

Evolución Tectonoestratigráfica y Sistemas Petrolíferos de la Cuenca de Falcón, Venezuela Noroccidental

Santosh Ghosh¹, Pieter Pestman¹, Luis Meléndez¹, Irene Truskowski² & Elías Zambrano²

¹: Consultores/Maraven S.A. ²: Maraven S.A., Chuao, Caracas

Resumen

En la Cuenca de Falcón existe una compleja relación entre las unidades litoestratigráficas como resultado del tectonismo asociado a la placa caribeña. Colocando las unidades litoestratigráficas en un marco cronoestratigráfico y secuencial, se logró reconocer diez megasecuencias y reconstruir la historia de la cuenca.

La cuenca comenzó a formarse a finales del Eoceno debido al desplazamiento hacia el este de la placa caribeña. Se formaron primero (Oligoceno) el canal falconiano en sentido O-E, y después (Oligo-Mioceno) el Surco de Urumaco y la Ensenada de la Vela, en sentido NO-SE.

Las áreas plataformas incluyeron: la plataforma de Dabajuro, el Alto de Coro-Paraguaná, y la plataforma de Churuguara al sur del Canal Falconiano. Al sur del Alto de Coro y en el borde de la plataforma de Churuguara se desarrollaron a partir del Oligoceno Tardío ambientes carbonáticos. Los núcleos de las plataformas permanecieron emergidos hasta el Mioceno Medio-Tardío.

A finales del Mioceno comenzó el levantamiento andino. Se produjo inversión de la cuenca y migración del frente de deformación y los depocentros hacia el Norte. La Cuenca de Falcón dejó de existir como tal, para convertirse en un cinturón plegado.

Las rocas madre probadas y potenciales incluyen las fms. Agua Clara, Gr. Agua Salada del Mioceno, Pecaya, Guacharaca y Gr. Agua Salada del Oligoceno, y Jarillal del Eoceno, entre otros. Los reservorios son fms. La Puerta del Mioceno, Cerro Pelado, Socorro, Urumaco, y miembros Cauderalito, El Salto y Solito del Mioceno y probablemente El Paraíso del Oligoceno. Existen abundantes sellos: Gr. Agua Salada, fms. Agua Clara, Querales y Pecaya del Oligoceno/Mioceno. Las trampas son estructurales con sellos laterales por fallas en Falcón occidental, y estructuras tanto tensionales como compresionales en Falcón oriental; además existen oportunidades estratigráficas tipo acuñaamientos y arrecifes, especialmente en Falcón oriental.

Introducción

La Cuenca de Falcón se ubica al noreste de la Cuenca de Maracaibo en Venezuela noroccidental (Figura 1). La región fue objeto de varios estudios exploratorios desde las décadas de 1930. Wheeler (1963), Gamero (1977), González de Juana (1980) y otros hicieron aportes importantes al esclarecer la complejidad estructural-estratigráfica de Falcón en grandes rasgos. Más tarde en los estudios de las filiales de PDVSA entre ellas Boesi e Goddard (1991), James (1985), Hawkins (1983) y Findlay (1985), entre otros, analizaron los aspectos estructurales-estratigráficos y el hábitat de petróleo. Recientemente Macellari (1995) presentó una visión global de la cuenca en base a datos limitados. A pesar de todos estos trabajos, sigue existiendo una necesidad de integrar los datos sísmicos, de pozos, y de afloramientos disponibles para establecer un marco cronoestratigráfico-secuencial para la cuenca de utilidad para futuras exploraciones en el área. Este tipo de estudio permite analizar todos los elementos del sistema petrolífero tales como sello, roca madre, reservorio y trampa. Es de notar

que para un mejor entendimiento de la evolución de la adyacente Cuenca de Maracaibo, también es importante tener una visión precisa del desarrollo de la Cuenca de Falcón.

Durante los años 1995 y 1996, Maraven realizó un estudio integrado de la Cuenca de Falcón, incluyendo el análisis secuencial de la secuencia paleógena y neógena. En el trabajo se logró definir el marco cronoestratigráfico de la cuenca, establecer los patrones de sedimentación y paleofacies regional, y entender los parámetros del sistema petrolífero de la cuenca.

En este trabajo se identificaron diez megasecuencias terciarias, basado en datos sísmicos, sedimentológicos, y bioestratigráficos. El propósito de este resumen del trabajo regional es presentar: 1) un marco lito-cronoestratigráfico de la cuenca; 2) un marco estructural con cortes estructurales; 3) distribución de depocentros en tiempo; 4) distribución y características de las facies sedimentológicas; y 5) un resumen del sistema petrolífero en la cuenca.

Cabe destacar que en la actualidad, la Cuenca de Falcón ya no existe, debido a la inversión y plegamiento durante el Mioceno Tardío hasta Pleistoceno.

Metodología

Para este trabajo se utilizaron datos multidisciplinarios de bioestratigrafía, sedimentología y sísmica. Los datos sísmicos fueron utilizados para definir las tectonosecuencias en base a límites de secuencia. Además, los datos sísmicos permitieron identificar, por solapamiento, las áreas de no-sedimentación y áreas positivas y determinar la edad de las fallas.

Los datos sedimentológicos son patrón de secuencias en perfiles, núcleos y afloramientos, estructuras sedimentarias y biogénicas, cambios de facies, ubicación de facies dentro del marco de estratigrafía secuencial, el porcentaje de arenas, espesor de sedimentos, mineralogía, granulometría etc.. En la cuenca los diferentes subambientes y paleofacies identificados son plano aluvial, fluvio-deltaico, plano deltaico bajo, litoral, parálico costero, lagunal, marino marginal/costero, marino nerítico, y batial. Los datos bioestratigráficos fueron los diferentes grupos de microfósiles, su abundancia, omisión de zonas, y paleobatimetría.

Relación tectónica y sedimentación

En la Cuenca de Falcón, los depocentros variaron en el tiempo como en respuesta al cambiante marco tectónico. En la etapa inicial durante el Eoceno, se depositaron sedimentos de ambientes marinos el Grupo Agua Negra, correlacionable parcialmente con la parte superior de la formación Misoa y Paují de la Cuenca de Maracaibo, más al oeste. Sin embargo, existe duda acerca de la extensión y continuidad de la secuencia eocena media en Falcón.

En la etapa siguiente, los sedimentos del Eoceno Superior, tales como las formaciones Cerro Misión, Cerro Campana, Esperanza, La Victoria, Mene Grande, etc., fueron depositados en depresiones localizadas y grábenes fallados, posterior al emplazamiento de las Napas de Lara. Estos sedimentos son de origen turbidítico en áreas restringidas, probablemente relacionados con el inicio de la actividad transcurrente de la Falla de Oca.

