

Grupo Veloz. Análisis para su admisión en el Léxico Estratigráfico de Cuba

Evelio Linares Cala¹, Dora Elisa García Delgado² y Yeniley Fajardo Fernández³

¹ *Ingeniero Geólogo, Doctor en Ciencias Geológicas, Investigador Auxiliar, Centro de Investigación del Petróleo, Churrucá No 481, El Cerro, La Habana, Cuba, C.P. 12000. ORCID: 0000-0003-1246-602X. Correo Electrónico: bello@ceinpet.cupet.cu.*

² *Ingeniera geólogo. Investigadora Auxiliar. Centro de Investigación del Petróleo (Ceinpet). Churrucá, No.481, e/ Vía Blanca y Washington, El Cerro. C.P. 12000. La Habana, Cuba, C.P. 12000. ORCID: 0000- 0001-9632-295X. Correo Electrónico: dora.garcia@ceinpet.cupet.cu.*

³ *Licenciada en Geografía, Master en Negocios de Petróleo y Gas, Investigador Agregado, Centro de Investigación del Petróleo, Churrucá No 481, El Cerro, La Habana, Cuba, C.P. 12000. ORCID: 0000- 0002-5686-6490. Correo Electrónico: yeniley@ceinpet.cupet.cu.*

RESUMEN

Se establece el Grupo Veloz de edad Kimmeridgiano-Barremiano, que congrega las formaciones Cifuentes del Kimmeridgiano-Tithoniano, Ronda del Berriasiano-Valanginiano y Morena del Hauteriviano tardío-Barremiano temprano. Por su importancia en las exploraciones petroleras, esta unidad resulta frecuente en informes de los yacimientos cubanos. En su origen, incluyó la Formación Jobosí que luego fue cambiada por la Formación Constancia. En la actual propuesta, se excluyen estas unidades. A pesar del amplio empleo, no está validada por el Léxico Estratigráfico de Cuba, por lo cual se examina para argumentar su admisión. Es definida siguiendo las normas del Código de Nomenclatura Estratigráfica de Cuba. Se sugiere la separación cartográfica de las tres formaciones componentes a escala 1:50000, con base en el Mapa Geológico de la República de Cuba 1:250000 donde se llama Formación Veloz (+Fidencia). El intervalo del Tithoniano de la Formación Cifuentes se subdivide en: Inferior, Medio y Superior. Se estudiaron treinta pozos petroleros de la Franja Noroccidental de Hidrocarbu-

ros de Cuba. Esta unidad litoestratigráfica, forma parte del Dominio Paleogeográfico del Margen Continental Norteamericano y del Conjunto Petrotectónico de Rocas Carbonatadas Pelágicas, emplazado en la Unidad Tectonoestratigráfica Placetás. Las rocas de esta Unidad Tectonoestratigráfica, en un sentido amplio, se pueden considerar turbiditas distales. El Grupo Veloz abarca un conjunto de rocas donde alternan calizas de variada textura, a veces silicificadas y/o dolomitizadas, pedernales, lutitas bituminosas, margas y algunas calcarenitas, depositadas en ambientes desde nerítico interno a batial. El Grupo Veloz yace concordante sobre la Formación Constancia.

Palabras clave: Grupo Veloz, rocas carbonatadas, batial, Unidad Tectoestratigráfica, turbiditas, reportes geológicos.

ABSTRACT

The Veloz Group of Kimmeridgian-Barremian age is established, which whose formations are, Cifuentes of the Kimmeridgian-Tithonian, Ronda of the Berriasian-

Valanginian and Morena of the late Hauterivian-early Barremian. Due to its importance in oil explorations, this unit is frequent mentioned in the Cuban geological reports. Originally, the Jobosí Formation was included, which name was changed later to Constancia. In the current proposal, these units are excluded. Despite the wide use, it isn't validated by the Cuban Stratigraphic Lexicon, for which it is examined to argue its admission. It is defined following the norms of the Code of Stratigraphic Nomenclature of Cuba. The cartographic separation of the three component formations at a scale of 1:50000 is suggested, based on the Geological Map of the Republic of Cuba 1:250000 where it is called the Veloz Formation (+Fidencia). The Tithonian interval of the Cifuentes Formation is subdivided into: Lower, Middle and Upper. Thirty oil wells in the Northwestern Hydrocarbons Strip of Cuba were studied. This lithostratigraphic unit is part of the Paleogeographic Domain of the North American Continental Margin and the Petrotectonic Set of Pelagic Carbonate Rocks, located in the Placetas Tectonostratigraphic Unit. The rocks of this Tectonostratigraphic Unit, in a broad sense, can be considered distal turbidites. The Veloz Group encompasses a set of rocks where limestone of varied texture alternates, sometimes silicified and/or dolomitized, chert, bituminous shales, marls and some calcarenites, deposited in environments ranging from internal neritic to bathyal. The Veloz Group lies concordant on the Constancia Formation.

Key words: Veloz Group, carbonate rocks, bathyal, Tectonostratigraphic Unit, turbidites, geological reports.

RESUMO

Estabelece-se o Grupo Veloz de idade Kimmeridgian-Barremian, que reúne as formações Cifuentes do Kimmeridgian-Tithonian, Ronda do Berriasian-Valanginian e Morena do final Hauterivian-early Barremian. Devido à sua importância nas explorações de petróleo, esta unidade é frequente em relatos de depósitos cubanos. Originalmente, incluía a Formação Jobosí, que

mais tarde foi alterada para a Formação Constancia. Na atual proposta, essas unidades estão excluídas. Apesar do amplo uso, não é validado pelo Léxico Estratigráfico Cubano, para o qual é examinado para argumentar sua admisão. É definido seguindo as normas do Código de Nomenclatura Estratigráfica de Cuba. Sugere-se a separação cartográfica das três formações componentes em uma escala de 1:50000, com base no Mapa Geológico da República de Cuba 1:250000 onde é chamada de Formação Veloz (+Fidencia). O intervalo Tithoniano da Formação Cifuentes é subdividido em: Inferior, Médio e Superior. Foram estudados trinta poços de petróleo na Faixa Noroeste de Hidrocarbonetos de Cuba. Esta unidade litoestratigráfica faz parte do Domínio Paleogeográfico da Margem Continental Norte-Americana e do Conjunto Petrotectônico de Rochas Carbonáticas Pelágicas, localizado na Unidade Tectonoestratigráfica Placetas. As rochas desta Unidade Tectonoestratigráfica, em sentido amplo, podem ser consideradas turbiditos distais. O Grupo Veloz engloba um conjunto de rochas onde se alternam calcários de textura variada, por vezes silicificados e/ou dolomitizados, chert, folhelhos betuminosos, margas e alguns calcarenitos, depositados em ambientes que vão desde o nerítico interno ao batial. O Grupo Veloz concorda com a Formação Constancia.

Palavras chave: Grupo Veloz, rochas carbonáticas, batial, Unidade Tectonoestratigráfica, turbiditos, relatos de depósitos cubanos.

