

1-87

REVISTA

# TECNOLOGICA

Vol. XVII • Precio: Dos pesos



MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA  
REPUBLICA DE CUBA



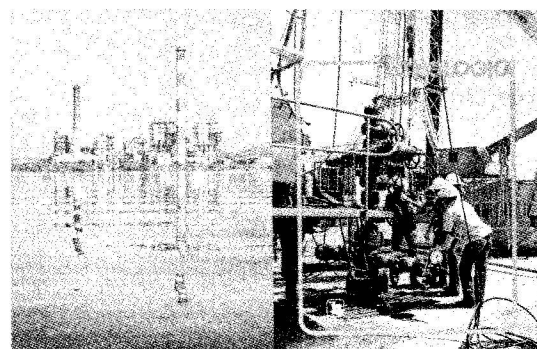


MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA  
REPUBLICA DE CUBA

# REVISTA TECNOLOGICA

Vol. XVII, No.1, 1987

Precio: Dos pesos



PORTADA: Proceso de prospección y extracción de petróleo en el este de la Habana.

CONTRAPORTADA: Central Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes", Cienfuegos.

## \* SUMARIO

## \* SUMMARY

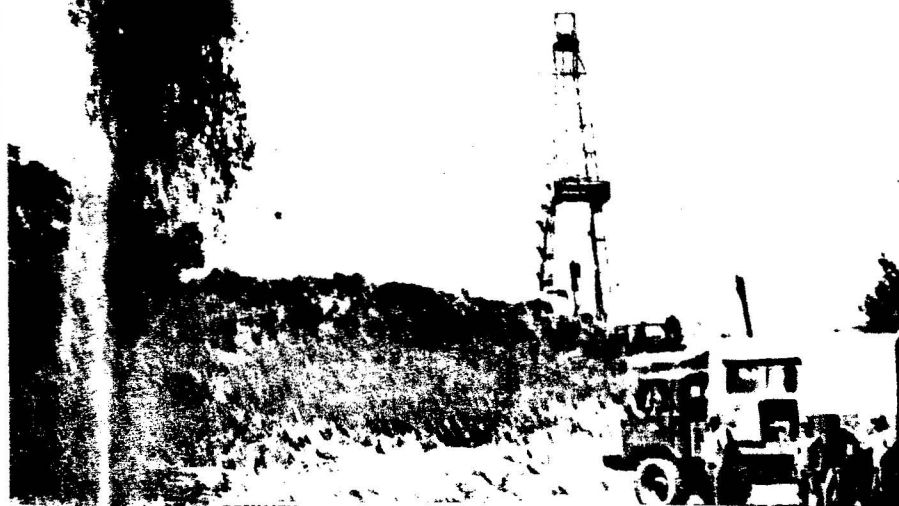
## \* ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Geología</b>	◦ Efectividad geológica del método de refracción en Cuba R. Tenreiro; R. Otero; G. Barceló; J.M. Martínez; G. Arriaza	3
	Estratigrafía de los depósitos del Eoceno Medio-Superior de la Región Central de las provincias de La Habana y Matanzas R. González García, A. Suazo A.; E. Linares Colá	18
	Redefinición de la zona de Cayo Coco en la provincia de Camagüey F. Roque Marrero; M. Iturralde Vincent	18-21
<b>Química</b>	◦ Evaluación de sistemas de protección temporal en las condiciones del clima tropical húmedo de Cuba A. Abreu; F. Corvo	22
	Investigación de la efectividad de inhibidores de la corrosión ácida del acero Nguyen Viet Hue; A. Cepero; I. Salgado; C. Bauto C.	27
	Evaluación de un nuevo inhibidor de la corrosión ácida del acero CT-3 Parte I A. Cepero; L. Muleshkova; I. Salgado; A. Abreu; C. Candado	30
	Desarrollo de los aceites nacionales marinos en nuestro país J. Meneses; G. Valdés; J. Castro; G. Núñez	35
<b>Minería</b>	◦ Variaciones en las características del cobalto electrodepositado con la temperatura y el pH de los electrolitos L. Bobes; R. Oropesa; J. J. Díaz	45
	Algunos aspectos sobre la transformación de fases durante la reducción de la serpentina con aditivo y su influencia en la recuperación de níquel J. Castellanos	51
	Obtención de polvo de cobalto por reducción con hidrógeno a presión a partir de soluciones sulfato-amoniacales L. Carreras; C. M. Navarrete	58
<b>Electroenergética</b>	◦ Centrales hidroacumuladoras: Aspectos generales y consideraciones M. Cobas	65
	Generalidades sobre la utilización de los polígonos de prueba para determinar los niveles de aislamiento eléctrico en líneas y subestaciones M. Castro	72