En la etapa 3, debido al movimiento transcurrente a lo largo de la Falla de Oca, se produjo el hundimiento y creación del depocentro de la Cuenca de Falcón. A lo largo del canal Falconiano y en el Surco de Urumaco (Mioceno) se depositó una gruesa secuencia oligo-miocena. Las facies evolucionaron desde ambientes batiales hasta marino somero/costero/deltaico. La fase de creación de la cuenca estuvo caracterizada por intrusiones basálticas alcalinas relacionadas con la fase de rifting.

En la etapa final, hubo un episodio importante de inversión parcial de la cuenca. Se desarrolló el anticlinorio de Falcón en el Mioceno Inferior, como consecuencia de la compresión Norte-Sur de la orogénesis andina.

La Fig. 2 muestra un corte N-S a través de la cuenca ilustrando la disposición actual de las secuencias. Se observan las cuatro áreas geomórficas en la zona, del Norte al Sur:

1. Zona costera al norte de la Sierra de San Luis
2. Zona de la Sierra de San Luis
3. Depresión de Pecaya
4. Zona del Alto de Churuguara
5. Zona más al sur del Alto de Churuguara y del Valle de Tocuyo: en esta zona los afloramientos aislados de la Fm. Capadare del Mioceno descansan discordantemente sobre el basamento de la Cuenca de Falcón: las formaciones Matatere y Barquisimeto (Paleoceno-Eoceno).

Estratigrafía

La estratigrafía de la cuenca es compleja debido a los frecuentes cambios de facies obstaculizando la correlación estratigráfica a través de la cuenca. La Fig. 2 muestra un corte esquemático desde la Plataforma de Coro al norte hasta Churuguara donde se puede observar la transición lateral y vertical de las formaciones oligocenas hasta las pliocenas. Al tiempo que en el eje de la cuenca se depositaban facies lutíticas de aguas profundas, en los bordes prevalecieron ambientes marinos someros de facies carbonáticas/arrecifales de San Luis y Churuguara, y más atrás, facies fluvio-deltaicas/marino someras de Casupal, Patiecitos y Guarabal. Durante el período de nivel alto (HST), progradaron las areniscas de Cerro Pelado y Socorro. Así, la correlación litoestratigráfica en la cuenca debe ser considerada siempre dentro del marco cronoestratigráfico-secuencial (Fig. 3). En la Fig. 4 se muestra otro corte esquemático donde se observa la dificultad de la correlación litoestratigráfica. Gamero (1993) mostró que la facies lutítica sobre el basamento en la plataforma de Coro, aunque aparece similar a La Fm. Agua Clara, su edad es más joven, ya que corresponde a la zona de *G. fohsi peripheroronda* equivalente a la Fm. Querales. Otro aspecto importante es que varias de las formaciones, tales como Grupo Agua Salada, Fm. Agua Clara, Cerro Pelado y Caujarao entre otras, se hacen relativamente más jóvenes hacia al oeste. Para entender mejor la estratigrafía se debe aplicar el concepto de alloestratigrafía/cronoestratigrafía, es decir, describir las principales secuencias limitadas por discordancias principales ya que estas se pueden considerar líneas de tiempo. En la fig. 3 se observa que la secuencia Terciaria en Falcón se puede dividir en diez tectonosecuencias,

cuatro ciclos de segundo orden y nueve ciclos de tercer orden.

En el corte N-S a través de la cuenca (Fig. 2), la transición lateral de facies es notoria. Por ejemplo, las formaciones Patiecitos y Guarabal son facies laterales, infrayaciendo las facies arrecifales de la Fm. San Luis. En el flanco sur del canal falconiano, una relación similar se observa entre las formaciones Churuguara, El Paraíso y Casupal. Es posible que la Fm. El Paraíso se interdigite con la Fm. Churuguara aún cuando sea parcialmente más vieja. Igualmente las facies arrecifales de la Fm. Churuguara se interdigitan parcialmente con las facies más jóvenes de detrás de arrecife de la Fm. Casupal.

Paleoambiente y distribución de facies

Los datos sedimentológicos de pozos y de afloramientos permitieron hacer un análisis de la distribución de paleofacies integrado para toda la Cuenca de Falcón. Se hizo análisis de paleofacies para nueve secuencias desde el Oligoceno hasta el Plio-Pleistoceno. Las secuencias estudiadas (a nivel de MFS, basados en la carta de Haq *et al.*, 1987) son: SB2.4-1.6 (MFS 1.3), SB3.8-2.4 (MFS 3.4), SB6.3-3.8 (MFS 5), SB10.5-6.3 (MFS 9.2), SB12.5-10.5 (MFS 11.4), SB13.8-12.5 (MFS 13.4), SB 16.5-13.8 (MFS 15), SB 25-16.5 (MFS 22?), SB 30-25 (MFS 27.5). Figuras 5, 6 y 7 muestran la evolución y distribución representativa de facies en los intervalos: 30-25Ma, 16.5-13.5Ma, y 10.5-6.3Ma. En el Oligoceno, el canal falconiano, flanqueado por los bancos carbonáticos de Churuguara al sur y los arrecifes de San Luis al norte, en este surco profundo se depositaron las lutitas de Pecaya (Fig. 5). Hacia oeste y en las áreas más al norte y sur de San Luis y Churuguara, se depositaron los sedimentos fluvio-deltaicos hasta marinos someros de las fms. Castillo y Casupal respectivamente. Durante el Mioceno Medio, el área del canal falconiano se había reducido en área y los sedimentos marinos someros de Querales/San Lorenzo superior fueron depositados. Bordeando el Alto de Dabajuro existía una franja de sedimentos plano costeros/marino marginales (principalmente la Fm. Cerro Pelado); hacia al este se desarrolló una sedimentación batial a marino nerítico externo (Fig. 6). En el Mioceno Superior, toda el área del canal falconiano se encontraba emergida, con sedimentación de facies aluvial hasta marino costero, hacia el flanco norte de esta área positiva. La transgresión desde el este de la Fm. Capadare fue marcada durante este tiempo, ya que su invasión como se indica en la Figura 7 alcanzó el límite oeste.

Sistema petrolífero de la cuenca

A continuación se presenta una breve discusión sobre las rocas madre, los reservorios, los sellos y las

trampas en la Cuenca de Falcón.

Roca madre: Las cocinas probadas de hidrocarburos en Falcón están generalmente restringidas a las áreas de los surcos tales como el Surco de Urumaco al oeste y la Ensenada de la Vela al este (Boesi y Goddard, 1991). La migración de hidrocarburos es de corta distancia. Las potenciales rocas madre en Falcón son lutitas marinas del Eoceno, Oligoceno y Mioceno. La Fm. La Luna cretácica, que es la principal roca madre en la Cuenca de Maracaibo, no se puede considerar como roca madre para la Cuenca de Falcón debido a que se encuentra sobrecocinada.

