

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río

Vol. 18, No.2 abril-junio, 2016

ARTÍCULO ORIGINAL

Análisis de las perspectivas gasopetrolíferas de los reservorios del complejo ofiolítico Bacuranao, Brisas, Peñas Altas

Analysis gas_oil reservoirs perspectives in Bacuranao, Brisas, Peñas Altas ophiolitic complexes

Yandy Sánchez Roig¹, Michael Eduardo Pica Borrell¹, Wendy Acosta Rodríguez²

¹Ingeniero Geólogo, profesor Instructor de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca" Calle Martí Final No 270, esquina 26 noviembre. Pinar del Río, Cuba. CP 20100 Teléfono: 48-728617. Correo electrónico: sanchezroy@upr.edu.cu; mborrell@upr.edu.cu

²Ingeniero Geólogo de la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo Occidente (EPEPO), Finca el Caribe, Santa Cruz del Norte, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: wacosta@epepo.cupet.cu

RESUMEN

La búsqueda de petróleo en ofiolitas es una cuestión poco común, pues estas rocas son de origen ígneo; y de no ser erosionadas y fracturadas no son susceptibles a la acumulación de petróleo. Sin embargo, Cuba es uno de los pocos países que tiene reservorios petrolíferos en este tipo de rocas, con un marcado desarrollo en la región Habana-Matanzas donde se encuentran numerosos yacimientos, muchos de los cuales han sido descubiertos al azar o como objetivos secundarios cuando se perfora en busca de los carbonatos fracturados del Grupo Veloz que aparecen por debajo de las ofiolitas. La presente investigación estuvo encaminada a incrementar el conocimiento sobre perspectivas gasopetrolíferas en los reservorios del Complejo Ofiolítico del sector Bacuranao, Brisas Peñas Altas para de esta manera proyectar nuevos pozos de extracción de petróleo para una mejor explotación de estos yacimientos. Para ello se contó con un importante número de trabajos e informes geólogo-geofísicos disponibles de pozos presentes en el área. El análisis de correlación de las columnas geológicas de los pozos, perfiles geológicos y la confección de mapas estructurales arrojó como resultado la

95 *Avances ISSN 1562-3297 Vol.18 No.2, abr.- jun., 2016 p.95-104*

presencia de mantos cabalgados limitados por fallas inversas y transcurrentes. La interpretación de los intervalos de ensayos de los pozos de producción, evidenció tres horizontes perspectivas: lentes de areniscas de la Formación Vía Blanca, serpentinitas fracturadas y cuerpo de tobas. Una vez terminada esta fase de los trabajos se pudo realizar una integración geólogo-petrolera que posibilitó la proyección de dos nuevos pozos de extracción en estos yacimientos.

Palabras clave: Petróleo, Reservorios, Ofiolitas, Yacimientos.

ABSTRACT

The search for oil in ophiolites is an unusual question, because these rocks are of igneous origin; and not be eroded and broken is not susceptible to the accumulation of oil. However, Cuba is one of the few countries that have oil reservoirs in these rocks, with a strong development in the Havana-Matanzas region where numerous sites, many of which have been discovered at random or as secondary objectives when drilling in search of fractured carbonates Veloz Group listed below ophiolites. This research was aimed at increasing knowledge about gasopetrolíferas prospects in the reservoirs of the ophiolite complex of sector Bacuranao, Brisas, Peñas Altas to thereby design new oil extraction wells for better exploitation of these deposits. For this he had a large number of papers and reports available geological-geophysical wells present in the area. Correlation analysis of geological columns of wells, geological profiles and making structural maps as a result threw cloaks the presence of limited ridden by reverse and transform faults. The interpretation of test intervals production wells, showed three perspectival horizons sandstone lenses of the Via Blanca Formation fractured tuffs serpentinites and body. Once this phase of work could make a geologist-oil integration enabled the screening of two new extraction wells in these fields.

Key words: Oil, Reservoir, ophiolites, Ore deposits.