# Efectividad geológica del método de refracción en Cuba

R. Tenreiro\*

\*En este trabajo participaron además como coautores: R. Otero; G. Barceló; J. M. Martínez y G. Arriaga, todos del Centro de Investigaciones Geológicas del MINBAS.



## RESUMEN

Los trabajos sísmicos de refracción se realizan en Cuba desde hace más de 50 años, acumulándose una considerable experiencia en el tratamiento de este tipo de información. Sus resultados en las complejas condiciones de Cuba donde existe un alto grado de afloramiento de las secuencias plegadas, estructura de mantos de sobre-corrimientos y elevado grado de fracturación en general tienen gran importancia teórica y práctica.

El análisis de las investigaciones regionales arroja que en la zona eugeosinclinal (sur) se siguen varios grupos de ondas (B2, C2) que pueden ser relacionadas con distintas partes de la columna geológica (tope del basamento eugeosinclinal plegado de edad precampaniana) y con la base del mismo (tope del basamento oceánico obducido o base de la secuencia de arco de islas).

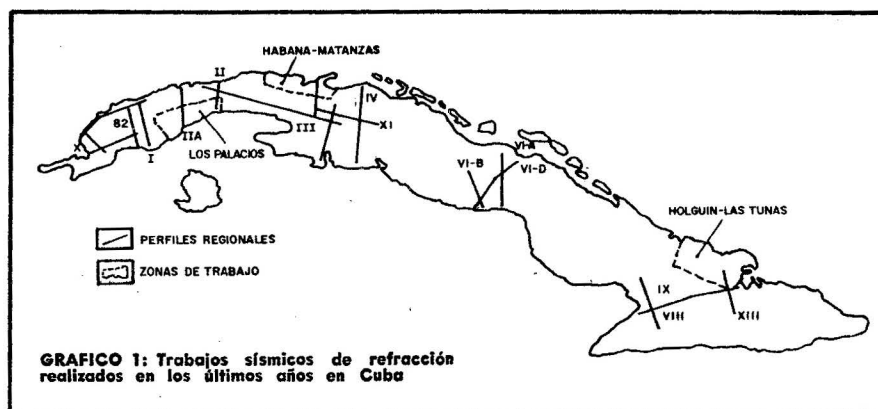
En la zona miogeosinclinal y la de interacción entre éste y el eugeosinclinal se registra un complejo campo de ondas donde se siguen ondas relacionadas con la secuencia ofiolítica sobrecorrida, así como otras ligadas a las rocas carbonatadas intrayacentes de edad cretácico inferior-jurásico superior. Se realizan comparaciones entre los campos de ondas registrados y su interpretación.

Las primeras investigaciones de refracción en Cuba se realizaron en el año 1936 en la provincia de La Habana. Hoy en día el volumen total de estos trabajos sobrepasa los 5 000 km de perfiles. De este volumen se han realizado después del triunfo de la Revolución unos 4 000 km. Los trabajos regionales de primera etapa [1,2] abarcaron cerca de 1 500 km (después de 1970-3 000 km). La densidad de líneas sísmicas regionales alcanza en la actualidad 1,5 km por 100 km<sup>2</sup> de superficie del territorio nacional incluyendo el shelf. La densidad en la parte occidental es casi cinco veces mayor mientras que en algunas zonas de las provincias centrales y orientales no existen investigaciones de este tipo.

La tarea geológica planteada ante los trabajos sísmicos de refracción después del año 1970 es la investigación de la constitución y profundidad del basamento cristalino. Sin embargo, en muchos trabajos a la par del basamento se le ha exigido al método sísmico de refracción la solución de otras tareas en conjunto con otros métodos geofísicos. Entre estas tareas se destaca el seguimiento de horizontes de la cubierta sedimentaria en las cuencas superpuestas, el tope del basamento plegado; la base de la secuencia eugeosinclinal en la zona de recubrimiento tectónico sobre el miogeosinclinal, etc.