Las rocas madre eocenas incluyen las Fms. Jarillal, Misoa y Cerro Misión. En Falcón occidental, las lutitas de las formaciones Jarillal y Misoa fueron probadas como roca madre ya que crudos producidos en los campos El Mene, Media, Tiguaje y Hombre Pintado son de origen terrestre (Boesi y Goddard, 1991). Muestras de materia orgánica analizadas dieron valores de COT entre 7-12% de origen húmico (Molina, 1993). En Falcón oriental, las espesas secuencias eocenas deben ser consideradas como potenciales rocas madres ya que existen pruebas de petróleo en el área de Cosme y el Mene de Acosta a nivel del Eoceno (Escandón y Toro, 1990). Por otro lado, los indicios de hidrocarburos en el Eoceno de las subcuencas orientales son escasos, lo que sugiere la ausencia de una roca madre eocena importante en Falcón oriental (Findlay, 1985), aunque se requiere un estudio más detallado con muestreo y análisis sistemático de estas lutitas eocenas.

Las rocas madre oligocenas incluyen las Fms. Pecaya, "Fm. Guarabal" y Guacharaca. Las lutitas de las formaciones Pecaya y Guacharaca son rocas madre potenciales en el Canal Falconiano y Falcón oriental. En la Ensenada de la Vela el análisis geoquímico de tres pozos indicó que los sedimentos de la secuencia llamada "Guarabal" tiene un buen potencial generador de petróleo (Cabrera, 1982); Hawkins (1983) notó que las lutitas oscuras oligocenas pudieron haber generado petróleo desde el Mioceno Medio o Tardío, para su posterior migración hacia bloques levantados adyacentes.

Las rocas madre miocenas incluyen la Fm. Agua Clara, el Grupo Agua Salada, y otras. En Falcón occidental y el Surco de Urumaco, las formaciones Agua Clara y, en menor medida, Cerro Pelado pudieron haber generado petróleo para los campos allí ubicados (Boesi y Goddard, 1991). En la Ensenada de La Vela, las fms. Agua Clara y Socorro contienen intervalos con moderada capacidad generadora, los cuales iniciaron la generación de hidrocarburos, sólo en tiempos recientes (Cabrera, 1982). Findlay (1985) sugiere que una secuencia de la Fm. Caujarao, enterrada por debajo del corrimiento de

Guadalupe también puede ser una roca madre. En Falcón oriental se ha comprobado que la misma Fm. Agua Clara y las lutitas del Grupo Agua Salada son las rocas madres de origen orgánico marino (Boesi y Goddard, 1991).

Escandón y Toro (1990) realizaron análisis de muestras de la Cuenca de Falcón e indicaron que los crudos representativos de Montañita, del mene Granja La Aguada (en la península de Paraguaná) y Tiguaje tienen características típicas de crudos de origen terrestre y evidencias de un crudo terrestre biodegradado con un crudo terrestre no alterado. Las mismas autoras observaron en la subcuenca del Bajo Tocuyo - Araurima una transición desde crudos de origen terrestre hacia el suroeste hasta crudos de origen marino (con aportes terrestres secundarios) hacia el noreste debido a la profundización de la cuenca en la misma dirección. Ellas también sugieren que las lutitas del grupo Agua Salada del Mioceno y Pecaya ó "Guarabal" del Oligoceno pudieron ser la roca madre generadora para estos crudos.

La gravedad de los crudos varía desde 8° API en Quiroz hasta 48° API en el Campo Cumarebo, el promedio entre 25 y 40 °API. Análisis de isótopos orgánicos indican que el gas encontrado está genéticamente asociado con la generación de petróleo y es de origen termal (Boesi *et al.*, 1991).

Reservorio: En Falcón el cambio de facies a corta distancia es una característica común. Los reservorios en la cuenca están restringidos a areniscas, y en menor grado a calizas del Mioceno. Sin embargo, las areniscas del Oligoceno (Fm. El Paraiso en el sur y Fm. Pedregoso al noreste) no deben ser descartadas como potencial roca recipiente. Además, existe la posibilidad de encontrar los depósitos arenosos de LST en el área al este. Los reservorios del Mioceno son mejor conocidos y su distribución se puede apreciar fácilmente en la figura del marco cronoestratigráfico (Fig. 3). En Falcón occidental los reservorios son la caliza basal de la Fm. Agua Clara, y las arenos de las fms. Cerro Pelado, Socorro, Urumaco y La Puerta. Otros potenciales reservorios son las calizas de las fms. Caujarao y Urumaco. En Falcón oriental y nororiental los reservorios en los campos de La Vela, Cumarebo, La Vela costafuera, y Mene de Acosta son calizas del Miembro Cauderalito de la Fm. Agua Clara, El basamento igneo-metamórfico fracturado (La Vela costafuera), areniscas de las fms. Cerro Pelado, Socorro, las calizas de la Fm. Caujarao, y las arenas del Miembro El Salto en la base de la Fm. San Lorenzo (Gr. Agua Salada). En Falcón Oriental las arenas basales de El Salto/Solito de origen complejo deltaico/costero constituyen recipientes potenciales en esa región. Otros potenciales yacimientos son las areniscas en la Fm. Guacharaca y las calizas de la Fm. Capadare. Tanto en Falcón oeste como en el este, las areniscas son relativamente delgadas, de origen fluvio-deltaico a marino plataforma.

Sello: Los sellos potenciales en la cuenca son abundantes. Los grandes espesores de lutitas espesas de las fms. Pecaya, Guacharaca, Agua Clara, Pozón, San Lorenzo y Querales son sellos excelentes y efectivos. Es de notar que algunas de estas unidades lutíticas (fms. Pecaya, Agua Clara, Gr. Agua Salada) también son conocidas como potenciales rocas madres.

Trampas: Las trampas petrolíferas en Falcón son principalmente estructurales. En Falcón occidental en los campos de Quiroz, Las Palmas, Tiguaje, Mamón, y Mene de Mauroa (que incluye los campos El Mene, Media, y Hombre Pintado) las trampas son del tipo anticlinal con sellos laterales por fallas. Todas estas estructuras salvo la de El Mamón, están genéticamente ligadas con fallas transcurrentes regionales del sistema Oca -Ancón de Iturre - Mayal. El Campo El Mamón está ubicado en un domo anticlinal asociado con las fallas de Mamón y Mamón Norte dentro del Surco de Urumaco. En el área de Mauroa, Tiguaje y alrededores, la historia tectónica indica que la maduración y generación de la roca madre (formaciones Jarillal y Misoa) ocurrió antes, durante y posterior a la formación de las trampas estructurales, ubicadas en áreas buzamiento arriba del área generadora. Según Molina (1993) la roca madre empezó a generar desde el Eoceno Superior (38ma), y el proceso todavía sigue con la generación de crudo, gas y condensado. Sin embargo, los autores de este trabajo dudan de una generación tan temprana como Eoceno Superior; y piensan que la generación y migración pudo haber ocurrido no antes del Mioceno. Las vías de migración pueden ser las fallas (por ejemplo, La Falla de Oca) que conectan las cocinas con los reservorios. Los reservorios en las arenas basales de la Fm. La Puerta de edad Mioceno Medio a Superior descansan discordantemente sobre las secuencias del Eoceno Superior. Esto sugiere que el petróleo generado entre el Eoceno superior y Mioceno Inferior, se escapó en gran parte a la superficie, aunque algo del petróleo quedó en las arenas superiores de la Fm. La Victoria infrayacente a la discordancia post-Eocena.