INTRODUCCIÓN

Tanto el petróleo, como otros combustibles fósiles, se formaron a partir de restos de plantas y animales fosilizados tras ser expuestos al calor y la presión de las capas terrestres que lo sepultan durante cientos de millones de años. Este a su vez puede ser encontrado en cualquier tipo de roca siempre y cuando cumpla con una serie de características estratigráficas y estructurales capaces de entrapar el fluido. Lo cierto es que no resulta fácil encontrar petróleo aun con las más novedosas técnicas, dada las especificidades que se necesitan a la hora de darse toda una serie de procesos que

conlleven a que se conforme un depósito de petróleo. Lo más usual es que este líquido bituminoso se encuentre atrapado en rocas sedimentarias dada la tendencia a la fractura y al agrietamiento, pero nuestro caso de estudio se hace un poco más complejo dado que aquí los hidrocarburos aparecen atrapados en rocas ofiolíticas, poco usuales como reservorios, por lo que creemos de vital importancia contribuir al conocimiento de este tipo de rocas almacenadoras de hidrocarburos, dadas las anteriores cuestiones planteadas.

En Cuba, la historia de la industria petrolera se remonta al año 1860 cuando se descubre el yacimiento Motembo en los límites Matanzas-Villa Clara y en el año 1864 el yacimiento Bacuranao, ambos en rocas del complejo ofiolítico, algo que motivó a los geólogos foráneos. En Motembo se perforó utilizando el sistema de percusión por cable, por lo que sólo alcanzó unos pocos cientos de metros en el subsuelo. Los petróleos encontrados poseían densidades a 20°C, de 0.726 a 0.750 g/cm³; gravedad API, de 57.2 a 63.4° y contenido de azufre, 0.004%. De esta forma comenzaba la explotación petrolera en Cuba. El periodo comprendido entre 1900 _ 1959 fue sumamente importante por la cantidad de trabajos geológicos que se acometieron no sólo en la región Habana_Matanzas, sino en todo el territorio cubano. A principios de siglo, se realizaron una serie de campañas geológicas de reconocimiento, por parte de geólogos norteamericanos y algunos cubanos, evidenciando la presencia de hidrocarburos en el país, no sólo en forma de menas asfálticas, sino también atrapados en el subsuelo. Numerosos fueron los criterios de búsqueda que en aquel entonces imperaron en Cuba, siendo las ofiolitas el escenario más explorado. Sin embargo, muchos geólogos prestigiosos, incluyendo al norteamericano De Golyer, sostenían que por la gran cantidad de escurrimientos superficiales de petróleo que existían, era muy poco probable encontrar yacimientos en el subsuelo.

Palmer (1934) en "The Geology of Habana, Cuba and vicinity", presentó una columna estratigráfica generalizada de la provincia Habana (actual provincia de Mayabeque), con un estudio detallado del Cretácico Superior, reportando por primera vez los depósitos del Maastrichtiano, además se reconocen estructuras geológicas importantes como el anticlinal Habana-Matanzas y el anticlinal Madruga, separados por el sinclinal Almendares-San Juan. En el año 1940, Brodermann y Bermúdez dieron a conocer en "Contribución al Mapa geológico de la provincia de La Habana", un detallado estudio estratigráfico de la región de la Habana (actual Provincia de Mayabeque) y ciudad de La Habana, donde describieron las estructuras "Anticlinal Habana-Matanzas"; Anticlinal Bejucal-Madruga y sinclinal Almendares-San Juan. El mapa geológico que presentaron fue muy primitivo y su valor fundamental fue estratigráfico y paleontológico. En la década del 40 se perfora el pozo Hammel en la provincia de Matanzas, revelando la presencia de hidrocarburos pesados en carbonatos fracturados, de tal modo este tipo de rocas comenzó a ser otro blanco exploratorio en la región. A finales de los años 50 ya se aceptaba en Cuba la hipótesis de la Nueva Tectónica Global, pero aún no se tenía un modelo ideal del orógeno

cubano como un cinturón plegado y cabalgado. De esta manera muchos especialistas soviéticos, húngaros, checos, rumanos y búlgaros, ya tenían una concepción movilista de algunas relaciones tectónicas que se encontraban en el campo entre unidades geológicas, en cambio otros, aún mantenían posiciones fijistas y no aceptaban los sobrecorrimientos de masas de rocas. En el año 1963 se dieron a conocer varios trabajos importantes, uno de ellos de Alfredo De la Torre describiendo la Formación Canímar y a la Formación El Abra, asignándoles una edad Mioceno Medio. También describe a la Formación Matanzas, situando estratigráficamente sobre ella a la Formación Jaimanitas del Holoceno. Otro trabajo importante de esta época fue de Bronnimann y Rigassi. En él se hace un estudio paleontológico completo de muchas unidades del área Habana _ Matanzas, así como sus relaciones con las unidades infra y suprayacentes. En el año 1969, Iturralde-Vinent en "Estudio del Neógeno en la provincia de Matanzas" hizo un detallado estudio facial y fosilífero de las unidades del Neógeno, construyendo una columna estratigráfica muy precisa, aunque las edades de algunas de las unidades, tales como Cojímar y Güines, resultaron inexactas.