INTRODUCCIÓN

Antes de proponer esta nueva unidad litoestratigráfica, resulta necesario definir los términos Dominio Paleogeográfico (DP), Conjunto Petrotectónico (CPT) y Unidad Tectonoestratigráfica (UTE), que serán empleados. Esto se debe a que las unidades litoestratigráficas del grupo propuesto, se formaron en zonas muy distantes a su emplazamiento actual y se instalan hoy en el llamado Cinturón Plegado y Sobrecorrido de Cuba (CPSC).

Un DP «es una región de la superficie terrestre

de dimensiones considerables en el presente o pasado geológico, individualizada por un asentamiento geodinámico de una tectónica de placas» (Longoria, 1993). En este análisis, se considerarán las características geológicas de las unidades litoestratigráficas en el momento de su deposición para la clasificación en DP.

El Conjunto Petrotectónico (CPT), es una unidad física objetiva que se identifica en el campo. Un CPT puede contener una o más secuencias estratigráficas que son unidades coherentes dentro de él y lo define. Para definir el conjunto petrotectónico se prestará especial atención a las características litológicas (formaciones y miembros) y migración temporal de los procesos de cada unidad.

Una Unidad Tectono-Estratigráfica (UTE), de acuerdo con la connotación dada por quienes la definieron (Howell *et al.* 1985, Hatten *et al.*, 1958 y 1989), «es un conjunto de rocas con estratigrafía distintiva, limitado por fallas de extensión regional, caracterizada por una historia geológica que difiere de las unidades vecinas». Al concebir esta comunicación, los autores consideran importante seguir la máxima del geólogo francés Maurice Gignoux (1950) quien expresó: «La Estratigrafía y la Tectónica, son dos ramas inseparables de las ciencias geológicas. Un geólogo, estructuralista que no sea estratígrafo, es sólo un geómetra, porque él razona sobre superficies abstractas y volúmenes, olvidándose de la historia geológica y por otro lado, un estratígrafo que nunca por sí mismo ha trabajado la tectónica, sólo producirá una estratigrafía muerta».

MATERIALES Y MÉTODOS.

Para esta investigación fue fundamental el análisis de los Mapas Geológicos de la República de Cuba a escalas 1:500000 y 1:250000 (Linares *et al.*, 1985 y Albear *et al.*, 1988) y sus textos explicativos. Se empleó el Libro Estratigrafía de las zonas petroleras de la República de Cuba (Linares *et al.*, 2022) y el texto explicativo al Mapa de DP y CPT de la República de Cuba a escala 1:500000 (Linares y Fajardo, 2022). Resultaron de utilidad varios informes de los geólogos petroleros, que se relacionan en la Bibliografía y otras

comunicaciones sobre el tema de los últimos años. Gran parte de la información de pozos y localidades de interés para las investigaciones petroleras fueron extraídas de la obra Oíl and Geosite (Linares *et al.*, 2000). Para considerar las propiedades como reservorios de hidrocarburos en las formaciones del MCN, especialmente en el Grupo Veloz, fueron de considerable utilidad dos informes de Valladares *et al.* (1997 y 1998). La metodología de la Terrenoestratigrafía (Longoria, 1993) fue fundamento para los análisis estratigráficos. Se estudiaron las versiones del Léxico Estratigráfico de Cuba (LEC, Franco *et al.*, 1992, 2013, Bernal y Gil, 2021)), para verificar el estado de las unidades que se incluyen en la propuesta del Grupo, su existencia o no, la edad y las rocas que componen las mismas. De esta manera se procedió a la comparación que determinaron las conclusiones.

Se estudiaron determinaciones petrológicas y paleontológicas de rocas del Grupo Veloz, registradas en los siguientes pozos: BJ 3, BJ 351A, BJ 500, BJ 501, BJ 64, Bolaños 1, Canasí 1, CDH 1, Chacón 1-X, Chacón 2, Cayajabos 3, Corralillo 1, Guadal 1, Guásimas 7, Guanabo 19, Guásimas 6, Martí 2, Marbella Mar 1, PE 2, San Antón 1-X, Seboruco 2, Varadero 1, Varadero 23, Varadero 41, Varadero 201, VB 10, VDW 1001, VDW 1002, VDW 1003, Yumurí 20.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Grupo Veloz que se propone, forma parte del DP del Margen Continental Norteamericano (MCN) y del CPT de Rocas Carbonatadas Pelágicas (Linares y Fernández, 2022) emplazado en la UTE Placetetas (**Figura 1**). Las rocas de esta UTE, en un sentido amplio, se consideran turbiditas distales. La unidad abarca un conjunto de rocas donde alternan calizas de variada textura, a veces silicificadas y/o dolomitizadas, pedernales, lutitas bituminosas, margas y algunas calcarenitas, depositadas en ambientes desde nerítico interno a batial. Abarcan un rango de edad entre el Kimmeridgiano tardío y el Turoniano. En el intervalo Aptiano-Albiano ocurrió la deposición de los sedimentos más profundos, de naturaleza oceánica (color rojizo de los sedimentos), con sedimentación de arcilla y radiolaritas



Figura 1. Calizas negras de la Formación Cifuentes en la localidad tipo propuesta por Shopov, Crucero del ferrocarril por la carretera Cifuentes-Santa Clara, 2.5 km al SW del Cifuentes y 1 km al este de la antigua grúa cañera Pendás. Fotografía Linares-Cala.

por debajo del nivel de compensación de carbonatos, se trata de la Formación Santa Teresa que no será motivo de descripción, pero se indica que corona con discordancia estratigráfica la Formación Morena, la más joven del Grupo Veloz. La Formación Carmita también forma parte de la UTE Placetas y del MCN y tiene edad Cenomaniano-Turoniano.

Las rocas de la UTE Placetas, representan una cuenca típica «hambrienta» de sedimentos (starved basin sediments) lo que explica su reducido espesor original sedimentario, el cual no supera los 1 000 metros. Muchos pozos de exploración en tierra han encontrado y/o atravesado la unidad, la que a consecuencia de la compresión y los eventos tectónicos de sobrecorrimientos, han formado un apilamiento de escamas, que duplican o triplican los espesores. A consecuencia del tectonismo, se desarrolló un amplio proceso de fracturación de las rocas, las que a veces están verticales o buzan con ángulos pronunciados. Varios niveles de despegue se han identificado en la unidad (SPT-CUPET, 1993; Socorro, López y Sán-

chez, 1993), los más importantes se localizan en la base de las Formaciones Santa Teresa, Cifuentes y Constancia, las dos primeras pertenecientes al DP del Margen Continental Norteamericano y la última al DP del Synrift.

La última propuesta del Léxico Estratigráfico de Cuba (Bernal-Rodríguez y Gil-González, IGP-SGC, 2021), registra la Formación Veloz de igual forma que su versión anterior (Franco *et al.*, 2013). La unidad litoestratigráfica se atribuye a Hatten (1958) con redefinición de Shopov (en Kantchev *et al.*, 1978). Está en sinonimia con más de veinte unidades litostratigráficas. La edad es Cretácico Superior Tithoniano-Cretácico Inferior Barremiano.