Lara (1993), realizó el modelaje geoquímico de los campos en Falcón Oeste, y observó que en general, la materia orgánica tanto del Eoceno como la del Oligo-Mioceno es terrestre. La generación comenzó para una roca madre eocena, desde 30ma. ó más tarde, y la expulsión y migración ocurrió principalmente durante el Mioceno Medio-Superior/Plioceno. El Eoceno ahora sólo está produciendo gas en áreas como Mauroa/Tiguaje y en el Campo El Mamón. Las rocas madre oligo-miocenas son en gran parte inmaduras ó empezaron a expulsar desde el Mioceno Superior/Plioceno hasta el Reciente.

En Falcón oriental existen estructuras tensionales de edad oligo-miocena en la Ensenada de la Vela y se han perforado estructuras tipo horst y "plays" en grabenes. Las estructuras compresionales ocurren en la costa de

Falcón oriental y probablemente son del tipo "thin-skinned" (Findlay, 1985). Oportunidades estratigráficas existen en los acñamientos sobre los altos y arrecifes, especialmente en Falcón suroriental (Munroe, 1984, en Findlay, 1985). Además existen estructuras diapíricas en la Ensenada de la Vela (Findlay, 1985)..

Conclusiones

El movimiento transcurrente de la Falla de Oca y fases de "rifting" en la Cuenca de Falcón originan dos depocentros importantes: El Canal Falconiano durante el Oligo-Mioceno y el Surco de Urumaco durante el Mio-Plioceno. Las facies evolucionaron desde ambientes batiales hasta marino somero/costero-deltaico/fluviol. El cambio de facies lateral de areniscas a lutitas, ó de sedimentos siliciclásticos a carbonáticos es notorio en la cuenca y probablemente esté relacionado con la tectónica, fallamiento normal y distribución geográfica de horsts y grábenes. Una importante inversión parcial de la cuenca, resultado de la compresión norte-sur de la orogénesis andina, dio origen al anticlinorio de Falcón en el Mioceno.

En Falcón occidental la migración en gran parte es durante el Mioceno Medio/Tardío ó mas tarde, las rocas madres siendo eocenas y miocenas y posiblemente del Oligoceno. En Falcón oriental las lutitas de la Fm. Pecaya del Oligoceno y Agua Salada y Socorro del Oligo-Mioceno son la roca generadora y la migración ocurrió durante el Mioceno hacia los reservorios de las fms. Socorro, y las areniscas de El Salto, Solito y las calizas de Cauderalito. Reservorios no comprobados son las areniscas del Oligoceno (Fm. El Paraíso) y de prismas de bajo nivel oligoceno (Fm. Guacharaca). Los reservorios en Falcón occidental son las arenas de las formaciones mio-pleiocenas - Cerro Pelado, Socorro, Urumaco y La Puerta, aunque no se debe descartar la posibilidad de las areniscas del Oligoceno, especialmente areniscas en el flanco sur de la cuenca. En cuanto a las trampas, existen numerosos estructuras no probadas en áreas tales como en la parte sur del surco de Urumaco, La Vela y La Vela - Costafuera. Posibles trampas estratigráficas incluyen onlaps sobre el Alto de Dabajuro y las areniscas basales de La Fm. Paraíso embebidas en las lutitas de la Fm. Pecaya.

En la cuenca hace falta todavía un estudio de la historia termal de maduración de la roca madre, así como la vía de migración del petróleo. También el tiempo de formación de trampas en relación con generación y migración de hidrocarburos es crítico y debe ser estudiado en más detalle para descubrir nuevas oportunidades en la cuenca.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa MARAVEN S.A., filial de Petróleos de Venezuela, S.A., por el permiso de publicar el presente trabajo. También se agradece los geólogos de las empresas PENNZOIL y SAMSON por haber compartido su conocimiento con los autores, especialmente en la elaboración de la fig. 2. Finalmente se reconoce el apoyo técnico en la preparación de los dibujos de E. Vasquez, J. Pérez y Mauricio Quintana de Maraven S.A.