Otros estudios de áreas se han planteado para la solución de tareas especiales como son el reconocimiento de la constitución geológica de algunas zonas, detección de bloques para la confección de mapas de sismicidad, seguimiento de zonas a lo largo de fallas importantes, interacción de zonas geológicas diferentes, etc.

El carácter de las tareas presentadas ha provocado una densificación de los sistemas de observación de avance y encuentro con recubrimiento de hasta 8 veces y registro ininterrumpido desde el punto de explosión (Gráfico 1).



Con anterioridad al año 1970, la refracción se utilizaba para la solución de tareas de reconocimiento en zonas de posible ubicación de pozos de búsqueda avanzada, no siempre se trabajaba en perfiles amarrados entre sí y con frecuencia eran perfiles de apoyo a los trabajos de reflexión. Algunos de los resultados de entonces, aún hoy no han perdido validez. Entre otros se destacan los realizados en los cayos al norte de las provincias centrales, en la Bahía de Cárdenas y la Cuenca Central.

En todos ellos se logró seguir un horizonte determinado: en los cayos de la costa norte (Villa Clara) y al norte de Cárdenas (Matanzas) asociado a las secuencias dolomíticas del cretácico inferior a profundidades de 1-2 km y a veces más, mientras que en la Cuenca Central (Sancti Spiritus) al tope de las secuencias efusivas y efusivo-sedimentarias del basamento plegado precampaniano.

Los trabajos regionales de los años 1970-76 (Gráfico 2) se realizaron con el objetivo de evaluar las posibilidades gasopetrolíferas

de las secuencias sedimentarias del cretácico inferior y jurásico y dentro del complejo obligatorio de trabajo se incluyó el método de refracción [3,4,5,6].

Las tareas geológicas por resolver eran: mapeo de la superficie del basamento cristalino y de otros límites a menor profundidad, entre ellos el tope de la secuencia vulcanógeno-sedimentaria (basamento plegado precampaniano). Desde el punto de vista geológico existía una buena fundamentación para los trabajos de refracción, y para plantear las tareas antes señaladas. Datos preliminares señalaban que la profundidad de yacencia del basamento no rebasaba los 6 km con un espesor del basamento plegado en su parte vulcanógena de 2-3 km. Se planteó un sistema de observación completo con hodógrafos de hasta 55 km, en algunos lugares hasta 73 km.

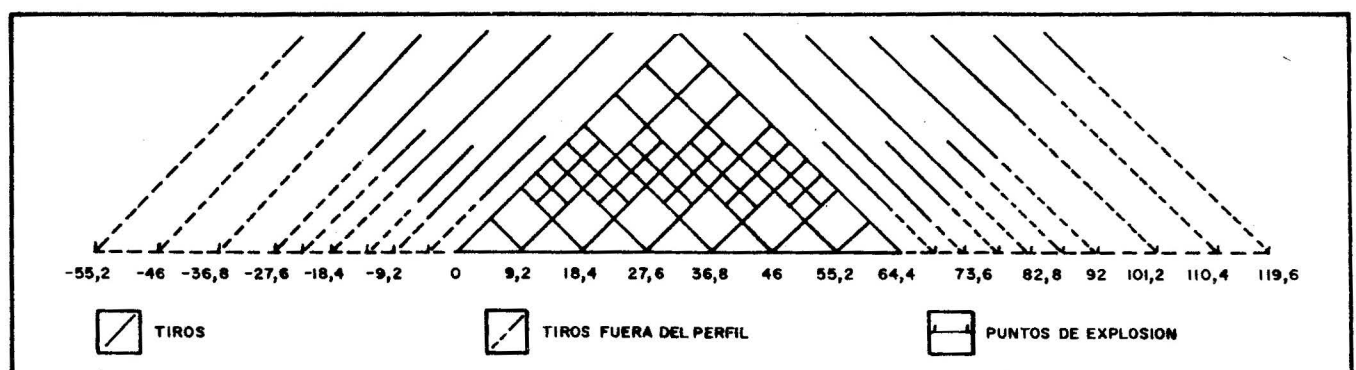
En todos los perfiles se registró un campo de ondas en extremo complejo: frecuentes cambios de ondas, interferencias con ondas de diferente origen (no de

cabecera), bruscas amortiguaciones de las primeras entradas, amplia zonas de interferencia en los puntos de cambio, débil expresión dinámica, variabilidad de la composición de frecuencia, etc.

