

# CARACTERIZACIÓN DE LAS GEOMETRÍAS DE DEPÓSITO DE LAS FORMACIONES CRETÁICAS EN LA CUENCA ORIENTE ECUATORIANA

**Santiago Vaca**

*Departamento de Geología, EPN. Ap. 17-1-2759. Quito, Ecuador ([yaksantiago@yahoo.com](mailto:yaksantiago@yahoo.com))*

**Esthela Zambrano**

*Dirección Nacional de Hidrocarburos, Ap.17-03-23 Quito, Ecuador ([mazambrano@menergia.gov.ec](mailto:mazambrano@menergia.gov.ec))*

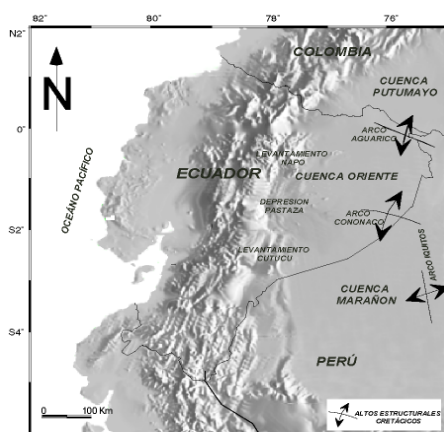
**Ramón Vera**

*Departamento de Geología, EPN. Ap. 17-1-2759. Quito, Ecuador ([chensiek@acces-net-ec](mailto:chensiek@acces-net-ec))*

## INTRODUCCIÓN

La Cuenca Oriente forma parte de la gran provincia geológica – petrolera Putumayo – Oriente – Marañón. La sedimentación Cretácica en estas cuencas estuvo influenciada por altos estructurales (Fig. 1), los cuales pudieron representar zonas de aporte clástico o constituir barreras que restringieron ciertos depósitos.

Esta investigación es el resultado de un estudio detallado de la estratigrafía Cretácica en la cuenca Oriente Ecuatoriana. El análisis de aproximadamente 30 registros eléctricos de pozo y líneas sísmicas, han permitido identificar diferentes geometrías de depósito, considerando la variación de la línea de costa en el tiempo, esto nos permite proponer una nomenclatura redefinida de los miembros de las Formaciones Hollín y Napo en la cuenca Oriente.



**Figura 1. Ubicación de la cuenca Oriente Ecuatoriana. (Modificado de Dashwood y Abbotts, 1990; Roddaz *et al.*, 2003)**

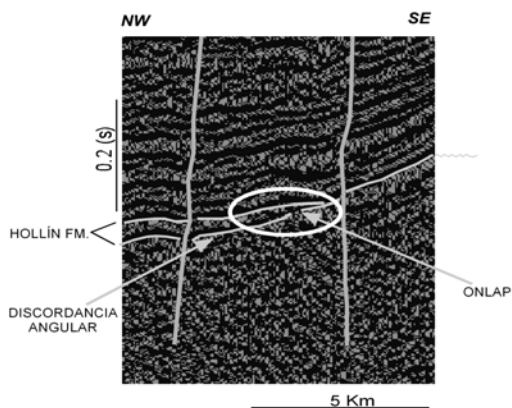
## FACIES Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS DURANTE EL CRETÁCICO EN LA CUENCA ORIENTE

### FORMACIÓN HOLLIN (? - Albiano Temprano)

Consiste principalmente de una arenisca típicamente fluvial con dos miembros marinos menores. Sobreyace discordantemente sobre rocas Paleozoicas o Jurásicas y pasa transicionalmente a la Formación Napo hacia el tope. Los miembros de la Formación Hollín son:

El Mb. *Arenisca Basal (MAB)* constituye un reservorio marino marginal de agua salada, evidenciado en el registro SP; en el pozo Tiguino-1 se encontró conchas, amonites enanos, *Inoceramus* sp. (Mills, 1971 en Jaillard, 1997) sugiriendo la presencia marina en la base de Hollín (Villagómez, 1995), y presenta un ambiente estuarino y fluvial distal en el afloramiento de la carretera Hollín-Loreto-Coca (Shanmugan *et al.*, 1998). Hacia el borde este de la cuenca, éste Mb. podría presentar un cambio lateral hacia facies calcáreas denominado Mb. *Tambococha (MT)* (Fig. 3 y 4a). La Fm. Tambococha de M. Díaz (2000) fue reportada como Jurásico Medio a Cretácico Temprano; sin embargo, éste depósito podría también ser equivalente a la Fm. Cushabatay de Perú, de edad Valanginiana