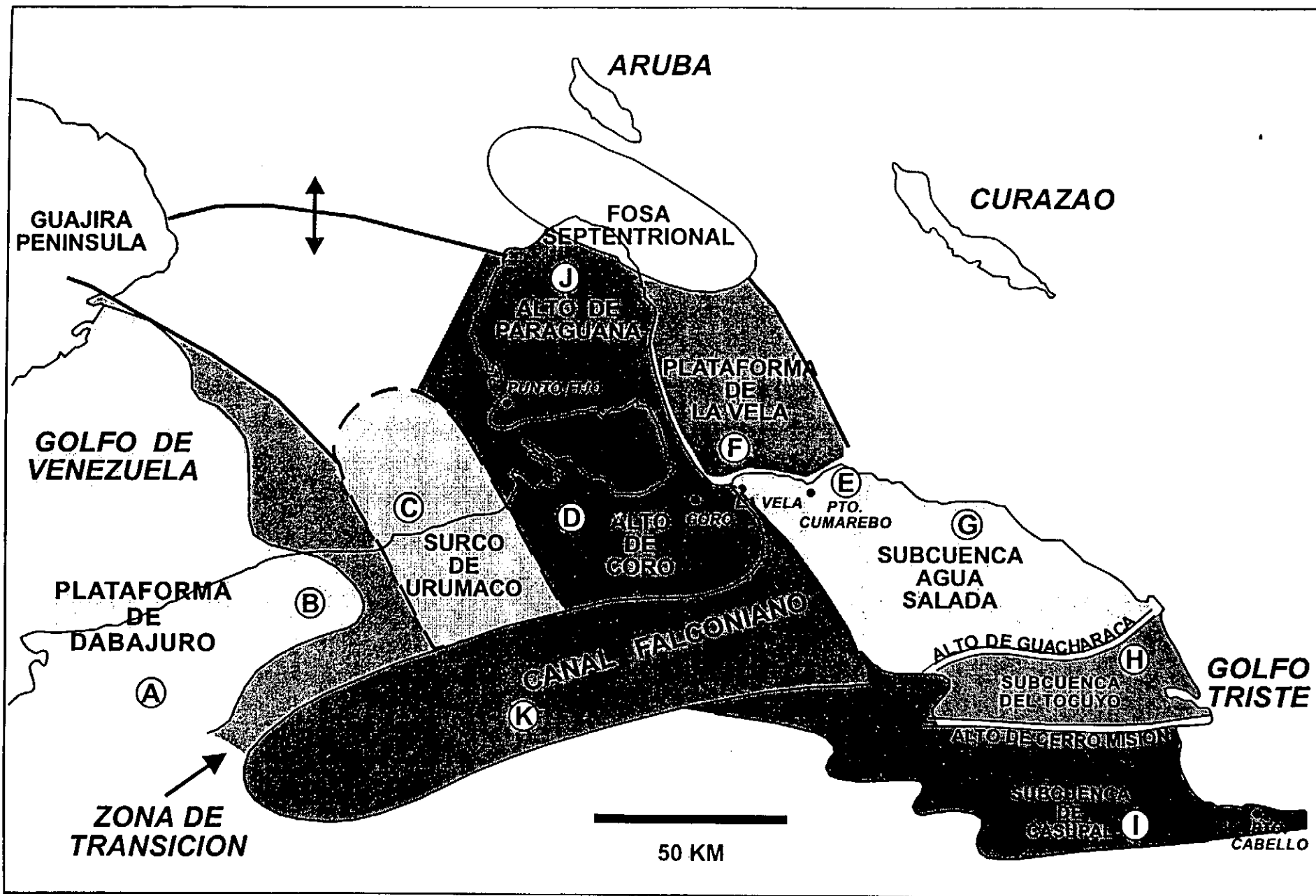
Referencias citadas

- Cabrera de Molina, E., 1982** Geología petrolera de la Cuenca de Falcón y su plataforma continental. Informe inédito, Corpoven S.A.
- Boesi, T. y Goddard, D., 1991** A new geologic model related to the distribution of hydrocarbon source rocks in the Falcón Basin, northwestern Venezuela. En: K.T. Biddle (ed.), Active Margin Basins. p.303-319. Mem. AAPG 52, Tulsa, OK, 324pp.
- Díaz de Gamero, M. L., 1977** Estratigrafía y Micropaleontología del Oligoceno y Mioceno Inferior del Centro de la Cuenca de Falcón, Venezuela. Escuela de Geología y Minas, Universidad Central de Venezuela, Caracas, GEOS, no. 22, 3-60.
- Díaz de Gamero, M. L., 1989** El Mioceno Temprano y Medio de Falcón Septentrional (The Early and Middle Miocene of Northern Falcón). Escuela de Geología y Minas, Universidad Central de Venezuela, Caracas, GEOS, no.29, 25-35.
- Escandón, M y Toro, C., 1990** Caracterización geoquímica de menes y crudos de pozos ubicados en el Edo. Falcón. Informe Intevep S.A.
- Findlay, A. L., 1985** The prospectivity of eastern Falcón. Informe inédito, Corpoven S.A.
- Hawkins, R. D., 1983** Contributions to the petroleum geology of North-Central Falcon, Informe Corpoven S.A.
- González de Juana, C., Iturralde de Arozena, J. M. y Picard, X., 1980** Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Caracas, FONINVES, 1031p.
- James, K. H., 1985** The Falcón area - A geological appraisal and an analysis of hydrocarbon potential. Informe Maraven S.A.
- Lara, A., 1993.** Synthèse géologique et pétrolière du bassin du Falcon Occidental, Venezuela. Institut Français du Pétrole, Informe inédito, Maraven S.A.

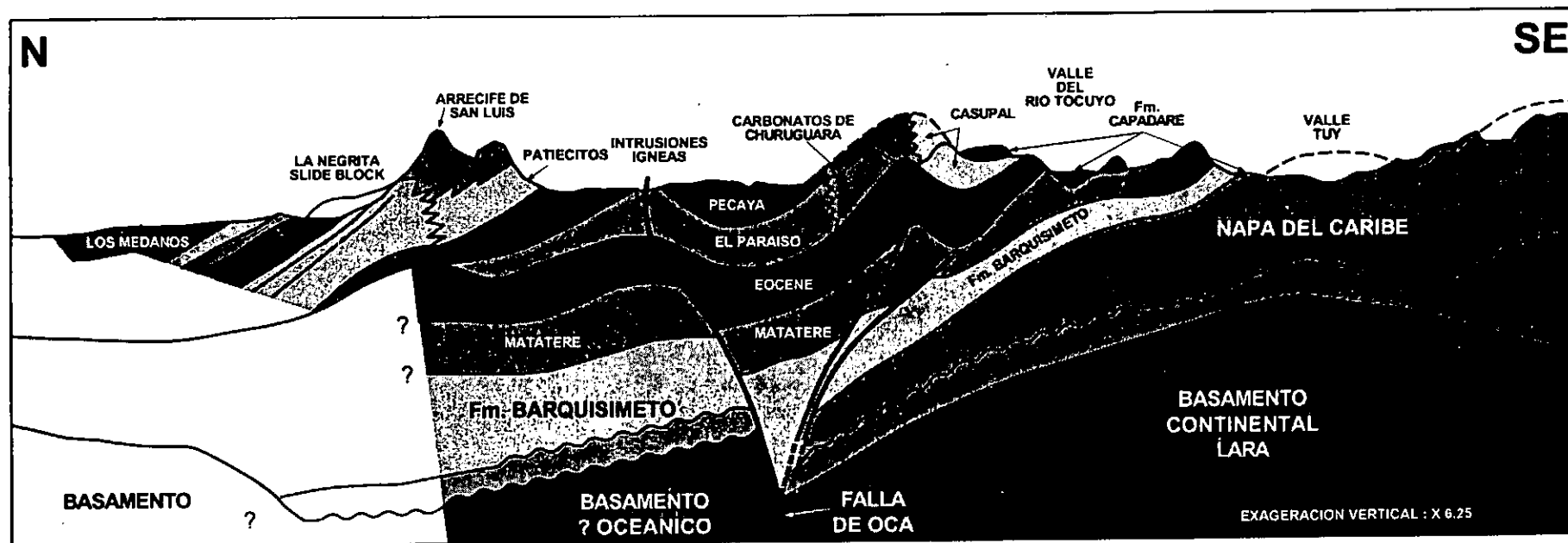
Macellari, C. E., 1995 Cenozoic sedimentation and tectonics of the southwestern Caribbean pull-apart basin, Venezuela and Colombia. En: A.J.Tankard, R. Suárez, S. y H.J.Welsink (eds.), Petroleum basins of South America. Mem. AAPG 62, p.757-780.

Molina, A., 1993 Tiguafe Field. En: N.H.Foster y E.A. Beaumont (comp.), Treatise of Petroleum geology - Structural Traps VIII; p.295-306. AAPG, Tulsa, OK, 328p.

