-----
- TWENHOFEL, W.H. PRINCIPLES OF SEDIMENTATION.- MacGraw Hill, New York. 1950. 2da. Edic. (pp 673, 81 fig. 31 tabl).-----
- WEISBORD, N. GEOLOGY AND PHYSIOGRAPHY OF THE AREA AROUND MATANZAS.- Informe Inédito. Fondo Geológico. M.C.M.M.

OTROS MATERIALES UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO.

- 1.- ESQUEMA DE LA CONSTRUCCION GEOLOGICA SUPUESTA DE LA REGION VARADERO ESQUIVEL. Escala 1:250,000. V. Levchenko y A. Riabujin. M.C.M.M. 1968.
- 2.- SEEPAGES OF OIL AND ASFALTH IN CARDENAS BAY. Escala 1:143,339. S.M. Daviess.
- 3.- ESQUEMA GEOLOGICO DE LA PROVINCIA DE MATANZAS.- Escala 1:250,000. M.A. Iturralde; V. Sebastianov; V. Maslov; Ch. Ducloz; S. Daviess; W. Chawner, C. Judoley. I.N.R.H.- Depto. Ingeniería Geológica. 1968.
- 4.- Fueron consultados, así mismo, los expedientes correspondientes a cada uno de los pozos estudiados en este trabajo y que se encuentran archivados en el M.C.M.M.

I N D I C E

INTRODUCCION, I - II

CAPITULO I

EL MEDIO GEOGRAFICO Y ANTECEDENTES DE LOS POZOS....Pag. 1

CAPITULO II

ESTRATIGRAFIA..... " 8

CAPITULO III

MAGMATISMO..... " 27

CAPITULO IV

TECTONICA..... " 32

CAPITULO V

MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS..... " 37

CAPITULO VI

ESQUEMA DE LA HISTORIA GEOLOGICA DE LA REGION..... " 45

CONCLUSIONES..... " 52

BIBLIOGRAFIA..... " 58

INDICE..... " 61