(Villagómez, 1995). El Mb. *Arenisca Principal* (MAP) constituye un depósito netamente fluvial “Braid Plain” y hacia el tope evidencia profundización “Coastal Plain” (White *et al.*, 1995). Hacia el borde este de la cuenca la Fm. Hollín presenta un acuñamiento en “onlap” (Fig. 2), lo que evidenciaría la presencia de altos estructurales (Fig. 1) que restringieron su deposición en esas zonas.



**Fig. 2. Sección de la Línea sísmica PE-9138. Disposición de onlap que forma Hollín contra el Precretácico en el alto de Tiputini.**

#### FORMACIÓN NAPO (Albiano Temprano – Campaniano Tradío)

La Formación Napo está caracterizada por al menos siete secuencias marinas intercaladas de lutitas, calizas y areniscas (Fig. 3), representada por los siguientes miembros:

*Mb. Arenisca Basal* (MAB) (conocido como Hollín Superior), está constituido por areniscas glauconíticas de ambiente estuarino (Shanmugan *et al.*, 1998). *Mb. Caliza “C”* (MC”C”) consiste de calizas de ambiente marino confinado (Jaillard, 1997). *Mb. Lutita Basal* (MLB), es un depósito de lutita marina regresiva que cambia verticalmente a facies calcáreas en la parte profunda de la cuenca, llamada *Mb. Caliza “T”* (MC”T”). Los miembros Lutita Basal y Caliza “T” presentan un cambio lateral a facies arenosas hacia el continente, denominado *Mb. Arenisca “T” Basal* (MA”T”B) (Fig. 3 y 4a). Esto se justifica por los pólenes *Elaterosporites protensus* y *Elaterosporites verrucatus* que han sido encontrados en el pozo Tambococha –1 (Rivadeneira, 2000) y que también son típicos del Mb. Lutita Basal (Robertson Research, 1985 en Jaillard, 1997).

*Mb. Arenisca “T” Principal* (MA”T”P), representa un ambiente fluvio-deltaico hacia el este de la cuenca (Jaillard, 1997). Hacia el centro, este miembro es interpretado como canales y barras de marea dentro de un ambiente estuarino (Shanmugan *et al.*, 1998), creado por relleno de valles incisos (White *et al.*, 1995) (Fig. 3 y 4b). El MA”T”P cambia lateralmente a facies marino distales hacia el oeste de la cuenca (Rivadeneira, *com. pers.*).