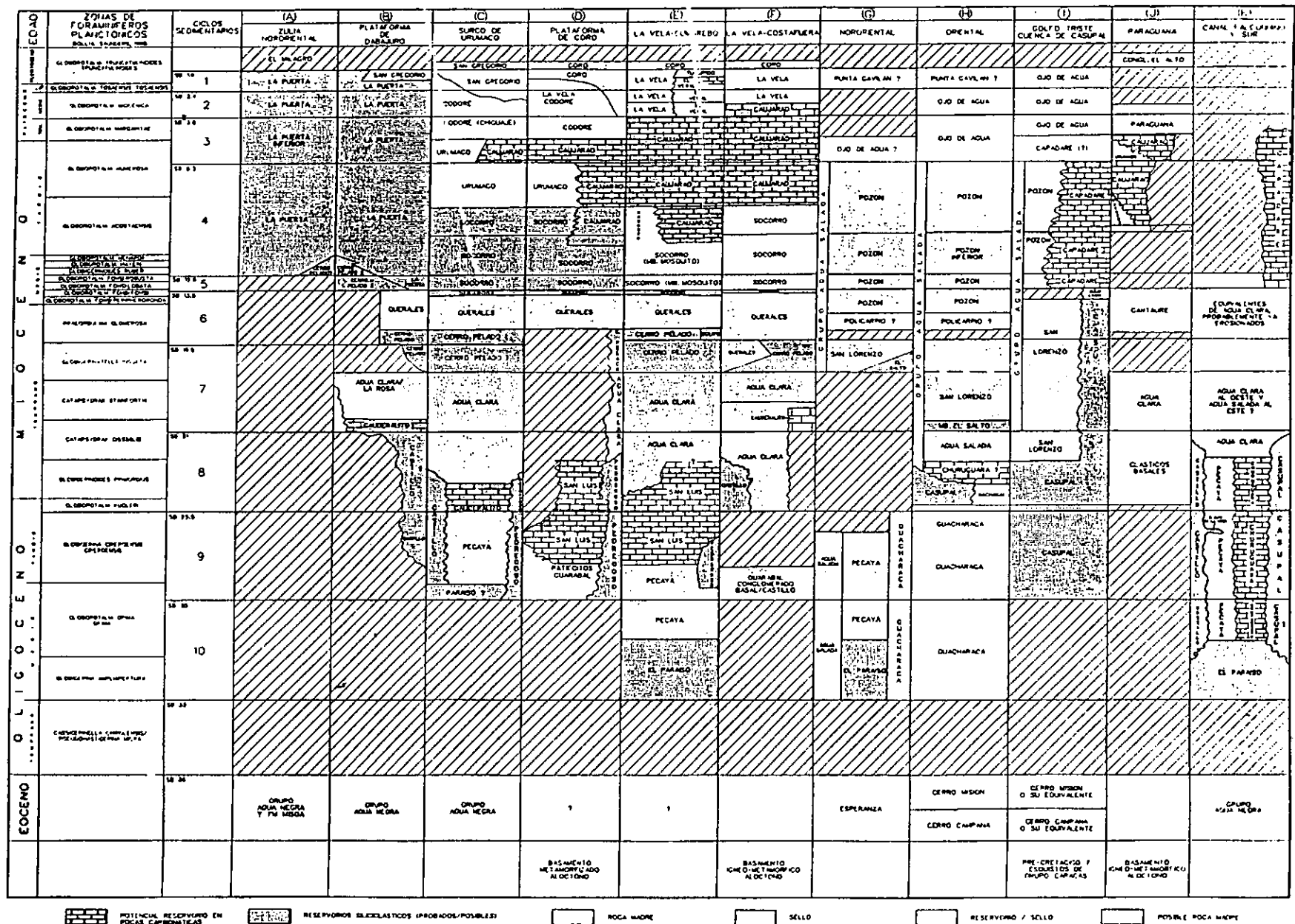
Wheeler, C.B., 1963 Oligocene and lower Miocene stratigraphy of western and northeastern Falcón Basin, Venezuela.. Bull. A.A.P.G., 47 (1):35-68.



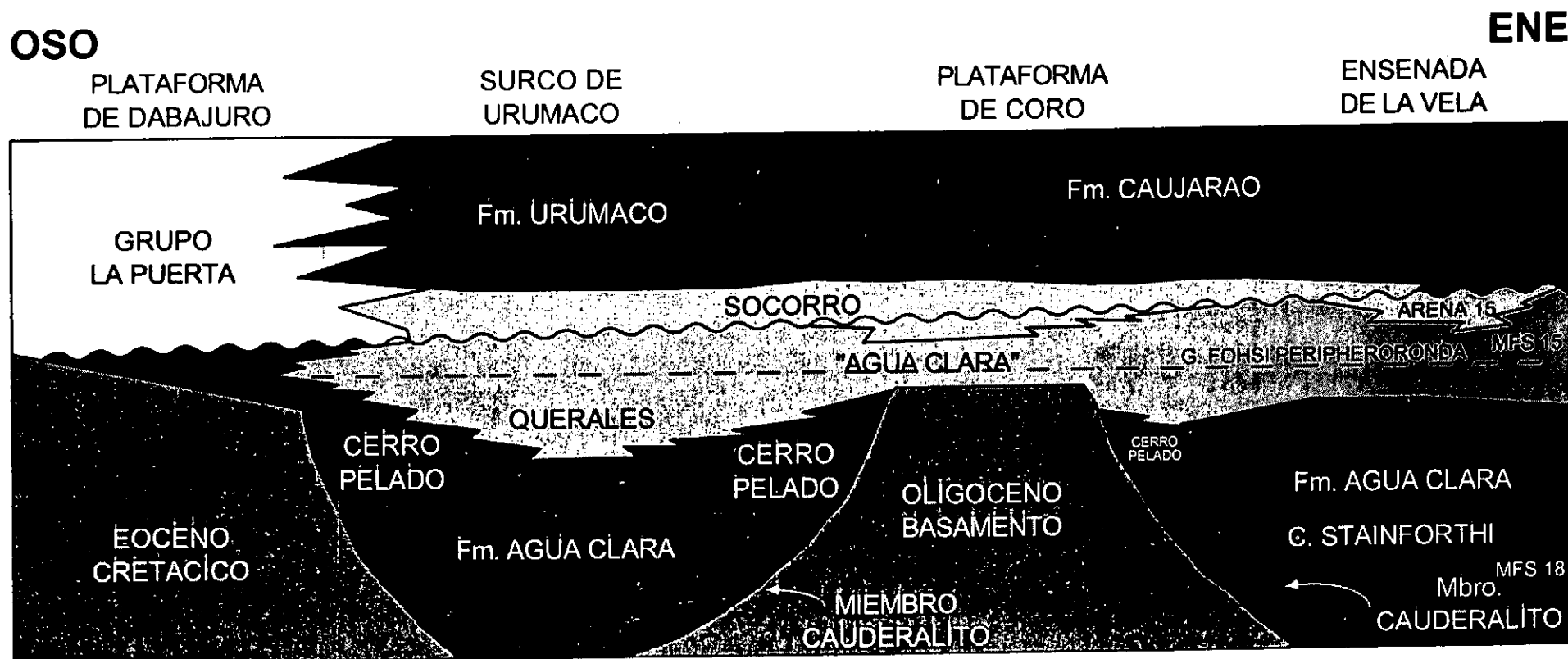
1. Ubicación del área de estudio y elementos tectono-sedimentarios de la Cuenca de Falcón. Las letras se refieren a Fig.3.