Desde principios de los años 70 ya se perforaban pozos petroleros en zonas, ejemplo de ello lo constituyen los campos de Boca de Jaruco, Vía Blanca y Varadero. La mayoría de estas perforaciones, debido al desconocimiento del modelo geológico del subsuelo, eran verticales y no aportaban mucho más de algunos cientos de barriles de petróleo por día, volúmenes que en esa época eran importantes pero que no representaban nada en comparación con la cantidad importada por el país.

Malinovsky, et al. (1974), ejecutaron trabajos basados en pozos profundos, donde se separaron los cortes estratigráficos por complejos: complejo geosinclinal, complejo molásico y complejo subplatafórmico. Estos presentaron varios esquemas de correlación de pozos y una columna estratigráfica bastante detallada, aunque utilizando la nomenclatura rusa, lo que hace de este trabajo poco práctico para el mapeo.

En el año 1977, Albear e Iturralde-Vinent, terminaron el levantamiento geológico de las provincias de La Habana (actual provincia de Mayabeque) y ciudad de La Habana a escala 1:250000. En él se caracterizaron por separado las columnas estratigráficas de cada zona e incluye diferentes tipos de mapas: geológico, hidrogeológico, ingeniero-geológico, de yacimientos minerales, geomorfológico y de los depósitos cuaternarios. García en 1979, en su trabajo de diploma cartografió los depósitos de la Formación Vía Blanca situados discordantemente sobre las rocas de la Formación Chirino de composición vulcanógena. Transgresivamente sobre esta última situó las formaciones del Neógeno, demostrando la existencia de movimientos verticales intensos en el abra del río Yumurí, que provocaron levantamientos de bloques que imprimieron una yacencia bastante abrupta para las formaciones de esta edad.

Como se ha podido apreciar la complejidad geológica de Cuba siendo esta un cinturón plegado y cabalgado la convierte en un escenario muy difícil para la exploración petrolera,

por tal motivo la presente investigación tuvo como propósito elevar el conocimiento sobre el potencial gasopetrolífero de los reservorios del Complejo Ofiolítico del sector Bacuranao-Brisas-Peñas Altas, a través de trabajos geólogo_geofísicos disponibles para de esta manera incrementar las perspectivas de dichos reservorios con la finalidad de lograr la proyección de nuevos pozos de explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta la correspondencia del problema planteado, la información existente y las herramientas disponibles para la solución de las tareas que encierra la investigación, este trabajo partió primeramente del análisis de archivos (trabajo de gabinete) existentes en la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo Occidente (EPEPO), procesándose con el software AutoCad Map 2005 todo lo relacionado con el tope, bases y producción de las serpentinitas presentes en el área según los archivos de los pozos de Guanabo, Peñas Altas, Santa María y Bacuranao. Después se realizó la caracterización geológica partiendo de la interpretación de las correlaciones de las columnas geológicas de los pozos y 4 perfiles con orientación norte-sur permitiendo delimitar y precisar los elementos estratigráficos y estructurales de los diferentes mantos de cabalgamiento esperados del área, obteniendo como resultado el mapa estructural por el tope de las serpentinitas confeccionado con el software Surfer 11. Desde punto de vista petrolero, se analizaron intervalos ensayados existentes en archivos de cada uno de los pozos en los que se comprobaron los tramos con petróleo, los secos y los intervalos con agua para la diferenciación de las distintas escamas productoras atravesadas, obteniendo un gráfico esquemático del área, empleando para ello Microsoft Office Excel 2010. Con la integración de la información obtenida quedó propuesta la perforación de nuevos pozos por el tope de las serpentinitas productoras del yacimiento Guanabo, Brisas, Peñas Altas, utilizando como criterio para la ubicación de los mismos el espaciamiento entre pozos productores y las cúpulas de los pliegues cabalgados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis e interpretación de la correlación de columnas