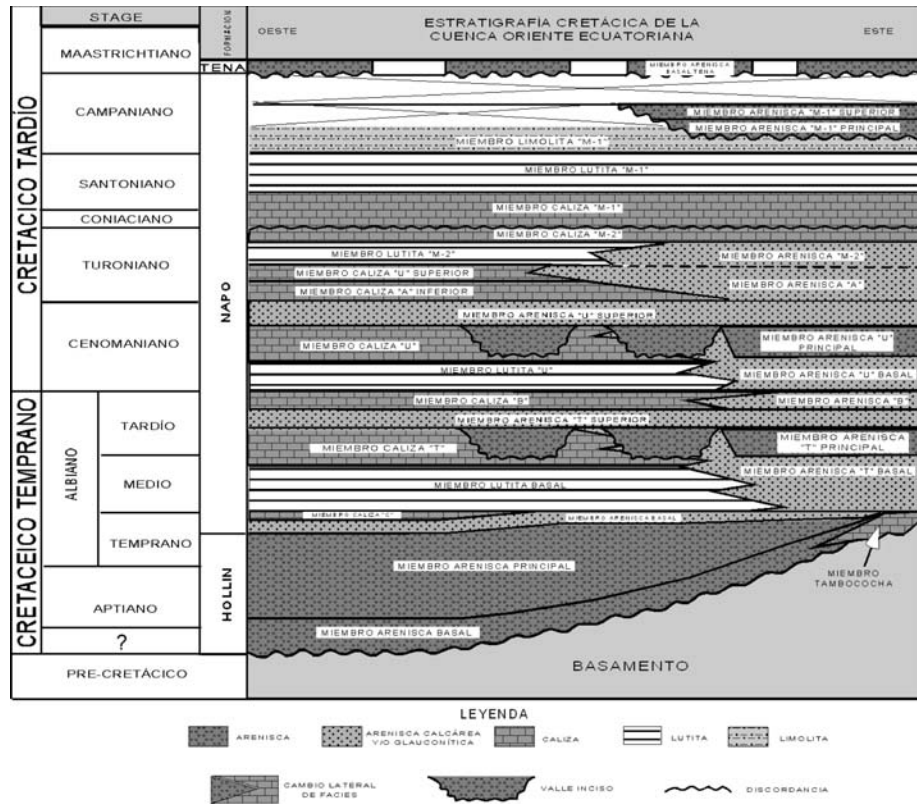
*Mb. Arenisca “T” Superior* (MA”T”S) es una arenisca glauconítica interpretada como una planicie mareal e intercalada con lodos de planicie submareal en un ambiente estuarino (Shanmugan *et al.*, 1998). *Mb. Caliza “B”* (MC”B”) es un depósito carbonatado cuyas facies se profundizan hacia el tope (Jaillard, 1997). Es un depósito regional, sin embargo en el borde este de la cuenca su equivalente sería una arenisca denominada *Mb. Arenisca “B”* (MA”B”) (Fig. 3 y 4b).

El *Mb. Lutita “U”* (ML”U”) es un depósito lutítico que progresa al *Mb. Caliza “U”* (MC”U”). Estos depósitos (ML”U”) y (MC”U”) hacia el este de la cuenca gradan transicionalmente hacia facies detríticas denominadas *Mb. Arenisca “U” Basal* (MA”U”B) (Fig 3, 4b y 4c). *Mb. Arenisca “U” Principal* (MA”U”P) y el *Mb. Arenisca “U” Superior* (MA”U”S) presentan un ambiente y distribución espacial similar a los Miembros Arenisca “T” Principal y Arenisca “T” Superior.

El *Mb. Caliza “A” Inferior* (MC”A”I) registra un ambiente subtidal de baja energía (Jaillard, 1997) cuya distribución está restringida en la parte centro oeste de la cuenca (Fig. 3 y 4c). *Mb. Caliza “A” Superior* (MC”A”S) está compuesto de un depósito carbonatado progradacional cuyo equivalente detrítico al este de la cuenca sería el *Mb. Arenisca “A”* (MA”A”) (Fig. 3 y 4c).

El *Mb. Lutita “M2”* (ML”M2”) es depositada en la parte oeste y centro de la cuenca, su equivalente hacia el este es el *Mb. Arenisca “M2”* (MA”M2”) (Fig. 3 y 4c) representado por areniscas glauconíticas (Jaillard, 1997). *Mb. Caliza “M2”* (MC”M2”) es un depósito carbonatado progradante

de ambiente marino profundo y confinado a la base, que pasa a un medio más abierto y somero hacia el tope. Representa un excelente marcador regional.



**Fig. 3. Corte estratigráfico regional O-E en la cuenca Oriente Ecuatoriana, indicando cambios de facies verticales y laterales, además la nomenclatura propuesta en este trabajo.**

*Mb. Caliza "M1" (MC"MI")* es una sucesión de lutitas, margas y calizas (Jaillard, 1997) de un ambiente de plataforma anóxica carbonatada evidenciando profundización a la base y somerización al tope (Fig. 4d). *Mb. Lutita "M1" (ML"MI")* empieza con un marcador radioactivo regional conocido en toda la cuenca como Marcador "L" (Sección Condensada) (Jaillard, 1997). *Mb. Limolita "M1" (MLm"MI")* (antes Arenisca "M1" Basal de Raynaud *et al.*, 1993 en Jaillard, 1997) constituye un depósito de plataforma lodosa clástica de baja energía (Raynaud *et al.*, 1993 en Jaillard, 1997). *Mb. Arenisca "M1" Principal (MA"MI" P)* es un depósito arenoso de ambiente fluviatil a la base y canales de marea de ambiente estuarino hacia el tope (Don Simmons, *com. pers.*), que está restringido a la parte este de la cuenca (Fig. 3 y 4d). En ciertos lugares podría representar relleno de valles incisos. *Mb. Arenisca "M1" Superior (MA"MI" S)* consiste de una arenisca interpretada como de ambiente estuarino, ocasionalmente está sobreyacida por lutitas negras y/o capas de carbón (Don Simmons, *com. pers.*)