Como Formación Veloz (+ Fidencia) se cartografió geológicamente en las hojas Santa Clara 12 (F 17-7), Bahía de Santa Clara 4 (F 17-3), Morón, 13 (F 17-8) y Camagüey F (18-9) del Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:250000 (Albear *et al.*, 1988). En el Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:500000 (Linares *et al.*, 1985 y 1986) se in-

corpora como Formación Veloz, perteneciente a la Subzona Camajuani-Placetas. En las versiones del LEC, se correlaciona con las formaciones Artemisa y Polier de la región occidental de Cuba.

La redefinición de Shopov (1982), consideró desmembrar la Formación Veloz de Hatten (1958), en las formaciones Cifuentes y Nieves para la zona sur de Cifuentes y su «nueva» Formación Veloz y la Formación Morena, para la zona de Rancho Veloz. La Formación Cifuentes comprende la edad Tithoniano Medio y el estratotipo está a 2 km al SSE de Cifuentes. La «nueva» Formación Veloz, representaría la parte jurásica y del Cretácico Inferior Berriasiano del corte. Situó el estratotipo al NW del poblado de Rancho Veloz en la provincia de Villa Clara, asignándole un espesor de 80 metros.

El estratotipo de la Formación Morena, se ubica en la ladera septentrional de las lomas de Sierra Morena, 10 km al NW del poblado Rancho Veloz en la provincia de Villa Clara. Su edad es Cretácico Inferior Hauteriviano Superior-Cretácico Inferior Barremiano Inferior. El espesor oscila entre 40 y 200 metros. El contacto superior es discordante con la Formación Santa Teresa. La Formación Nieves, ocupa el intervalo Cretácico Inferior Barremiano, que es parte de la Formación Morena. Su estratotipo está en la pendiente norreste de loma Las Nieves, 9 km al NE del poblado San Diego del Valle. Espesor, 150 metros. Coordenadas X: 588250 Y: 309800 hoja ICGC (GeoCuba) 4183-I Santo Domingo.

En 1993 se dio a conocer por primera vez un conjunto de cuatro formaciones muy relacionadas por su composición carbonatada-silicea-terrigena, similares condiciones de sedimentación y estrechas relaciones estratigráficas en sucesiones concordantes entre los pisos Tithoniano y Barremiano (Simon Petroleum Technology-Cupet, 1993, Sánchez-Arango y Attewell, 1993). Este conjunto rocoso, fue denominado Grupo Veloz. Desde entonces se estudió y refirió ampliamente, por los geólogos petroleros cubanos y extranjeros, debido a presentar características muy favorables como rocas madre y buenas propiedades colectoras de petróleo y gas (López-Rivera, 1996; Va-

lladares *et al.*, 1997 y 1998; Fernández-Carmona, 1998; Sánchez-Arango *et al.*, 1999; Linares, 2003; Pérez-Machado, 2009; Linares 2022a y 2022b). En 1993, las formaciones constituyentes, eran: Cifuentes, Ronda, Jobosí y Morena. Diez años después, Linares (2003), en su tesis doctoral no incluyó la Formación Jobosí (Truit, 1954; Wassall y Truitt, 1954), por considerar que sus rocas, son semejantes a las de la Formación Constancia, cuyo estudio y desarrollo en superficie y pozos petroleros, permiten fecharla en el Jurásico Superior-Oxfordiano-Kimmeridgiano. La Formación Constancia es reconocida en la Franja Noroccidental de Hidrocarburos de Cuba (FNHC) y por las zonas de Calabazar, Sierra Morena y Encrucijada. Linares *et al.*, (2003, 2011, 2022 a y b) ratificó la idea de excluirla y atribuirla al DP Synrift, de manera que redefinieron el grupo con las formaciones Cifuentes, Ronda y Morena (**Figura 1**). Esta propuesta se fundamenta en el estudio de numerosas muestras de intervalos de pozos, donde se describen estas unidades, precisa edades y sus relaciones estratigráficas, aspectos de suma importancia para descubrir nuevos yacimientos gasopetrolíferos en estas rocas de otra región.

DESCRIPCIÓN DE LAS FORMACIONES Y ESTRATOTIPOS DE LAS UNIDADES DEL GRUPO FORMACIÓN CIFUENTES

La Formación Cifuentes (Shopov, 1982) es la formación más antigua del Grupo Veloz. Se ha dividido informalmente por los geólogos petroleros en cinco paquetes que se han numerado de arriba hacia abajo con signos romanos (I-V). Se representan bien en el subsuelo de la Franja Noroccidental de Hidrocarburos de Cuba (FNHC). Los paquetes IV y V pertenecen al CPT de Rocas Carbonatadas de Aguas Someras Los paquetes I-III son de edad Tithoniano y son atribuidos al CPT de Rocas Carbonatadas Pelágicas (Linares y Fajardo, 2022).

Shopov (1982) describió originalmente la Formación Cifuentes (hoy «Paquetes I, II y III») con edad Tithoniano, en el Crucero del ferrocarril por la carretera Cifuentes-Santa Clara, 2,5 km al SW del Cifuentes y 1 km al este de la antigua grúa cañera Pendás.

Coordenadas Lambert X: 596 500 Y: 311 150 hoja ICGC (GeoCuba) 4183-I Santo Domingo (**Figura 1**). El Kimmeridgiano de la Fm. Cifuentes al grado de estudio actual, se conoce por aislados afloramientos en la provincia de Villa Clara (UTE Placetas), que serían las microfácies de aguas someras de los «paquetes IV y V» y los «Paquetes I, II y III» de aguas profundas. En el subsuelo del yacimiento Varadero, Valladares y otros (Valladares 1997 y 1998), denominaron «Kimmeridgiano Transicional» a un grupo de capas no atribuidas a la Formación Constancia.

Se trata de los «paquetes IV y V» que son mudstones calcáreos fosilíferos, wackestones y grains-tones de bioclastos y peloides, con muy escasas intercalaciones areno-limosas y pelíticas. Tienen las mismas características reseñadas entre Varadero y Guanabo en el subsuelo (**Figura 2**).