Los principales resultados geológicos de los trabajos se pueden resumir en lo siguiente: (Gráfico 3). En la zona eugeosinclinal (sur de Cuba) el seguimiento de un grupo de ondas que se denominan C2 a profundidades que varían de 2,5 a 6,0 km y con velocidades de frontera de 5,9 a 7,0 km/s siendo el valor más frecuente 6,2 a 6,4 km/s. Este límite se sigue en casi todo el eugeosinclinal desde el sur de Pinar del Río hasta Camagüey y se correlaciona bastante bien con el campo gravimétrico.

La interpretación geológica de esta frontera tuvo varias acepciones históricas. En una primera instancia se le asoció al basamento cristalino [7] pero con posterioridad, luego de su comparación con los resultados de otras investigaciones geólogo-geofísicas se llegó a la conclusión de que se le podía asociar a la superficie de la secuencia metaterígeno-carbonatada que aflora en la zona del macizo del Escambray y en la Isla de la Juventud (de edad posiblemente K<sub>1</sub>-J). Dentro de las tareas de los pozos puaramétricos, al sur de Matanzas y la Habana [8] se encontraba el amarre de esta onda, sin embargo en ninguno de ellos se logró cortar la secuencia antes mencionada. De aquí que con posterioridad en 1979 [9,10] se llegó a la conclusión de que la onda C2 se debe

**GRAFICO 2: Esquema de observación**





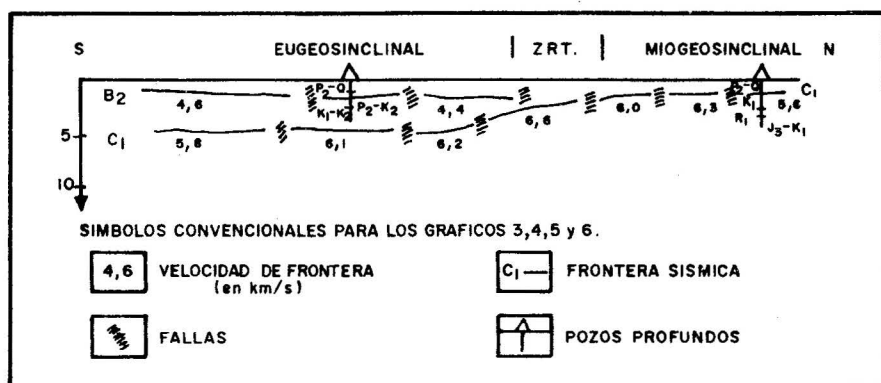


GRAFICO 3: Resultados de la interpretación de un perfil sísmico de refracción según: Mishinov B. Eng. (1974)

asociar a las secuencias de la base del arco de islas (eugeosinclinal) o al propio basamento oceánico. En el primer caso, se refiere a rocas de la secuencia espilito diabásica y en el segundo caso a anfíboles y otras rocas ultrabásicas muy elaboradas que afloran en el sur de Cuba.

El otro grupo de ondas que se registró en casi todos los perfiles regionales es el grupo de ondas B que se encuentran ligadas a la parte baja de la secuencia sedimentaria superpuesta (llegando al tope de la secuencia orogénica) y en ocasiones a las rocas del llamado basamento plegado eugeosinclinal [9,10] que está representada por rocas altamente plegadas de arco de islas que son secuencias efusivo-sedimentarias o sedimentario-efusivas de edad cretácico (precambriano). Esta onda al igual que la C2 representa un grupo de ondas y en los cortes de profundidad se traza como el resultado de la generalización de este grupo de ondas (onda promediada). La profundidad de este horizonte varía de 1,5 a 4,0 km, posee valores de velocidad de frontera de 3,9 a 4,9 km/s siendo el más frecuente el de 4,3 km/s.

En algunas zonas del eugeosinclinal aparece en tiempos considerables (más de 5,5 s) una onda de alta velocidad, cerca de 7 km/s pero resulta muy difícil realizar construcción alguna de ella, los cálculos aproximados de su profundidad arrojan que se encuentra entre los 8-10 km. La estrechez

de la Isla impidió el seguimiento de esta onda en los perfiles transversales.