*Mb. Basal Tena (MBT)* es parte de la Formación Tena, es un depósito arenoso discontinuo distribuido en toda la cuenca, que constituye relleno de paleovalles en la base de una importante transgresión (Raynaud *et al.*, 1993 en Jaillard, 1997).

### SECUENCIAS ESTRATIGRÁFICAS

Debido a los cambios eustáticos globales (Haq *et al.*, 1987) han sido identificados límites de secuencias y superficies de máxima inundación (Fig. 4e), las cuales nos han permitido definir nueve

secuencias tipo "I" en la cuenca Oriente, de acuerdo a Van Wagoner *et al.* (1990). Estas características están resumidas en la Tabla 1.

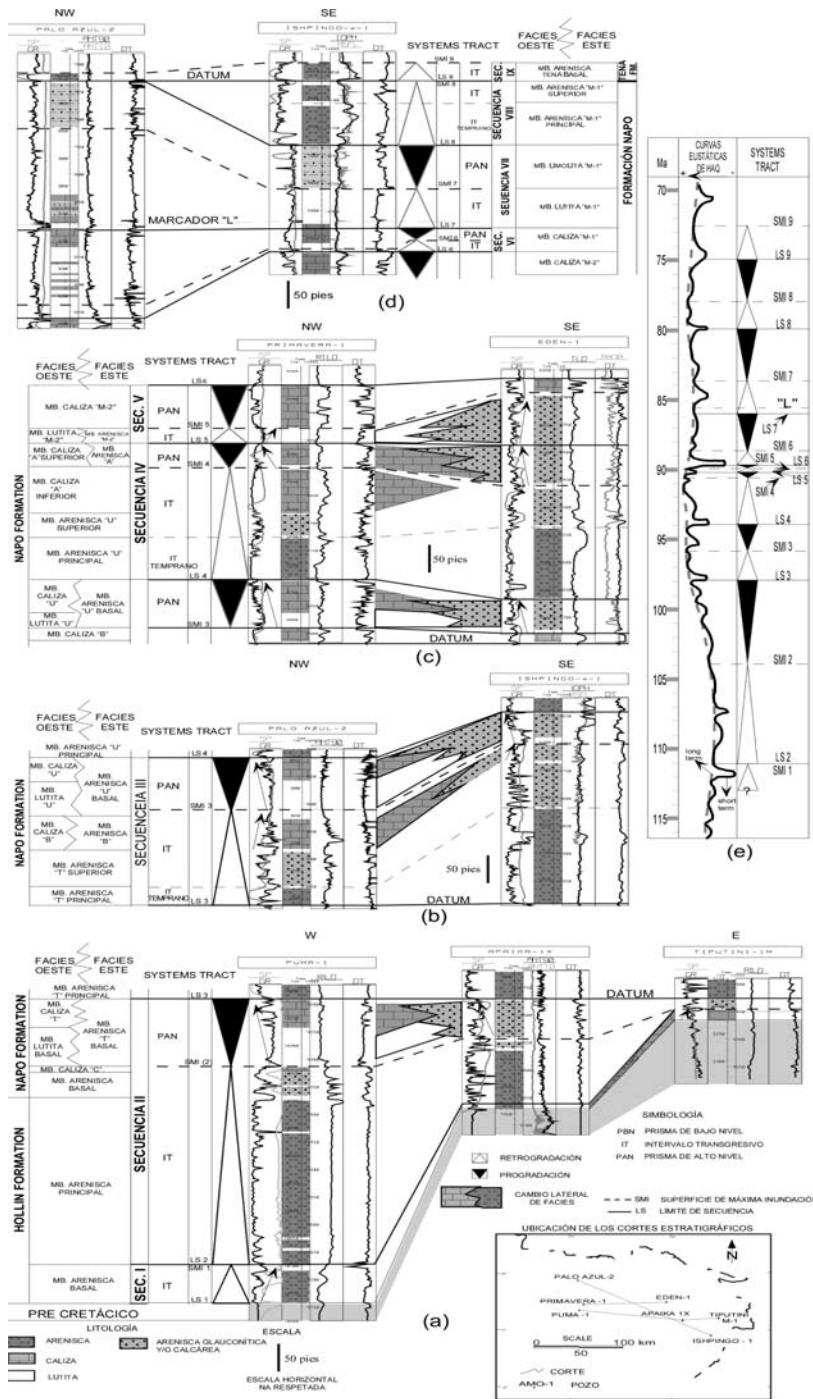


Fig.4. Cortes transversales representativos en la cuenca Oriente, presentando cambios de facies laterales y verticales y su interpretación estratigráfica secuencial. (a) Secuencias I y II; (b) Secuencia III; (c) Secuencias IV y V; (d) Secuencias VI, VII, VIII y IX; (e) Límites de secuencia y superficies de máxima inundación correlacionados con los ciclos eustáticos globales de Haq *et al.*, 1987.

## CONCLUSIONES

La sedimentación en la cuenca Oriente durante el Cretácico estuvo controlada por la subsidencia, los cambios eustáticos globales y la tectónica tanto regional como local. Estos factores definieron el desarrollo y distribución de los diferentes sistemas petroleros (roca madre, reservorio y sello), trampas estratigráficas y estructurales. Considerando que los sedimentos varían en facies dependiendo de la proximidad o distalidad al continente, se propone una nomenclatura que evidencia la variación de la línea de costa en el tiempo y nos ayuda a predecir lugares donde tendremos un sistema petrolero ideal