Linares y Sánchez-Arango, en varios trabajos de campo con compañías extranjeras entre los años 1993 y 2000, describieron en loma Sin Nombre en la provincia de Villa Clara, un afloramiento tipo para la parte alta de la Formación Cifuentes («Paquetes I, II y

							SW	NE			
Eon	Era	Período	Epoca	Piso	Edad (M.a)	Grupo	Dominio Paleogeográfico	Proto UTE Placetas Estratigrafía Precompresional			
Phanerozoico	Cenozoico	Paleógeno	Eoceno	Chattian	27.8						
				Rupelian	33.9						
				Priabonian	37.8						
				Bartonian	41.2						
				Lutetian	47.8						
				Ypresian	56.0						
				Thanetian	59.2						
			Paleoceno	Selandian	61.8						
				Danian	66.0						
				Mesozoico	Cretáceo	Upper	Maastrichtian	72.1			
							Campanian	83.8			
							Santonian	89.3			
							Coniacian	89.8			
							Turonian	93.9			
	Cenomanian	100.5									
	Albian	113.0									
	Lower	Aptian	125.0								
		Barremian	129.4								
		Hauterivian	132.9								
		Valanginian	136.8								
		Berriasian	145.0								
		Jurásico	Upper			Tithonian	152.1				
						Kimmeridgian	157.3				
	Oxfordian			183.5							
	Middle			Callovian	188.1						
				Bathonian	188.3						
			Bajocian	170.3							
			Aalenian	174.1							
Toarcian			182.7								
Lower	Pliensbachian		190.8								
	Sinemurian		199.3								
	Hettangian	201.3									

Figura 2. Formaciones del Margen Continental Norteamericano antes de la colisión (Fuente Linares *et al.*, 2022)



Figura 3. Calizas del Tithoniano, Formación Cifuentes en Loma Sin Nombre, provincia de Villa Clara

III»). La estación está ubicada 16 km al noroeste de la ciudad de Santa Clara, 11 km en línea recta casi al sur de Cifuentes, 1.5 km al sureste del poblado Sin Nombre. Hoja ICGC(GeoCuba) 4183- I (Santo Domingo). Coordenadas de la Fm. Cifuentes X: 599 500 Y: 301 750. Coordenadas Geográficas: N=22° 32' 27.16" W=80° 1' 57.62" (**Figura 3**).

Es una cantera abandonada, donde se exponen rocas de diferentes unidades litoestratigráficas muy plegadas. Esta región, es el área tipo de la parte tithoniense de la Formación Cifuentes (Shopov 1982). La sección antigua de la unidad no se observa. Se presentan micritas color gris oscuro hasta negro, bien estratificadas en capas de hasta 10 cm de grosor, con intercalaciones de lutitas negras o grises oscuras, laminares, bituminosas y algunas margas grises oscuras. Las calizas tienen abundantes fracturas y estilolitos rellenos por petróleo grueso y calcita. Existe abundante bitumen singenético por los planos de estratificación por donde parten fácilmente las rocas. Por estudios de López-Quintero *et al.*, (1997) en muestras de micritas y margas colectadas en esta localidad, se reportó 2.82 % de carbono orgánico total (COT). Se consideran rocas madre de la U.T.E. Placetas, con producción de petróleo en el tope de esta unidad en el ya-

cimiento Varadero. En la parte alta de la cantera, hay un contacto tectónico con unas micritas de color beige o amarillento, muy recristalizadas, con gran cantidad de fracturas rellenas por calcita. A juzgar por la presencia de *Nannoconus* s.l. y moldes de Radiolarios, parece tratarse de la Fm. Morena. Algunas calizas son clásticas y otras están silicificadas.

La microfauna es bien característica del Tithoniano de la Fm. Cifuentes: *Chitinoidella boneti*, *Ch. cubensis*, *Ch. bermudezi*, *Calpionella alpina*, *Crassiollaria brevis*, así como *Saccocoma* sp, *Favreina* spp, *Nannoconus* spp. y fragmentos de *Ammonites*. La edad es claramente Tithoniano Medio-Superior, correspondiente a las biozonas de *Chitinoidella* y *Crassiollaria* y a los «Paquetes» I y II.

En 1999 se realizó un estudio sobre fracturación en Loma Sin Nombre en las rocas de edad $J_3t - K_9v$. Debido a que el corte se encuentra muy plegado fue escogido por las mediciones de fracturas en pared que divide los frentes NW del SE donde las capas yacen casi horizontales. Claramente, se encontró una primera generación de fracturas de pequeño espesor, muy ramificadas, en forma de redes caóticas y selladas por calcita. Una segunda generación de fracturas, por los planos de estratificación parcial abierta, donde se ob-

servan cristales de calcita y bitumen y una tercera muy importante, porque corta todos los estratos en dirección vertical y por lo general abierta o con petróleo denso. Se detectaron otras fracturas, que se disponían entre los estratos o que atravesaban varios de estos. Resultó importante destacar, como se corresponden los tipos de fracturas, con las descritas en los núcleos de los pozos. Ocurre un sistema de fracturas con dirección NE con una densidad de 5.1 y para el sistema NW es de 3.9.

En el Bloque Martín Mesa, Fernández y colaboradores (1989), reportaron en el pozo Martín Mesa 2 entre 3 105-3 275 m de profundidad, micritas negras y grises, calizas dolomitizadas con intercalaciones de calizas oolíticas y areniscas cuarcíferas con algunos fósiles que se determinaron como Kimmeridgiano. Probablemente, estas rocas pertenecen al «Paquete IV» de la Fm. Cifuentes o con más datos relacionarse a los ambientes someros del Miembro San Vicente de la Fm. Guasasa.

En el subsuelo de la FNHC a esta edad corresponden los «Paquetes V y IV» de la Fm. Cifuentes, de la UTE Placetas registrados en varios pozos entre Guanabo y Varadero, provincias La Habana, Mayabeque y Matanzas.

El «Paquete V» se depositó en aguas someras. La microfacies principal es de micritas (47-60 %) y en menor proporción wackestone de bioclastos y peloides y algunas veces, de intraclastos o peloides. En ocasiones, hay microfacies de grainstone de intraclastos y peloides, a veces limosos. Las microfacies secundarias son de dolomita, yeso y anhidrita, las que se incrementan hacia la región del yacimiento Yumurí. Este paquete, está muy bien representado en algunos pozos del yacimiento Boca de Jaruco. La biofacies está representada por la asociación de *Globochaete alpina*, *Didemnoidea moreti* y algas (Blanco y Fernández, 1985).

El «Paquete IV» también se depositó en aguas someras. Las microfacies son muy parecidas a las del «Paquete V», predominando mudstone calcáreo (micrita 45.6-48.5 %) que suelen manifestar tener un contenido de arcilla y fracción limo-arenosa variable. Hay

microfacies subordinadas a wackestone de bioclastos o de peloides y peletas. La edad de este paquete se asigna al Kimmeridgiano tardío, sobre la base de *Favreina salevensis* y *Globochaete alpina*. Este conjunto litológico se detecta en los yacimientos Vía Blanca, Boca de Jaruco, Yumurí y Varadero. El ambiente de sedimentación para los dos paquetes, es el mismo: nerítico de plataforma restringida, de aguas someras con profundidad de 0-50 metros, con circulación moderada que lo indican las peletas y peloides dispersos o aglutinados y los escasos estratos de siliciclásticos finos. La presencia de *Favreina*, está condicionada a zonas más protegidas, con energía baja, por estar relacionadas a microfacies de mudstone calcáreo. Se comprueba similitud entre estos depósitos y los del Miembro San Vicente de la Fm. Guasasa en Pinar del Río.