Al norte de los perfiles regionales sobre la zona que en superficie representa la zona de interacción entre secuencias eugeosinclinales y miogeosinclinales (cinturón ofiolítico) se observan también dos grupos de ondas: Un grupo profundo que se denominó C1 y está ligado a la parte superior de la secuencia miogeosinclinal plegada, estas ondas de carácter complejo se siguen a profundidades de 1,5 a 3,0 km con velocidades de frontera variable de 3,8 a 6,4 km/s con un valor más frecuente de 4,7 km/s.

La frontera superior aparece exclusivamente en la zona del llamado recubrimiento tectónico con una velocidad relativamente alta de 4,9 km/s y una profundidad de 1,0 a 2,5 km, aquí y en las zonas de afloramiento se observa la repetición de las primeras entradas a distancias considerables de la explosión.

Los trabajos regionales realizados con el método de refracción, en resumen, no cumplieron con la tarea principal que se les planteó de seguimiento de la superficie del basamento cristalino. Sin embargo, arrojaron toda una serie de datos de carácter regional que resultaron de gran importancia en la zonación tectónica. [9,10].

Con posterioridad a los trabajos regionales, comenzó una etapa de realización de trabajos destinados al reconocimiento de áreas

perspectivas para petróleo. Entre los principales cabe señalar los que a continuación se relacionan:

- Reconocimiento de la Cuenca de Los Palacios.
- Reconocimiento de la parte norte de La Habana y Matanzas.
- Reconocimiento de la zona norte de Holguín y Las Tunas.
- Trabajos regionales de segunda etapa en Pinar del Río.

Los trabajos de la parte oriental de la Cuenca de Los Palacios ayudaron considerablemente a esclarecer el cuadro de ondas que se registra en las zonas de cuencas superpuestas durante los trabajos regionales [11]. Se siguen cuatro grupos de ondas (Gráfico 4).

Un grupo profundo denominado C3-C4 con velocidades de frontera de 7,0 a 7,3 km/s y a profundidades de 8-9 km el que se asoció al basamento cristalino. Estas ondas se siguen en los perfiles longitudinales de amarre y con gran dificultad, casi siempre en segundas entradas, en los perfiles transversales.

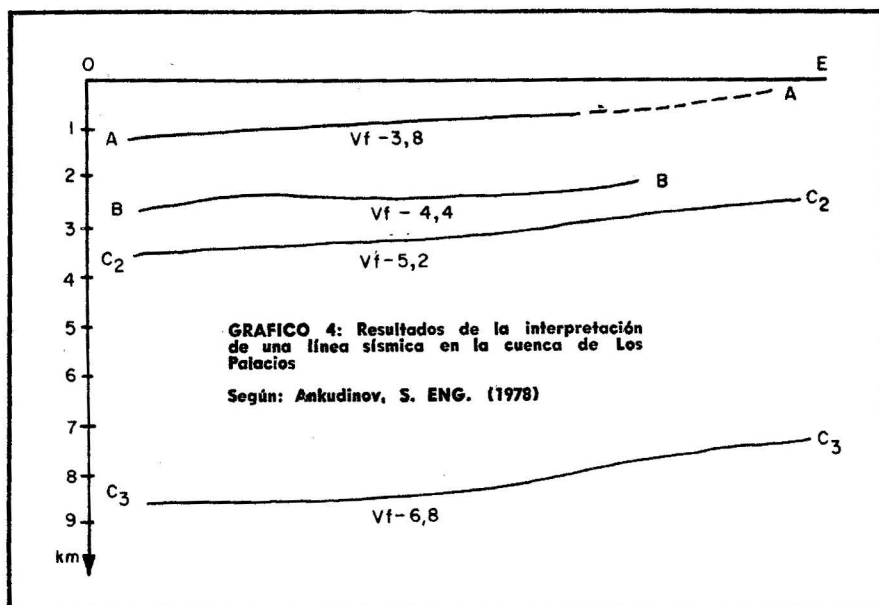
El grupo de ondas C1-C2 que se identifica con las ondas del grupo C2 antes descrito y que en la cuenca se asocia a la parte inferior del basamento plegado sin especificar.