y otros donde por erosión, no depositación o cambios laterales de facies el sistema petrolero estaría incompleto.

**Tabla 1. Estratigrafía secuencial de los miembros de las Fms. Hollín y Napo y el Mb. Basal Tena**

SECUENCIAS	SYSTEMS TRACT	EDADES SUPERFICIES(*)	W	ESTRATIGRAFÍA	E	ORDEN (**) SECUENCIAS
IX	IT	SMI 9 → 72.5 Ma (b,g) LS 9 → 75 Ma		Mb. Arenisca Tena Basal	Fm. TENA	TERCER ORDEN
VIII	IT	SMI 8 → 78 Ma (f)		Mb. Arenisca M-1 Superior	Fm. TENA	TERCER ORDEN
	IT TEMPRANO	LS 8 → 80 Ma		Mb. Arenisca M-1 Principal		
VII	PAN	SMI 7 → 83.5 Ma (f) Sección Condensada T': 85.5 Ma		Mb. Limolita M-1	Fm. TENA	SEGUNDO ORDEN
	IT	LS 7 → 86 Ma		Mb. Lutita M-1		
VI	PAN	SMI 6 → 88.5 Ma (b,e)		Mb. Caliza M-1	Fm. TENA	SEGUNDO ORDEN
	IT	LS 6 → 89.75 Ma		Mb. Caliza M-2		
V	PAN	SMI 5 → 90 Ma (b)		Mb. Lutita M-2	Fm. TENA	TERCER ORDEN
	IT	LS 5 → 90.25 Ma		Mb. Arenisca M-2		
IV	PAN	SMI 4 → 90.5 Ma (c,d)		Mb. Caliza A Superior	Fm. TENA	SEGUNDO ORDEN
	IT			Mb. Arenisca A Inferior		
	IT TEMPRANO	LS 4 → 94 Ma		Mb. Arenisca U Superior Mb. Arenisca U Principal		
III	PAN	SMI 3 → 96 Ma (b)		Mb. Caliza U Superior	Fm. TENA	SEGUNDO ORDEN
	IT			Mb. Lutita U		
II	IT TEMPRANO	LS 3 → 98 Ma		Mb. Caliza B	Fm. TENA	SEGUNDO ORDEN
	PAN	SMI 2 → 104 Ma (b)		Mb. Arenisca T Superior Mb. Arenisca T Principal		
I	PAN	SMI 1 → 111 Ma (a)		Mb. Caliza T	Fm. TENA	SEGUNDO ORDEN
	IT	LS 2		Mb. Lutita Basal Mb. Caliza C		
I	IT	LS 1 → Tope Basamento		Mb. Arenisca Napo Basal Mb. Arenisca Hollin Principal	Fm. HOLLIN	?