2. Corte esquemático en dirección NO-SE, mostrando la estratigrafía y rasgos estructurales.

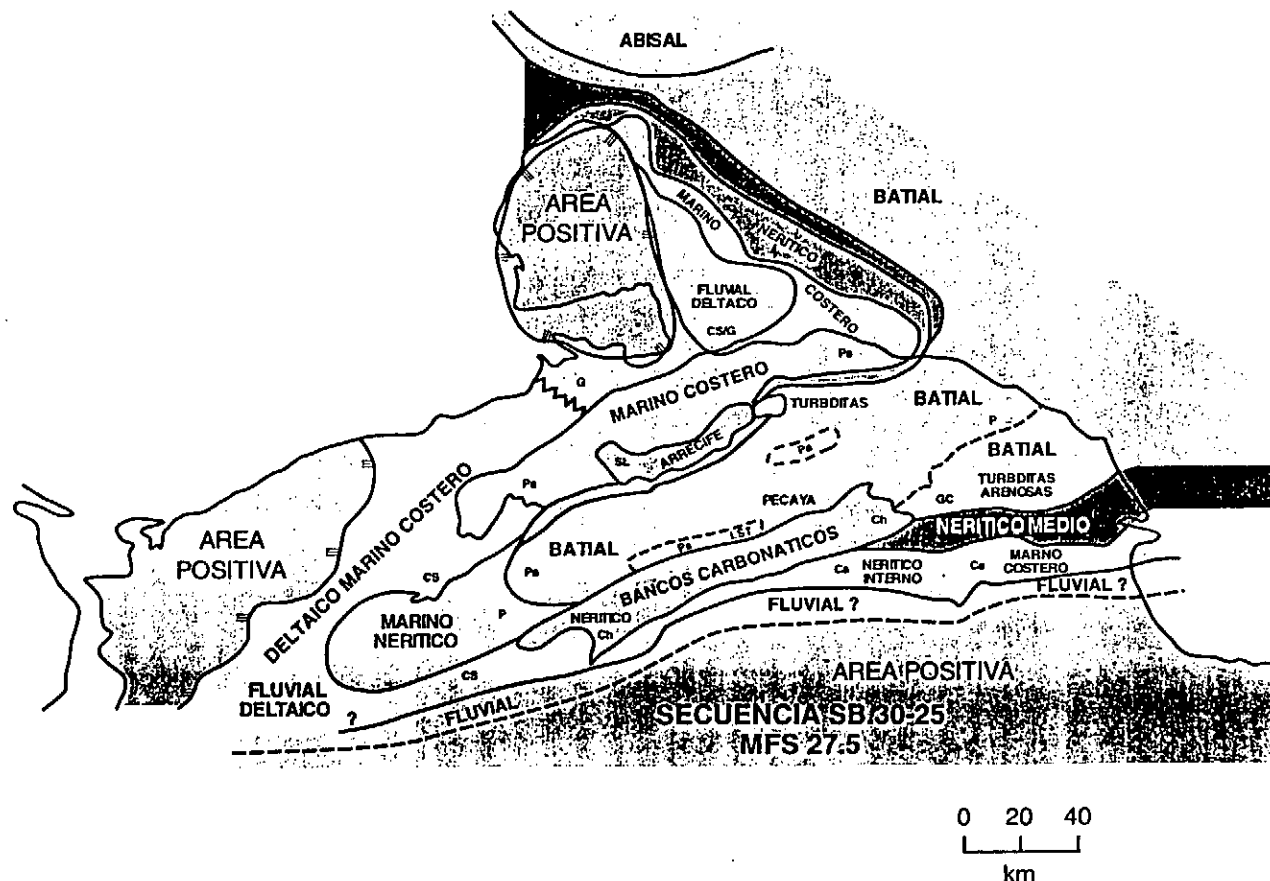


3. Carta crono-lito-estratigráfica, mostrando las megasecuencias, y distribución de roca madre, sello y reservorio en la cuenca de Falcón. Las áreas (columnas A a K) están indicadas en el mapa de ubicación (Fig. 1).



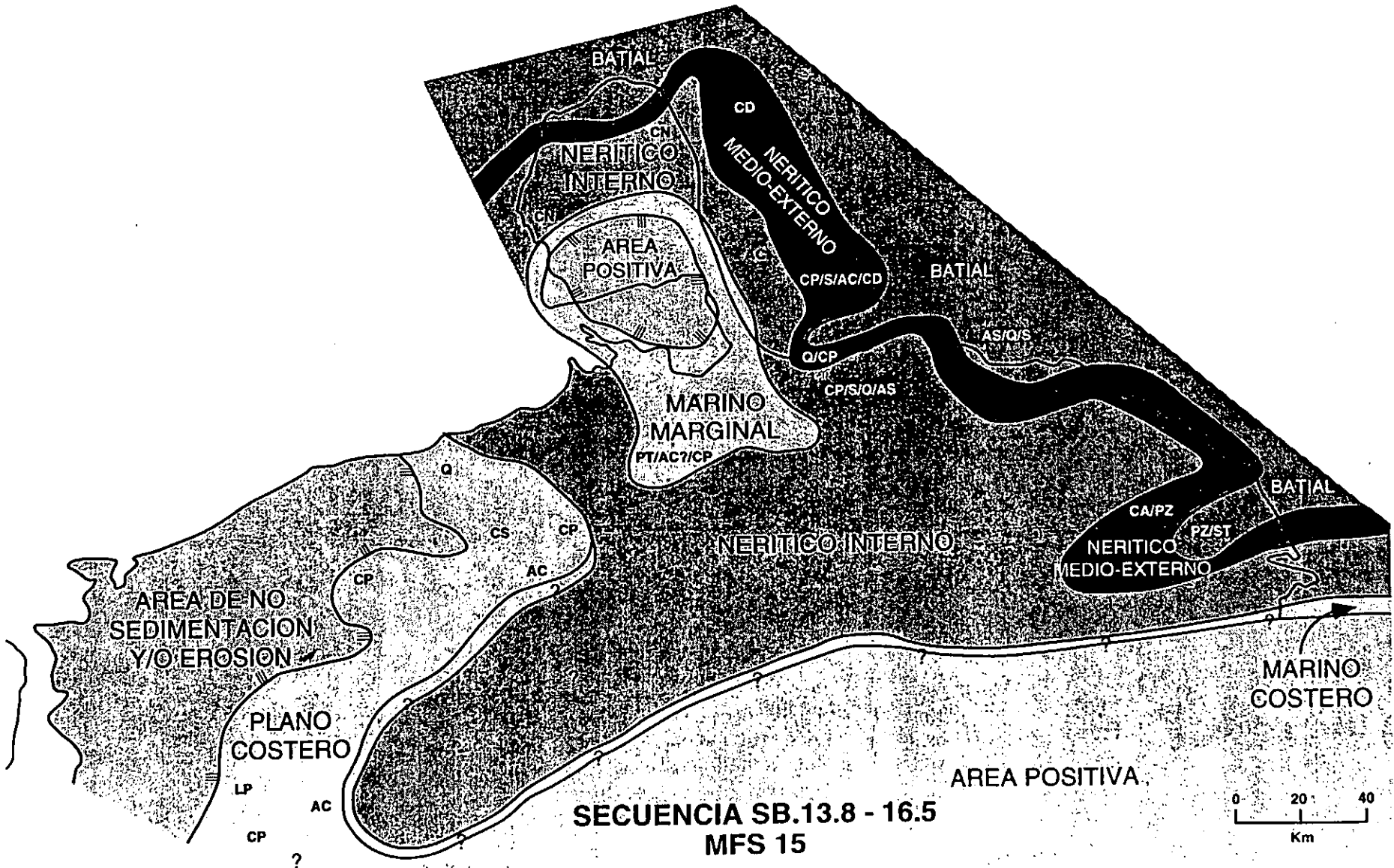
4. Distribución de facies litológicas en relación con líneas de tiempo en un corte OSO-ESE. Las lutitas llamadas "Agua Clara" en la Plataforma de Coro tienen la edad de la Fm. Querales (MFS15).