El grupo de ondas B relacionado con las secuencias que son la base de la cuenca y finalmente un grupo de ondas A que se identifica como el tope de la secuencia orogénica ( $K_2cp-m-p^1$ ) o dentro de la propia secuencia postorogénica ( $P^2-Q$ ).

Los trabajos ayudaron a establecer una correlación entre los perfiles II y II-A situados en la zona, pudiéndose establecer con certeza el carácter multiondular de los grupos B y C establecidos.

Los trabajos de reconocimiento de la parte norte de la provincia de La Habana y parte de Matan-





zas [12] tuvieron como tarea principal la determinación de la base de la secuencia eugeosinclinal alóctona en la zona de recubrimiento tectónico con un ancho de aproximadamente 30 km. La hipótesis de trabajo consistía en que las calizas de alta velocidad de la secuencia miogeosinclinal que subyacen a las secuencias del arco de islas e hiperbasíticas (eugeosinclinal) se deberían destacar por la aparición en primeras entradas de una onda de velocidad de más de 5 km/s entre los 10-20 km de distancia del punto de explosión. Se tenía como dato inicial el resultado de los perfiles regionales donde se destacaba una onda de similares características y probable origen.

Para la resolución de esta tarea se planteó un sistema de observación bastante complejo con registros directos y de encuentro con recubrimiento múltiple de hasta 8 veces. Los resultados de estos trabajos fueron muy interesantes, el campo de ondas registrado fue muy complejo: frecuentes cambios de onda, aparición de ejes de cofasidad curvilíneos en las primeras entradas, repetición de la onda de las primeras entradas de los tiros cercanos en otros mucho más lejanos, etc. Por estas razones, la interpretación primaria de este campo de ondas resultó ser polémica, se estableció la

presencia de una o dos ondas cerca de la superficie identificadas como fronteras dentro de la secuencia serpentinitica mientras que las ondas más profundas se siguieron a intervalos y con menor grado de seguridad (Gráfico 5).

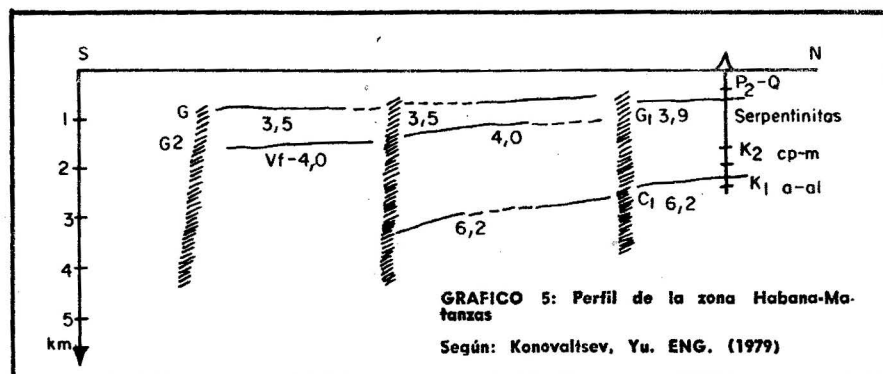
En algunas zonas sólo se siguió una onda somera, incluso a grandes distancias de la explosión. Las ondas curvilíneas fueron interpretadas como ondas reflejadas post-críticas. Esta interpretación no es de aceptación común por su pequeño radio de curvatura. Al parecer estas ondas debían ser utilizadas mejor en la comprobación de los valores de velocidad efectiva y para el trazado de fallas si se toman como ondas de cabecera difractadas o reflejada-difractadas.

La zonación del campo de ondas, así como los esquemas de

constitución profunda del área pueden, junto con otros datos geológico geofísicos, servir de fundamento para la ubicación de nuevos pozos profundos de búsqueda avanzada o para la localización de trabajos sísmicos con el método de reflexión. Por ejemplo en la zona de la cuenca superpuesta de Almendares-San Juan se destacó un cuadro de ondas que se podía interpretar como un bloque donde el espesor de la secuencia alóctona eugeosinclinal tiene menor espesor (Gráfico 5) y que puede servir de objetivo para la perforación de búsqueda.