La correlación de columnas del área Guanabo, Peñas Altas se realizó siguiendo una dirección preferencial norte-sur, pudiéndose comprobar la presencia de tres secuencias estructuro faciales presentes a todo lo largo del la franja norte de Cuba:

- Secuencias pre-orogénicas: Compuestas fundamentalmente por el Terreno Zaza (Arco Volcánico del Cretácico y Complejo Ofiolítico) representadas por las formaciones Chirino y La Trampa, constituidas (Según Léxico Estratigráfico 1992) por tobas, medias y básicas, litoclásticas a vitroclásticas con lavas en forma de sills y diques de andesitas. Los afloramientos de las ofiolitas (con predominio de las

rocas ultramáficas) son relativamente pequeños y no superan los 20 km de largo por 3 km de ancho (Palmer, 1945; Llanes et al., 1997).

- Secuencias sin-orogénicas: En el área de estudio está compuesta (Según Léxico Estratigráfico 1992) por rocas argilitas, limolitas, areniscas, calcarenitas, conglomerados polimícticos, de matriz de arenisca y arcillo-arenosa, margas, calizas detríticas, arcillas y tufitas. (Formación Vía Blanca). Cretácico Superior Campaniano Superior-Maastrichtiano Superior.
- Secuencias pos-orogénicas: Compuesto (Según Léxico Estratigráfico 1992) por rocas carbonatadas y fragmentario-carbonatadas y terrígenas. Las formaciones que se reconocen son, Capdevila, Universidad, Cojimar y Guines.

Finalmente se pudo apreciar que debido a la complejidad tectónica de esta área las unidades litoestratigráficas siempre aparecen separadas discordantemente y las secuencias pre-orogénicas tanto entre ellas (Arco Volcánico del Cretácico y Complejo Ofiolítico) aparecen en contacto tectónico, así como con las demás formaciones que las sobreyacen (Formación Vía Blanca).

Interpretación de los perfiles.

Los perfiles trazados en el área de Guanabo_Peñas Altas se orientaron en dirección sureste-noroeste para cortar perpendicularmente las estructuras de los diferentes mantos de cabalgamiento y de esta forma obtener la mayor caracterización geólogo-estructural del área. Como se puede apreciar en la *figura 1* los resultados obtenidos demostraron claramente un aumento del espesor en dirección norte de las unidades pos-orogénicas, lo que es de esperarse por el hecho de encontrarse en esta dirección (norte) el frente de los cabalgamientos. Se pudo comprobar en el área la existencia de una discordancia estructural entre los eventos pos-orogénicos y sin-orogénicos. Más abajo en el corte aparecen formando parte de estructuras en forma de dúplex las secuencias litoestratigráficas sin-orogénicas del Arco Volcánico Cretácico y el Complejo Ofiolítico, paquetes que forman los principales reservorios de hidrocarburos por sus características estructurales (fallados y plegados). La clasificación de las trampas para estos reservorios es dos tipos, estructurales y estratigráficas. Las estructurales se encontraron representadas por: ígneos profundos sellados por cobertura sedimentaria (Formación Vía Blanca) para el primer manto tectónico y para el caso del segundo y tercer manto tectónico ígneos profundos autosellantes. Las estratigráficas se encuentran en las areniscas de la Formación Vía Blanca representado en forma de lentes en el yacimiento Peñas Altas.