Los cinco paquetes de la Formación Cifuentes y las formaciones Ronda y Morena, están incluidos en la cartografía geológica del Mapa 1:250000 de la República de Cuba (Albear *et al.*, 1988), bajo el nombre formación Veloz (+Fidencia). Aflora de oeste a este en pequeñas zonas de Cantel, Buena Vista y San Francisco en la provincia de Matanzas; ampliamente se desarrolla en las áreas al NW de Placetas y Loma Bonachea (**Figura 4**). Excelentes afloramientos de los Paquetes I, II y III de la Formación Cifuentes y las formaciones Ronda y Morena, se exponen en una franja con dirección NW-SE desde el aeropuerto de Santa Clara hasta Cifuentes. Otras áreas aisladas son Guillermo Llabré, El Sordo, Angelita y Punta Felipe. La parte neocomiana del Grupo está bien caracterizada desde Corralillo y Sierra Morena hasta el poblado de Rancho Veloz, que dio nombre a la unidad. Todas estas localidades se ubican, en la provincia de Villa Clara.

PAQUETE III: TITHONIANO INFERIOR

Se trata de rocas formadas en aguas profundas, aunque no tanto como la de los «Paquetes I y II», ya que representa la transición entre las facies de aguas someras («Paquetes IV y V») y de aguas profundas («Paquetes I y II»). La facies predominante corresponde a la de mudstone calcáreo que transiciona gradual o



Figura 4. Calizas de la Formación Morena, atravesada por un cuerpo de grahamita, cantera Loma Bonachea, 13 km al NE de la ciudad de Santa Clara, provincia de Villa Clara.

bruscamente a wackestone bioclástico, cuya tercera parte se compone de radiolarios. Las rocas ocurren finamente bandeadas. Los fósiles más conspicuos son: *Saccocoma* sp., *Aptychus* y *Radiolarios*. Se caracteriza bien en el pozo Guanabo N°.19, en varios pozos del yacimiento Boca de Jaruco y en pozos de los yacimientos Yurumí y Puerto Escondido.

PAQUETE II: TITHONIANO MEDIO

Litológicamente es similar al anterior, pero con escasas silicitas. Como facies principal, se distingue mudstone calcáreo fosilífero y wackestone bioclástico. Este conjunto, se estratifica en forma flyschoides debido a las intercalaciones de argilitas finas bituminosas. Secundariamente se han descrito dolomías.

Los fósiles que permiten datar el paquete como Tithoniano Medio son: *Chitinoidella boneti*, *C. ber-*

mudezi y *Saccocoma* sp. Se caracteriza bien en pozos de los yacimientos Boca de Jaruco y Yurumí.

PAQUETE I: TITHONIANO SUPERIOR

Es una secuencia que, en su parte más alta transiciona hacia la Formación Ronda. Por el grado de estudio o porque constituye niveles condensados con la Formación Ronda, su ocurrencia es errática, es decir no siempre aparece en los pozos. También es cierto, que son escasos los fósiles índices que definen la edad. La proporción de wackestone bioclástico, casi es el doble que la de mudstone calcáreo. Subordinadamente, suceden microfácies de packestone radiolarico y esporádicamente la de dolomías. Los eventos bioestratigráficos que fijan la edad Tithoniano Superior, están definidos por varias especies del género *Crassicollaria* y las formas grandes de *Calpionella alpina*. Se ha podido distinguir

en los pozos Puerto Escondido 2 y algunos pozos del yacimiento Yumurí. Las rocas del Tithoniano Superior indican un paleoambiente batial superior, con profundidades del mar por debajo de 200 metros, en condiciones pelágicas y hemipelágicas. En la parte alta de la Formación Cifuentes, ocurre la facies radiolárica que acusa el máximo nivel de transgresión marina de las líneas de la costa, correspondiente a la SB 138 de la carta global eustática. Se considera que en el emplazamiento original no debió superar 250 metros de espesor. Sus relaciones estratigráficas son graduales en la parte inferior los Paquetes IV y V, con la Formación Constancia y en la superior con la Formación Ronda.

FORMACIÓN RONDA

Fue caracterizada por Wassall y Truitt (1954). Consta de alternaciones que incluyen microfacies de mudstone calcáreo, wackestone bioclástico, pedernales y ar-

gilita. En ocasiones estas rocas están dolomitizadas y recristalizadas. Aunque el paleoambiente es de aguas profundas (batimetría superior a 1 500 metros), se han reconocido tres microfacies para su estudio, atendiendo a las evidentes diferencias de litofacies con características de rocas almacenadoras de petróleo.

Según la presencia de fósiles, se definen tres intervalos basados en las biozonas de Calpionélidos: la más inferior *Calpionella alpina*, señala el Berriasiano, más arriba la de *Calpionellopsis oblonga* y en el techo de la unidad la de *Calpionellites darderi* que marca la parte alta del Valanginiano. La Formación Ronda ha sido atravesada por varios pozos profundos de los yacimientos Vía Blanca, Boca de Jaruco, Puerto Escondido y en el Pozo Canasí 1-X perforado hace pocos años. Su edad es Berriasiano-Valanginiano. El espesor promedio es 300 metros. Aflora en la Sierra Morena, región Corralillo-Rancho Veloz (**Figura 5**).

En el subsuelo, entre el yacimiento Yumurí y



Figura 5. Mudstone calcáreo, wackestone bioclástico, pedernales. Formación Ronda, Horizontes, Corralillo, provincia de Villa Clara

Corralillo, la semejanza entre las formaciones Sumidero de Pinar del Río y Ronda es muy marcada, incluso se manifiestan los mismos tipos de pedernales radioláricos negros y las micritas y biomicritas bandeadas con limolitas y limolitas bituminosas, similares a las que afloran en el Río Caimito por la zona de Mil Cumbres en la provincia de Pinar del Río.

FORMACIÓN MORENA

La Formación Morena no está registrada en el LEC. Fue propuesta por Shopov (1982). Junto con la Formación Ronda, se desarrolla en importantes áreas de sierra Morena, entre Corralillo y Rancho Veloz y al este del aeropuerto de Santa Clara (**Figura 6**).

Hasta el mes de febrero del 2000, no se había reportado esta unidad en los pozos del norte de la región Habana-Matanzas. Fernández-Carmona y Hernández, en un informe preliminar del pozo Seboruco 2 para la Compañía Sherrit International, dieron cuenta de esta novedad, en dos intervalos: 2 550-2 800 m y 2 998-3 038 m (es un pozo inclinado). En el primer in-

tervalo, abundan las calizas blancas y grises, arcillosas, pedernales de colores negros, grises claros, verdosos; con frecuencia radioláricos. Se describen también mudstones, arcilitas verdosas claras piritizadas; argilitas negras laminares. Se observan fenómenos de estrías de deslizamientos (*Slickensides*). En el segundo intervalo, ocurren mudstone calcáreo, argilitas frecuentemente laminadas y pedernales. Entre 2 600 y 2 800 m, Fernández-Carmona y Hernández, reportaron abundantes especies de *Nannoconus*, donde se reconocen *Nannoconus steinmanni*, *N. globulus*, *N. colomi*, *N. bermudezi*, *N. wassalli*, radiolarios y *Colomisphaera* cf. *C. heliosphaera* lo que confirma la edad Hauteriviano-Barremiano para esta formación. Este intervalo que duró cerca de 7 millones de años, se reconoce en el subsuelo de los yacimientos desde Guanabo hasta Varadero. En esta área, en la profundidad, ocurren estos sedimentos de la UTE Placetas que continuaron su evolución y están bien desarrollados en los yacimientos Guanabo, Via Blanca, Boca de Jaruco, Yumurí, Puerto Escondido y los de Varadero en el