Trabajos similares a los antes descritos se realizaron en el norte de las provincias orientales (Gráfico 2). El campo de ondas que se registra aquí es aún más complejo que el de la región antes descrita con la diferencia de que existe menor grado de estudio geológico que en La Habana y por lo tanto el amarre de las ondas registradas es mucho más inseguro pero, en línea general, se repite cualitativamente el cuadro de ondas (Gráfico 6). Las diferencias vienen dadas por la aparición de algunas fronteras asociadas a la secuencia eugeosinclinal alóctona y una mayor profundidad, en la parte norte de los perfiles, de la onda asociada presumiblemente a la secuencia miogeosinclinal subyacente. Aquí en Oriente, los intervalos de seguimiento de las ondas profundas son menores.

Los trabajos regionales de segunda etapa, en Pinar del Río tenían un doble carácter: en primer lugar puntualizar toda una serie de tareas de carácter regio-





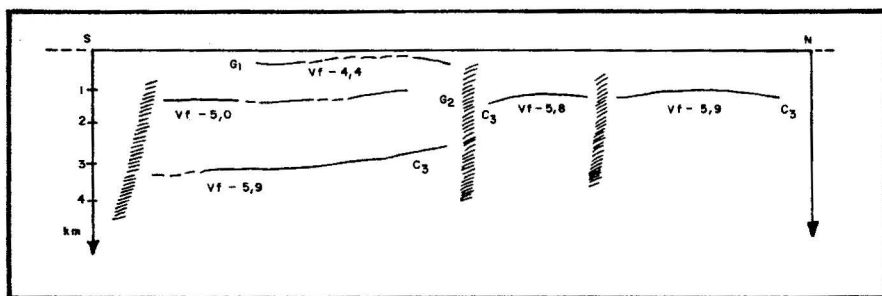


GRAFICO 6: Resultados de la interpretación de un perfil de refracción en la zona norte de Oriente

Según: Konovaltsev, Yu. ENG. (1980)

nal y en segundo lugar resolver también tareas de reconocimiento para la ubicación de pozos profundos.

La principal tarea regional era el estudio de la estructura y constitución del basamento cristalino mientras que las tareas de reconocimiento eran el estado o el carácter de interpretación con las zonas hundidas al norte y al sur del bloque Pinar.

Como resultado de los trabajos se estudió el campo de ondas del horst y de las zonas hundidas adyacentes. Se siguen dos fronteras, ambas de alta velocidad, la frontera superior se relaciona con una cierta variación promedio de las características físicas dentro de la secuencia plegada que aflora en Pinar del Río mientras que la segunda se asocia al basamento cristalino, en esta frontera no hay mucha seguridad con relación a los estimados de profundidad pues se hicieron a partir de la correlación de segundas entradas.

La profundidad de la primera frontera varía de 1,5 a 2,5 km con valores de velocidad de 4,5 km/s, la frontera más profunda se encuentra en más de 5,5 y hasta 8 km de profundidad al norte y al sur, los valores de velocidad de frontera llegan hasta 6,9 km/s.

## CONCLUSIONES

Los trabajos de refracción en los últimos años en Cuba se han planteado para la resolución de tareas regionales y de reconocimiento a todo lo largo y ancho del territorio nacional.

Estas investigaciones no han dado una respuesta definitiva con relación al basamento cristalino de la isla, sin embargo, dentro de sus aciertos en los últimos años se deben señalar los siguientes:

1. Se ha alcanzado un determinado grado de estudio de la estructura profunda de Cuba en general y con mayor énfasis en las zonas de desarrollo de las secuencias engéosinclinales del sur. Se ha logrado la identificación de las distintas fronteras sísmicas de refracción con relación a determinados objetivos geológicos y específicamente las secuencias inferiores del arco de islas cubano.
2. En todas las cuencas superpuestas se pudo realizar con éxito el seguimiento y mapeo de la base de la secuencia sedimentaria. Esto desde el punto de vista del reconocimiento y para la ubicación de pozos paramétricos o de búsqueda, tiene una gran importancia. Un ejemplo de esto son los resultados en la Cuenca de Los Palacios.
3. La revelación y seguimiento de zonas de fallas y dislocaciones tectónicas profundas como las que dividen las zonas de Pinar del Río y Los Palacios, en el Norte de Holguín las que dividen las zonas de Gibara y Auras. Estas fallas tienen una incidencia directa en la planificación de

nuevos trabajos de búsqueda y en la perforación de pozos de avance y paramétricos.