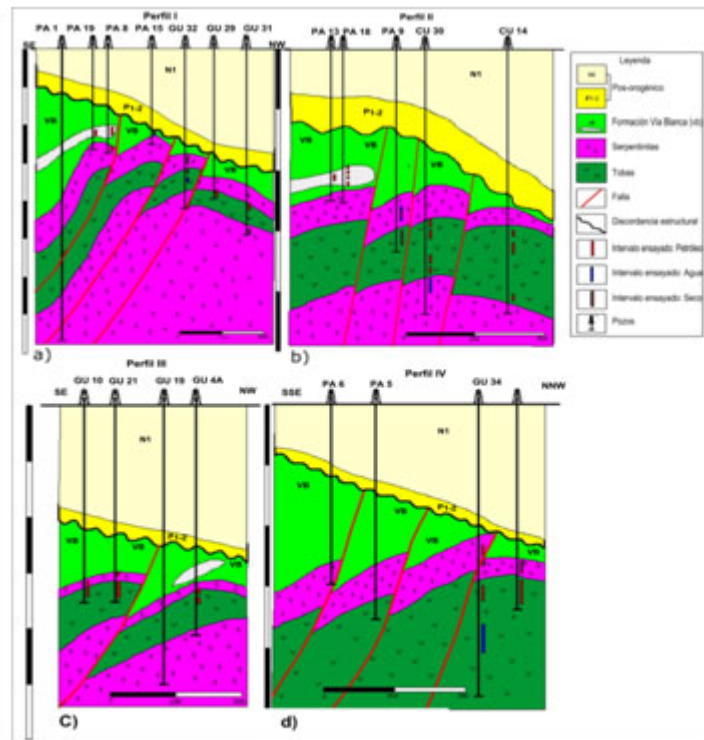


Figura 1. Perfiles realizados en el área de estudio.
Nota: a) Perfil No. I, perteneciente a los yacimientos Peñas Altas-Brisas. b) Perfil No. II perteneciente a los yacimientos Peñas Altas-Brisas. c) Perfil No. III, perteneciente al yacimiento Guanabo, d) Perfil No. IV, perteneciente a los yacimientos Brisas Peñas Altas.

Interpretación de los intervalos ensayados.

Los intervalos ensayados del área Guanabo, Peñas Altas indicaron 3 horizontes perspectivas: Lentes de areniscas de la Formación Vía Blanca a una profundidad aproximada de 500m bajo el n.m.m para los pozos del yacimiento de Peñas Altas. (figura 1b). Serpentinitas pertenecientes al primer manto tectónico en los pozos del yacimiento Guanabo (figura 1a). Y cuerpo de tobas ubicados espacialmente debajo de las serpentinitas en los pozos del yacimiento Guanabo (figura 1a). Como se observa en la figura 2 se evidencia en cada uno de ellos los intervalos que aparecen con petróleo, los que contienen agua y los que no cortaron fluidos. Es de destacar que la gran mayoría posee una alta tasa de asierro en cuanto al contenido de hidrocarburos, solo en dos pozos no se reportaron acumulaciones de petróleo y gas (pozos Guanabo-022A y Guanabo-026), los demás contienen fluidos ya sea petróleo solamente o petróleo y agua.

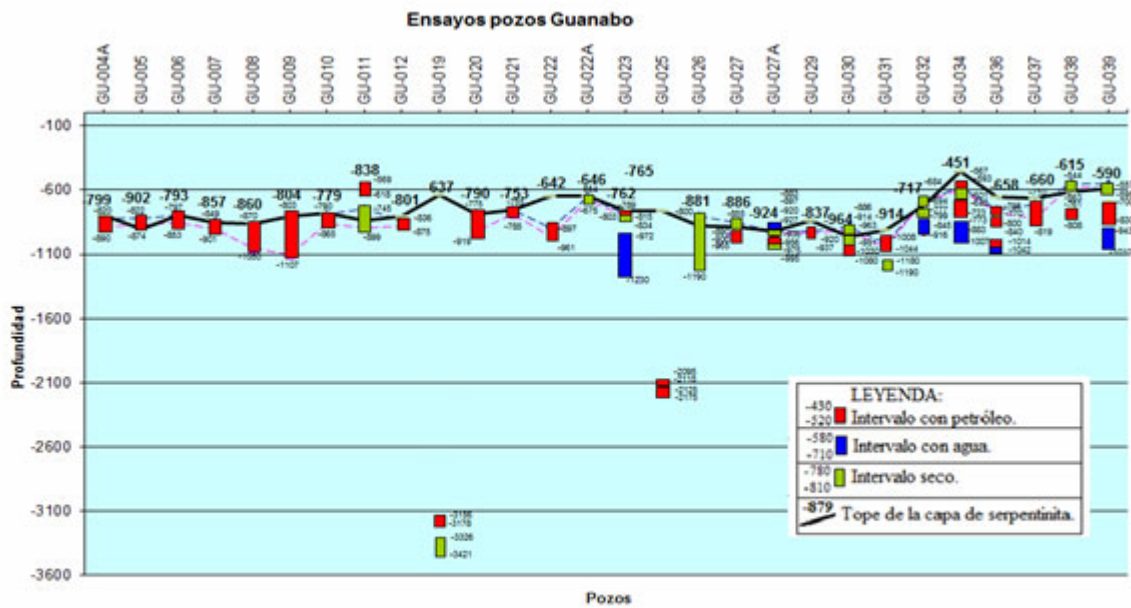


Figura 2. Intervalos ensayados en los pozos de Guanabo.