Figura 6. Formación Morena. Calizas blancas y grises, arcillosas, capitas de pedernales. Se describen también mudstones, arcilitas verdosas claras piritizadas; argilitas negras laminares, areniscas calcáreas. Carretera al aeropuerto de Santa Clara, provincia de Villa Clara.

norte de La Habana, Mayabeque y Matanzas. La disminución notable de la turbulencia, así como la apretada laminación de las rocas indican condiciones de mayor tranquilidad en la deposición, es decir mayor alejamiento de la influencia hidrodinámica de la plataforma carbonatada, en relación con las secuencias coetáneas de las UTE Camajuaní y Colorados. De manera que fue una cuenca de aguas profundas, el espesor alcanzó 250 metros. En el yacimiento de Varadero con esta unidad se asocian importantes niveles de petróleo y gas.

CONCLUSIONES

La deposición íntegra de las rocas del Grupo Veloz ocurrió en el Margen Continental Norteamericano entre el Kimmeridgiano y Barremiano, de forma continua. Algunas pequeñas discordancias observadas actualmente, se deben a fenómenos tectónicos al ser desplazadas hacia el CPSC. A diferencia de trabajos geológicos de superficie, en los pozos de la FNHC, es posible determinar con precisión el piso Tithoniano y dividirlo en Inferior, Medio y Superior. Esto se corresponde con los «Paquetes I, II y III» de la Formación Cifuentes.

A continuación de la Formación Cifuentes se depositó sin interrupción, la Formación Ronda de los pisos Berriasiano y Valangianiano y por último la Formación Morena, con ligeros recesos en la sedimentación entre el Cretácico Inferior Hauteriviano Superior y El Cretácico Inferior Barremiano Inferior.

La distribución de las unidades del Grupo Veloz, está contenida en la cartografía de la Formación Veloz (+Fidencia) del Mapa Geológico de la República de Cuba 1:250000 (Albear *et al.*, 1988). Dadas las edades de las formaciones, estas son susceptibles para representarse en mapas geológicos a escala 1:50000 y más detallados. Existen todos los datos y argumentaciones para proponer este grupo que se emplea desde hace algunos años por la comunidad petrolera cubana, existen muchas publicaciones e informes que lo refieren y a pesar de ello, no está relacionado en el LEC.

RECOMENDACIONES

- Proponer a la Comisión del LEC, la valida-

ción del Grupo Veloz.

- Separar en mapas a escalas medias y más detalladas, las formaciones Cifuentes, Ronda y Morena a partir de la actual representación como Formación Veloz (+Fidencia), en el Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:250000 (Albear *et al.* 1988).
- Formalizar como Miembros, los diferentes paquetes de la Formación Cifuentes.
- Comparar el Grupo Veloz con su similar Grupo Puerto Esperanza, del norte de la provincia de Pinar del Río.

ESTRATOTIPOS COMPUESTOS DEL GRUPO VELOZ FORMACIÓN CIFUENTES

Por afloramientos: Holoestratotipo para la parte alta de la Formación Cifuentes («Paquetes I, II y III») Edad Tithoniano. Crucero del ferrocarril por la carretera Cifuentes-Santa Clara, 2.5 km al SW del Cifuentes y 1 km al este de la antigua grúa cañera Pendás. Coordenadas Lambert X: 596500 Y: 311150 hoja ICGC (GeoCuba) 4183-I Santo Domingo. Hipoestratotipo para la parte alta de la Formación Cifuentes («Paquetes I, II y III»). Edad Tithoniano. La estación está ubicada 16 km al noroeste de la ciudad de Santa Clara, 11 km en línea recta casi al sur de Cifuentes, 1.5 km al sureste del poblado Sin Nombre. Hoja ICGC (Geo Cuba) 4183- I (Santo Domingo). Coordenadas del afloramiento de la Fm. Cifuentes X: 599500 Y: 301 750. Coordenadas Geográficas: N=22° 32' 27.16" W=80° 1' 57.62"

Por pozos: Hipoestratotipo, pozo Varadero 23. Sur de la antigua Ciudad Escolar Granma, yacimiento Varadero, hoja ICGC (GeoCuba) Varadero 3985-III. Coordenadas Lambert X: 472500 Y. 367825 Geográficas N: 230 08' 25.09" W": 810 16' 6.5". Intervalo 1391-1415 m. «Paquetes I, II y III». Edad Tithoniano. Pozo productor de petróleo, Empresa Petrolera del Centro. Cupet (Cuba Petróleo). Minem (Ministerio de Energía y Minas). Hipoestratotipo para la parte Inferior de la Formación Cifuentes, Paquetes IV y V. Pozo Martín Mesa 2 Cupet-Minem, intervalos entre 3 105-3 275 m de profundidad.

FORMACIÓN RONDA

Por afloramientos: Hipoestratotipo de la Formación Ronda: Localidad Horizontes, 5 km al sureste de Corralillo, en el entronque del Circuito Norte con la carretera Corralillo-Santo Domingo, 3 km al noroeste de Sierra Morena. Se trata de un corte por la carretera donde las calizas de la Formación Morena yacen sobre los paquetes II y III de la Formación Cifuentes de edad Tithoniano. Hoja ICGC (GeoCuba): 4084- I (Corralillo). Coordenadas: X: 546900 Y: 348800. Coordenadas Geográficas: N=22° 58' 5.001" W=80° 32' 33.54". Aquí en la parte inferior, son biomicrofitas laminadas y micritas grises oscuras negras, con finas intercalaciones de argilitas bituminosas en capas desde milimétricas hasta 3 cm. de espesor. Muy abundante bitumen singenético a lo largo de los planos de estratificación de las argilitas, así como en las fracturas y numerosos estilolitos. Se observan espacios vacuolares repletos de materia orgánica bituminosa y pirita singenética ampliamente dispersa. En este afloramiento las biomicrofitas son ricas en *aptychus* y moldes de ammonites; otros fósiles índices son: *Chitinoidella boneti*, *Ch.cubensis*, *Ch.bermudezi*, *Calpionella alpina*, *Crassicollaria brevis*, así como *Saccocoma* sp; *Favreina* spp; *Nannoconus* spp. La edad es claramente Tithoniense Medio-Superior, correspondiendo a las biozonas de *Chitinoidella* y *Crassicollaria*. Se trata de la Formación Cifuentes. En los mapas geológicos se generaliza la edad desde el Jurásico Superior Tithoniense hasta el Cretácico Inferior Neocomiense, debido a que arriba yace un manto de la Formación Ronda (Pszczolkowski, A. 1986, Linares *et al.*, 1987).