PALEOGRAFIA DURANTE EL OLIGOCENO CUENCA DE FALCON



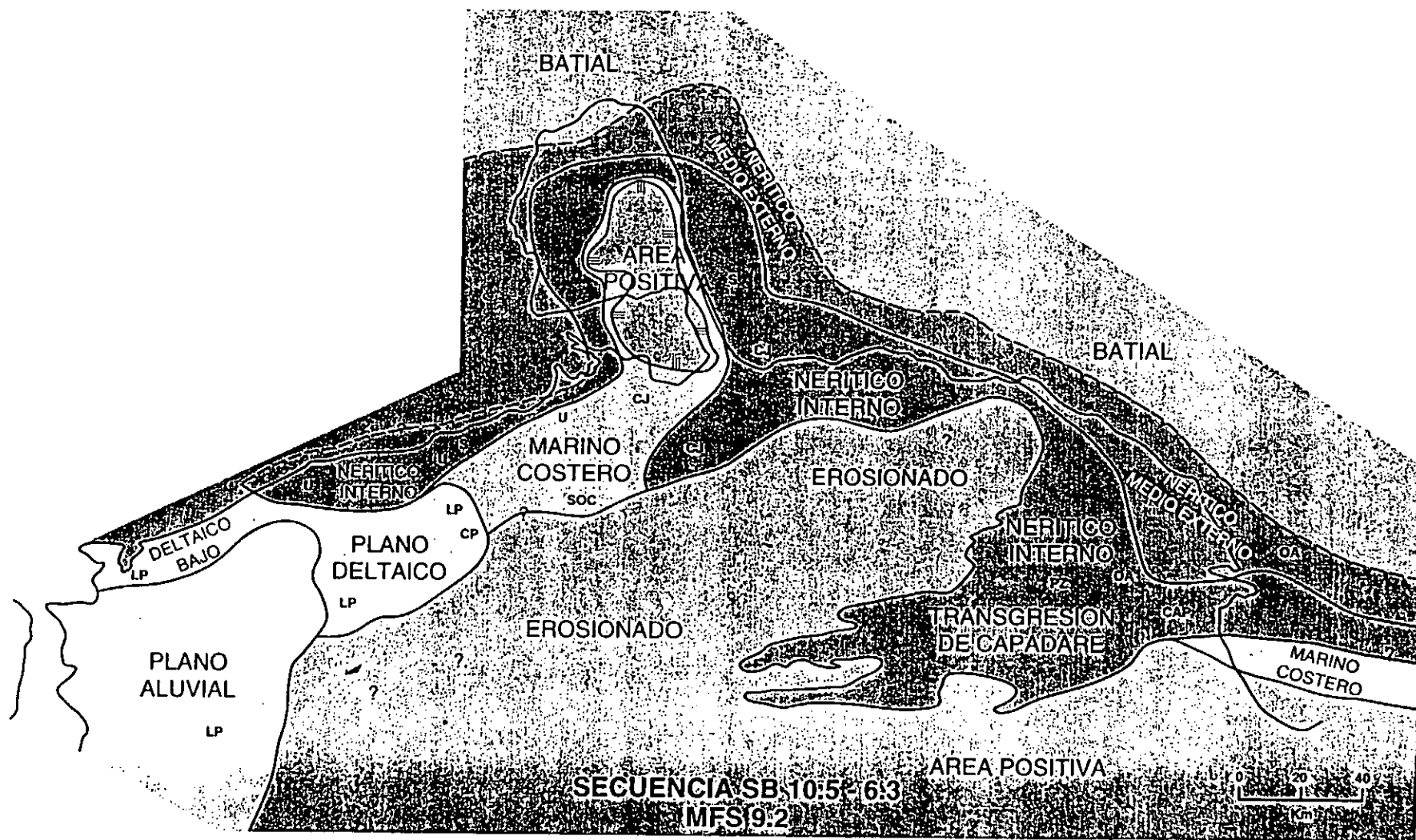
5. Paleogeografía y distribución de facies en el Oligoceno, Cuenca de Falcón (MFS 27.5). Se observa sedimentación batial en el canal falconiano, con sedimentos fluviodeltaicos/marinos someros a los lados norte, oeste y sur del canal falconiano. Leyenda para las formaciones de las figuras 5, 6, y 7: La Puerta - LP, Ojo de Agua-OA, Urumaco-U, Cantaure-Cn, Caujarao-Cj, Capadare-Cap, Querales-Q, Socorro-S, Cerro Pelado-CP, Agua Clara-AC, Cauderalito-Cd, Casupal-Ca, Castillo-Cs, Churuguara-Ch, San Luis-SL, Guarabal-G, Patiecitos-Pt, Guacharaca-Gc, Pecaya-P, El Paraíso-Pa.

PALEOGRAFIA DURANTE EL MIOCENO MEDIO CUENCA DE FALCON



Paleogeografía y distribución de facies durante el Mioceno Medio, Cuenca de Falcón (MFS 15). El mar profundo ya se había retirado del canal falconiano durante este tiempo.

PALEOGEOGRAFIA DEL MIOCENO SUPERIOR CUENCA DE FALCON



7. Paleogeografía y distribución de facies del Mioceno Superior, Cuenca de Falcón (MFS 9.2). La mayor parte de la Cuenca de Falcón ya estaba invertida durante este tiempo.