Interpretación del Mapa Estructural.

El mapa estructural por el tope de las serpentinitas del área de Guanabo_Peñas Altas (figura 3) demostró la existencia de 4 fallas inversas en dirección este-oeste cortadas perpendicularmente por 4 fallas transcurrentes orientadas en dirección norte-sur, la delimitación de dichas fallas posibilitó dividir el área en 12 bloques. Los topes de las escamas de serpentinitas varían entre 530 y 1025 m de profundidad. La mayor agrupación de petróleos en serpentinitas se ubican en la parte noroeste del mapa, formando parte del yacimiento Guanabo. Y las mayores acumulaciones en la Formación Vía Blanca pertenecen al yacimiento Peñas Altas (ubicado al sureste del mapa).

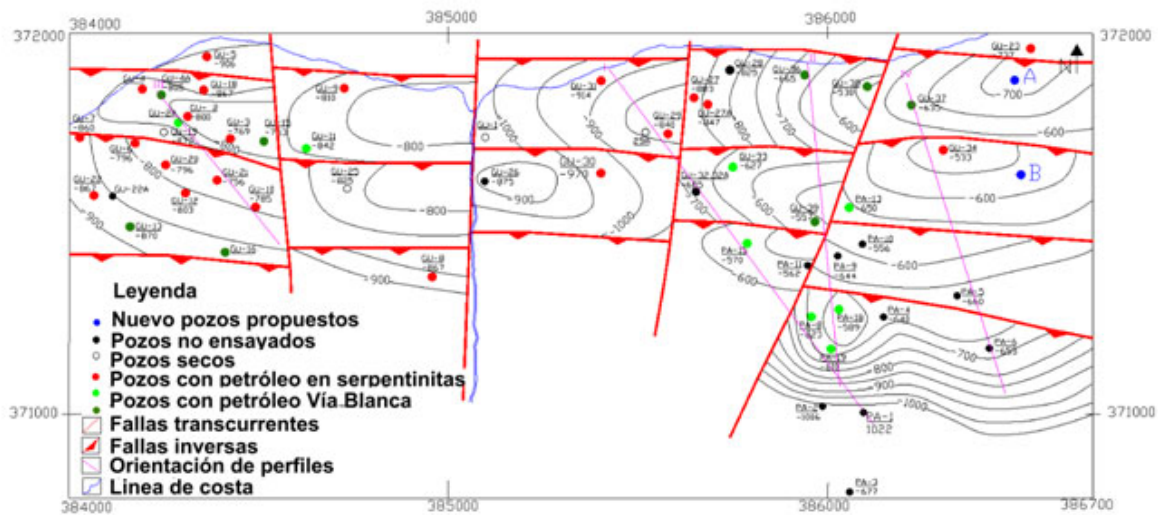


Figura 3. Mapa estructural por tope de las serpentinitas de los yacimientos Guanabo, Brisas Peñas Altas, con nuevos pozos propuestos (A y B).

Proposición de nuevos pozos con perspectivas gasopetrolíferas

La proposición de nuevos pozos se realizó basada en los resultados obtenidos del mapa estructural por el tope de las serpentinitas, teniendo en cuenta además, las zonas donde el espaciamiento entre pozos fuera mayor o que la red de perforación de estos fuera menos densa y en lugares donde existieran cúpulas de pliegues de cabalgamiento, por lo que se propone la perforación de 2 nuevos pozos de extracción de hidrocarburos (pozos A y B *figura 3*) al noreste del mapa anteriormente citado.