Por pozos: Pozo Chacón 1-X. Coordenadas X. 315788 Y: 340207 hoja ICGC (GeoCuba) 3684- IV, Mariel. Intervalos 995-1260 m y 1790-2085 m. Área de Mariel, provincia de Artemisa. Cupet-Minem. Pozo Varadero 23. Yacimiento Varadero, hoja ICGC (GeoCuba) Varadero 3985-III. Coordenadas Lambert X: 472500 Y. 367825 Geográficas N: 230 08' 25.09" W": 810 16' 6.5". Intervalo 1276-1391 m. Pozo productor de petróleo Empresa Petrolera del Centro. Cupet. Minem.

FORMACIÓN MORENA

Por afloramientos: Estratotipo. Laderas septentrionales de lomas de Sierra Morena, 10 km al NW del poblado de Rancho Veloz, provincia de Villa Clara. Afloramiento de la Formación Morena, en la cantera Loma Bonachea, 13 km al NE de la ciudad de Santa Clara, 12 km al SW del poblado de Camajuaní, provincia de Villa Clara. Hoja ICGC (GeoCuba), 4283- III (Santa Clara). Coordenadas: X: 618800 Y: 292500. Coordenadas Geográficas: N=22° 27' 22.00" W=79° 50' 44.65"

Por pozos: Pozo Varadero 23. Cupet-Minem. Yacimiento Varadero, hoja ICGC (GeoCuba) Varadero 3985-III. Coordenadas Lambert X: 472500 Y. 367825 Geográficas N: 230 08' 25.09" W": 810 16' 6.5". Intervalo 1192-1276 metros. Pozo productor de petróleo Empresa Petrolera del Centro. Cupet. Minem. Pozo Chacón 1-X. Cupet-Minem. Coordenadas X. 315788 Y: 340207 hoja ICGC (GeoCuba) 3684- IV, Mariel. Intervalo 710-995. Seboruco No. 2. Yacimiento Seboruco (Compañía Sherrit International). Cupet. EPEP Occidente. Dos intervalos: 2 550-2 800 m y 2 998-3 038 m (es un pozo inclinado).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albear, J. F., Boyanov, I. Breznyanszky, K., Cabrera, R., Chejovich, V., Echevarría, B., Flores, R., Formell, F., Franco, G., Hayduttov, I., Iturralde-Vinent, M., Kantchev, I., Kartashov, I., Kostadinov, V. Millán, G., Myczynski, R., Nagy, E., Oro, J., Peñalver, L., Piotrowska, K., Pszczolkowski, A., Rudnicki, J., Somin, M.**, 1988, Comisión de Unificación del Mapa Geológico de la República de Cuba escala 1:250000, 40 Hojas. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología. Edición Instituto de Geología de la URSS.
- Bernal-Rodríguez, L. y Gil-González, S.**, 2021, Propuesta nueva versión LEC, IGP-SGC.
- Blanco S. y Fernández-Carmona, J.**, 1985, Bioestratigrafía de los depósitos Jurásico Superior (Tithoniano) - Cretácico Inferior en el Área

- Varadero - Varadero Sur. Serie Geológica C.I.G. Vol.4.
- Fernández-Carmona, J.**, 1998, Bioestratigrafía del Jurásico Superior – Cretácico Inferior Neocomiano de Cuba Occidental y su aplicación en la exploración petrolera: Tesis Doctoral, Archivo del CEINPET, La Habana.
- Fernández-Carmona J., Núñez, C., Villavicencio, B., Díaz, M. L., y Martín, M.**, 1989, Estratigrafía del Área Martín Mesa. Archivo del CEINPET, La Habana (Inédito).
- Franco-Álvarez, G. L., Acevedo-González, M., Álvarez-Sánchez, H., Artime-Peñeñori, C., Barrientos-Duarte, A., Blanco-Bustamante, S., Cabrera, M., Cabrera, R., Carrassou-Agragan, G., Cobiella-Reguera, J. L., Cautín-Lambert, R., Albear, J.F. de, de Huelbes, J., Torre y Callejas, A. de la, Delgado-Damas, R., Díaz de Villalvilla, L., Díaz-Otero, C., Dilla-Alfonso, M., Echevarría-Hernández, B., Fernández-Carmona, J., Fernández-Rodríguez, G., Flores, R., Flores-Abín, E., Fonseca, E., Furrázola-Bermúdez, G., García-Delgado, D., Gil-González, S., González-García, R. A., Gutiérrez-Domech, R., Linares -Cala, E., Milián-García, E., Millán-Trujillo, G., Moncada-Ferrera, M., Montero-Zamora, L., Orbera, L., Ortega-Sastriques, F., Peñalver, L. L., Perera, C., Pérez-Arias, J. R., Pérez-Lazo, J., Pérez-Rodríguez, E., Pifieiro-Pérez, E., Recio-Herrera, A. M., Sánchez-Arango, J. R., Saunders-Pérez, E., Segura-Soto, R., Triff-Oquendo, J., Zuazo-Alonso, A., Pszczółkowski, A., Brezsnýánszky, K., Slavov, I., y Myczyński, R.**, 1992 y 2013, Léxico Estratigráfico de Cuba. Centro de Nacional de Información Geológica, La Habana, 658 p. (Primera versión). (Inédito).
- Gignoux, M.**, 1950, Stratigraphic Geology: WH. Freeman and Co., San Francisco, 682 p. English translations from the Fourth French Edition by Gwendolyn G. Woodford.
- Hatten, C.W., Somin, M. L., Millán, G. Renne, P., Kistler R. V., Mattinson, J. M.**, 1989, Tectonostratigraphic units of central Cuba. Mem. XI Caribbean geol. conf. Barbados, 1986”, 35, p. 1-13.
- Hatten, Ch. W., Schooler, O. E., Giedt, N.R., y A. A. Meyerhoff**, 1958, Geology of Central Cuba, Eastern Las Villas and Western Camagüey, Provinces, Cuba. O.N.R.M. – MINBAS, La Habana (Inédito).
- Howell, D. G., Jones, D. L., y Schermer, E. R.**, 1985, Tectonostratigraphic Terranes of the Circum Pacific region in: Howell, D. G., (ed.), 1985, Tectonostratigraphic Terranes of the Circum Pacific Region: Circum Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Houston: Texas, Earth Sciences Series, Number 1, p. 3–33.
- Kantchev, IL.; Y. Boyanov; N. Popov; R. Cabrera, A. Goranov; N. Iolkiev; M. Kanazirski; M. Stancheva**, 1978, Geología de la Provincia de Las Villas. Resultado de las Investigaciones Geológicas y Levantamiento Geológico a escala 1:250 000 (1969-1975). Brigada Cubano-Búlgara: O.N.R.M.–MINBAS, La Habana (Inédito).
- Linares-Cala, E., Valdés, P., Betancourt. y Galbán, M.**, 1987, Informe de los trabajos de Levantamiento Geológico en la región Motembo-Corralillo, O.N.R.M. y Archivo Ceinpet, La Habana.
- Linares-Cala, E., Gómez, J., García, R., Yero, M., Valdés, P., Blanco, S., Hernández, I., Fariñas, C.**, 2000, Oil and Geosite: Guía Práctica de Localidades de Interés Gasopetrolífero. ISBN 959-7160-03-X.
- Linares-Cala, E.; Dovbnia, V. A., Osadchiy, P. G.; Gil, S. García-Delgado, D. E. Zuazo, A.; Brito, A.; Evdokimov, J. V.; Furrázola-Bermúdez, G.; Hernández, J.; Judoley, C. M.; Markovskiy, B: A.; Tijomirov, Y. N.; Zagoskin, A. M.; Vtulochkin, A. L.**, 1986,

- Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:500000. Breve Nota Explicativa. Ministerio de la Industria Básica. Centro de Investigaciones Geológicas. ENPES, La Habana.
- Linares-Cala, E.; Osadchiy, P.G., Dovbnia, V. A. Gil, S., García-Delgado, D. E., García, L. M.; Zuazo, A., González, R., Bello, V., Brito, A., Bush, W. A., Cabrera, M. Capote, C., Cobiella, J., L., Díaz de Villalvilla, L., Eguipko, O. I., Evdokimov, J. V., Fonseca. E., Furrázola-Bermúdez, G., Hernández, J., Judoley, C. M., Kondakov, L. A., Markovskiy, B.A. Pérez, M. Peñalver, L., Tijomirov, Y. N. Vtulochkin, A.N., Vergara, F. Zagoskin, A. M., Zelepuguin, V. N., 1985,** Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:500000. 4 hojas y su Leyenda Zonal. Minist. Ind. Bas. Fábrica Cartográfica, Instituto de Investigaciones Geológicas A. P. Karpinski, Leningrado.
- Linares-Cala, E., 2003,** Comparación entre las secuencias mesozoicas de aguas profundas y someras de Cuba Central y Occidental. Significado para la exploración petrolera. Tesis de Doctor en Ciencias Geológicas. Archivos Cujae y Ceinpet, La Habana.
- Linares-Cala, E. Fajardo-Fernández, Y., 2022a,** Texto explicativo al Mapa de los Dominios Paleogeográficos y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba a escala 1:500000. IGP-SGN y Ceinpet. La Habana.
- Linares-Cala, E., Dora E. García, O. Delgado, J. G. López, V. Strazhevich., 2011,** Yacimientos y manifestaciones de hidrocarburos de la República de Cuba. Centro Nacional de Información Geológica. IGP- Ceinpet. 480 pp. ISBN 978-959-7117-33-9. Imprenta PALCOGRAF, La Habana.
- Linares-Cala, E.; García-Delgado, D.; Blanco-Bustamante, S.; Fajardo-Fernández, Y.; Pérez Machado-Milán, O.; Gil-González, S.; Perra-Falcón, C., 2022 b,** Estratigrafía de las zonas petroleras de la República de Cuba. Centro de Investigación del Petróleo. ISBN-978-959-7117-94-0.
- Longoria, J. F., 1993,** La Terrenoestratigrafía: Un ensayo de metodología para el análisis de los terrenos con un ejemplo de México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Vol. XLVIII, No.2, julio – diciembre, p. 30-48.
- López-Quintero, J. O., Navarrete, E., Tenreyro, R., 1997,** Rocas madre del Jurásico Superior en Cuba y su potencial de generación. PEMEX. Estratigrafía, Sedimentología, Diagénesis y Petrofísica de las Rocas del Jurásico Superior en México. Tampico, Tamaulipas. 3-5 nov. 1997.
- López-Rivera, J. G., Tenreyro, R., Sánchez-Arango, J., López, J. O., Valladares, S., Yero, M., Linares-Cala, E., Álvarez, J., Sosa, C., 1996,** Informe Sistemas Petrolíferos de la Zona Limítrofe Plataforma-Cuenca, Etapa 1 Proyecto 1-95 «Actualización del Potencial de Hidrocarburos de Cuba»: E-146, Archivo del CEINPET, La Habana (Inédito).
- Pérez Machado- Milán, O., 2009,** Estudio litológico y bioestratigráfico de los depósitos del Jurásico Superior-Cretácico Inferior Valanginiense de la región Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba Occidental. Archivo Universidad de Pinar del Río.
- Pszczolkowski, A., 1986,** Secuencia Estratigráfica de Placetas en el Área Limítrofe de las provincias de Matanzas y Villa Clara (Cuba). Bull of the Polish Acad. of Sciences, 34.1 pp. 67-79.
- Sánchez- Arango, J. y Blanco, S., 1987,** Estratigrafía de la Región Martí-Corralillo. Archivo Técnico CEINPET, LA Habana.
- Sánchez-Arango J. and R Attewell, R., 1993,** Stratigraphy In: The Geology and Hydrocarbon Potential of the Republic of Cuba. Proprietary Report, Simon Petroleum Technology an CUBAPETRÓLEO eds. Llandudno, U.K.,

Chapter 3 and Box. N0.3.

- Sánchez-Arango J., Segura-Soto, R., Valladares, S., Blanco, S., Tenreyro, R., Brey, D., Rodríguez, M., Villavicencio, B., y López, O.,** 1999, Estudio de las correlaciones mesozoicas regionales en el Norte de Cuba, Bahamas y sureste de La Florida, Proyecto 2133 CEINPET: Archivo del CEINPET, La Habana.
- Sánchez-Arango, J., Castro, O., Blanco, S., García, R., y Díaz, M. L.,** 1996, Aplicación de la Geofísica de Pozos en la Tectonoestratigrafía del cinturón sobrecorrido de las series de cuenca (Placetas–Camajuaní) del Margen Continental de Cuba. Geofísica'96. Resúmenes GRP-10 33-34, La Habana. Archivo CEINPET
- Shopov, V.,** 1982, Estratigrafía y Subdivisión de las Zonas de Placetas y Camajuaní en la antigua provincia Las Villas (Cuba Central): Ciencias de la Tierra y El Espacio. N0.4 p. 39-46.
- Simon Petroleum Technology Limited -Cupet.,** 1993, The Geology and Hydrocarbon Potential of the Republic of Cuba: Anexo 3.45, Archivo del CEINPET, MINEM. La Habana.
- Valladares-Amaro, S.; García-Sánchez, R.; Breydel Rey, D.; Castro-Castiñeiras, O.; Álvarez-Castro, J.; Hernández-León, J.; Blanco-Bustamante, S.; Fernández-Carmona, J.; Rodríguez-Viera, M.; Hernández-Rey, V.; Segura-Soto, R.; Rodríguez-Loeches, J.; Villavicencio, B.,** 1997, Informe Reservorios carbonatados pertenecientes a la UTE Placetas. Proyecto 6-95. Reservorios carbonatados de Cuba. E-251. Archivo Técnico del Ceinpet, La Habana.
- Wassall, H.,** 1954, Geology of Santa Clara–Cabai-guán área (Informe). ONRM. La Habana (Inédito).