**EDADES BIOESTRATIGRÁFICAS**  
a = Mills, 1971 in b  
b = Jaillard et al., 1997  
c = Labegrie, 1994 in b  
d = Vallejo et al., 2002  
e = Jaillard et al., (in press)  
f = Raymond et al., 1993 in b

**LEYENDA**  
IT = Intervalo Transgresivo  
PAN = Prisma de Alto Nivel  
SMI = Superficie de Máxima Inundación  
LS = Límite de Secuencia  
◊ = Retrogradación  
◄ = Progradación  
(\*) Las edades de las Superficies han sido correlacionadas con la curva eustática de Haq et al., 1987  
(\*\*) Según Duval et al., 1992

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dashwood & Abbotts (1990). Aspects of the Petroleum Geology of the Oriente Basin Ecuador, Classic Petroleum Provinces. *Geological Society of the London*, Especial Publication N° 50, pp. 89-117.
- Duval, B., Cramez, C. & Vail, P.R., 1992. Type and Hierarchy of Stratigraphic Cycles. Inc: *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European basins international Symposium* (Dijon-France) (ed. By Centre NAT. RECH. Sci. et al.). Abstract, pp.44-45.
- Díaz B. Marlon A., 2000. Caracterización y Reconstrucción Paleogeográfica de las Cuencas Pre-aptenses en el Oriente Ecuatoriano.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., and Vail, P.R., 1987. Chronology of sea levels since the Triassic. *Science*, 235,1156-1167.
- Jaillard, E., 1997. Síntesis Estratigráfica y Sedimentológica del Cretáceo y Paléogeno de la Cuenca Oriental del Ecuador: *Peroproducción-Orstom*, 163 p.
- Jaillard, E., Bengtson, P., Dont, A., (in press). Late Cretaceous Marine Transgression in Ecuador and Northern Peru : a refined stratigraphic framework.
- Rivadeneira, M., 2000. Geología del Petróleo de los Campos Ishpingo, Tambococha, Tiputini. *Informe interno Petroproducción*.
- Roddaz, M., Baby, P., Brusset, S., and Hermoza, W. (in press) Foreland Basin Dynamics in Western Amazonia inferred from Forebulge Evolution: The case Study of the Arch Iquitos (Perú).
- Shanmugan, G., Poffenberger, M., Toro, J., 1998. Tide-Dominated Estuarine Facies in the Hollin and Napo (« T » and « U ») Formations (Cretaceous), Sacha Field Oriente Basin, Ecuador. AAPG, 652-682 pp.
- Vallejo, C., Hochuli, A., Winkler, W., and von Salis, /K., 2002. Palynological and Sequence Stratigraphic Analysis of the Napo Group in the Puncarayacu-30 well, Sub-Andean Zone, Ecuador, Elsevier Science v. 23 845-859.
- Van Wagoner, J.C., Mitchum, R.M., Campion, K.M., and Rahmanian, V.D., 1990. Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops: Concepts for High-Resolution Correlation of Time and Facies, AAPG, Serie N°7, 55 p.
- Villagómez, R., 1995. Estudio de la Formación Hollín y la Transgresión Albiana en la Subcuenca Napo del Oriente Ecuatoriano. Tesis de grado, EPN, 99 p. y Anexos.
- White, H., Skopeg, R., Ramírez, F., Rodas, J., & Bonilla, G., 1995. Reservoir Characterization of the Hollin and Napo Formations, Western Oriente Basin, Ecuador. AAPG, Memoir 62, pp. 573-596.

*Este artículo ha sido auspiciado por la Dirección Nacional de Hidrocarburos, MEM, Quito-Ecuador*