4. En las zonas de recubrimiento tectónico la zonación tectónica del área donde se pueden destacar cualitativamente las zonas de menor espesor de la secuencia alóctona eugeosinclinal, esta tarea de reconocimiento-búsqueda estimamos que es una de las más importantes por resolver por los métodos geofísicos de prospección en los próximos años.

## Bibliografía

- [1] SHEIN V. S. ET AL. —*Pisos tectónicos de Cuba con sus perspectivas gasopetrolíferas*. Resúmenes de la 1ra. Jornada Científico-Técnica de Geología y Geofísica. La Habana 1974.
- [2] HERNÁNDEZ G. —*Desarrollo histórico de los trabajos geofísicos en Cuba*. Resúmenes del 1er. Simposium de Geofísica en Cuba. La Habana, 1977.
- [3] MISHINOV B. ET AL. —*Resultados de las investigaciones sísmicas KMPV en la parte occidental de Cuba*. Manuscrito. Fondo Geológico. La Habana. 1973.
- [4] ——— ET AL. —*Resultados de las investigaciones sísmicas KMPV en los perfiles regionales II, II-a III y XI*. Manuscrito. Fondo Geológico. La Habana. 1974.
- [5] KOKOSHKO A. ET AL. —*Investigaciones sísmicas de refracción en los perfiles regionales en el área de la Cuenca Central*. Manuscrito, Archivo CIG. 1975.
- [6] ——— ET AL. —*Resultados de las investigaciones sísmicas regionales de KMPV en la parte oriental de Cuba en los años 1974-75*. Archivo CIG. Manuscrito. La Habana. 1975.
- [7] SHATSILOV V. ET AL. —*Resultados de los trabajos sísmicos de refracción en las provincias de Habana-Matanzas en el año 1970*. Manuscrito. Fondo Geológico. La Habana. 1971.



- [8] SHEIN V. S. ET AL.— *Constitución geológica de Cuba con relación a sus perspectivas gasopetrolíferas*. Manuscrito. Archivo CIG. La Habana. 1980.
- [9] ————— ET AL.— *Modelo de constitución geológica de Cuba y sus mares adyacentes*. Resúmenes del Primer Simposium de la Sociedad Cubana de Geología. La Habana. 1980.
- [10] SHEIN V. S., TENREYRO R. GARCÍA E.— *Modelo Profundo de Cuba*. En prensa.
- [11] ANKUDINOV S. ET AL.— *Informe sobre los trabajos sísmicos KMPV realizados en 1975 por la brigada CF-100 en la parte oriental de la Cuenca de Los Palacios*. Manuscrito. Fondo Geológico. 1978.
- [12] KONOVALTSEV YU. ET AL.— *Informe sobre los trabajos sísmicos de refracción en la zona norte de las provincias de Habana-Matanzas*. Manuscrito. Fondo Geológico. La Habana. 1981.
- [13] TENREYRO, R.— *Estructura profunda de la Cuenca Central según datos geofísicos*. Serie Geológica. Nº 5. 1984.

---

CDU 551.781.42/.43(729.12+729.13)

---

## ESTRATIGRAFIA DE LOS DEPOSITOS DEL EOCENO MEDIO-SUPERIOR DE LA REGION CENTRAL DE LAS PROVINCIAS DE LA HABANA Y MATANZAS

Ing. Rafael A. González\*  
Ing. Alberto Zuazo Alonso\*  
Ing. Evelio Linares Calá\*

### RESUMEN

En este trabajo se hace un detallado análisis de las investigaciones estratigráficas realizadas en la parte central de las provincias La Habana y Matanzas, referente a los sedimentos de edad Eoceno Medio-Superior, incluyendo nuevos datos, obtenidos en el transcurso de los trabajos relacionados con la confección del Mapa Geológico de Cuba a escala 1:500 000. Como resultado de esto, se separa el Grupo Nazareno en dos formaciones, la Formación El Cangre y la Formación Loma El Añil, en esta última establecemos el Miembro La Charca. Además este Grupo se establece como una unidad postorogénica, restringiéndose su edad al Eoceno Medio parte alta - Eoceno Superior.

---

\* Centro de Investigaciones Geológicas, MINBAS