Es de destacar que el siguiente artículo tuvo como objetivo integrar una serie de elementos que le conceden un alto grado de confiabilidad, puesto que en trabajos anteriores no se habían tenido en cuenta la compilación de elementos estructurales, estratigráficos y ensayos de pozos, por ejemplo Palmer (1934) presentó una columna estratigráfica generalizada de la provincia Habana con un estudio detallado del Cretácico Superior, reportando depósitos gasopetrolíferos del Maastrichtiano, pero no tiene en cuenta la tectónica del área. En el año 1940, Brodermann y Bermúdez presentaron un mapa geológico muy primitivo y su valor fundamental fue estratigráfico y paleontológico. Malinovsky et al (1974), ejecutaron trabajos basados en pozos profundos, donde se separaron los cortes estratigráficos por complejos, además presentaron varios esquemas de correlación de pozos y una columna estratigráfica bastante detallada, pero utilizando la nomenclatura rusa, lo que hace este trabajo poco práctico y desactualizado para el mapeo. Los trabajos más completos que se hicieron fueron los de Albear e Iturralde-Vinent, 1977. Pues terminaron el levantamiento geológico de las provincias de La Habana y ciudad de La Habana a escala 1:250000. En él se caracterizaron columnas estratigráficas se construyeron mapas: geológico, hidrogeológico, ingeniero-geológico, de yacimientos minerales, geomorfológico y de los depósitos cuaternarios, pero el principal problema es que se hicieron en una escala poco detallada para trabajos de detalle como es nuestro caso en cuestión.

CONCLUSIONES

Se corroboró la existencia de la discordancia estratigráfica regional entre las secuencias sedimentarias sin-orogénicas y pos-orogénicas destacada por los elementos estructurales señalados en los perfiles; además de numerosas fallas inversas. Los intervalos ensayados indicaron 3 horizontes perspectivas: Lentes de areniscas de la Formación Vía Blanca en el área del yacimiento de Peñas Altas; Serpentinitas fracturadas del primer manto tectónico y tobas ubicadas espacialmente debajo de las serpentinitas del primer manto tectónico. En el mapa estructural por el tope de las serpentinitas productoras de los yacimientos Guanabo, Brisas Peñas Altas se evidenció la división en 12 bloques cortados por dos tipos de fallas presentes en el área (4 fallas inversas en dirección este-oeste y 4 fallas transcurrentes en dirección norte-sur). Además se pudo incrementar las perspectivas gasopetrolíferas en los reservorios del Complejo Ofiolítico con la proyección de 2 nuevos pozos hacia la porción noreste de los yacimientos Guanabo, Brisas Peñas Altas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albear, J.F., Iturralde-Vinent, M., Carassou, G., Mayo, N., Peñalver, L. (1977). *Memoria explicativa del mapa geológico escala 1:250 000 de las provincias de La Habana*. La Habana: Instituto de Geología y Paleontología, Ministerio de Energía y Minas.
- Bermúdez, P. (1950). *Contribución al estudio del Cenozoico Cubano*. Museo Nacional de Historia Natural, 205-375 p.
- Brodermann, J., Bermúdez, P. (1940). *Contribución al mapa geológico de la provincia de La Habana*. La Habana: Centro Nacional de Fondo Geológico, Ministerio de Energía y Minas (Inédito).
- García-Delgado, D. (1979). *Contribución a la geología de la parte occidental de la Ciudad de Matanzas*. (Tesis de diploma en opción al título de Ingeniero Geólogo), Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Iturralde-Vinent, M. (1969). *El Neógeno de la provincia de Matanzas*. (Publicación especial, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). La Habana, Cuba. 3-30 p.
- González, G., Recio, H., Furrázola-Bermúdez, Delgado, D., Triff, O. (1992). *Léxico estratigráfico de Cuba*. La Habana: Instituto de Geología y Paleontología, Ministerio de Energía y Minas.
- Llanes, A.I., Cruz Pacheco, S., García, M., Morales, A., Palacio, B. (1997). *Petrología y mineralización de la asociación ofiolítica en la región Habana-Matanzas*. La Habana: Archivo de mineralogía y petrografía, Instituto de Geología y Paleontología, Ministerio de Energía y Minas.
- Malinovsky, Y., Segura Soto, R., Fonseca, E., García, N. y Antonenko, L. (1974). Nuevos datos sobre la litología y estratigrafía de los depósitos del Mesozoico y Cenozoico de la costa norte de Cuba (Habana- Matanzas)". *Revista Tecnológica*, 36-42 p.
- Palmer, R.H. (1934). The geology of Habana, Cuba and vicinity. *Journal Geology*, 123-145 p.
- Palmer, R.H. (1945). Outline of the geology of Cuba. Chicago, U. S. A. *Journal Geology*, 1-34p.

Recibido: enero 2016

Aceptado: mayo 2016

Ing. Yandy Sánchez Roig. Profesor Instructor de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca" Calle Martí Final No 270, esquina 26 noviembre. Pinar del Río, Cuba. CP 20100 Teléfono: 48- 728617. Correo electrónico: sanchezroy@upr.edu.cu