



Producción

Producción Petrolera en Estratos del Titoniano-Kimeridgiano (Jurásico Sup.), en la Planicie Costera y Golfo de México; Confrontación de Conceptos Geológicos

Caso geológico-petrolero donde intervino el azar.



RESUMEN

El petróleo descubierto recientemente en el pozo Anhérido 1 en Tamaulipas, procede de estratos de origen marino denominados Formación La Casita, de edad Titoniano-Kimeridgiano (Jurásico Superior).

Su producción está relacionada estratigráfica y estructuralmente con las rocas subyacentes del basamento (intrusivas y metamórficas), que soportan esa profunda y delgada unidad sedimentaria.

Los estratos de esa edad producen también petróleo en la Sonda de Campeche; entre ambas localidades tan distantes hay diferencias en volumen de producción y en profundidad de los yacimientos. Sus valores son mayores y más profundos en el sureste que en el noreste de México; es aquí donde se localiza el pozo Anhérido 1.

Esos estratos nada tienen que ver con el megaproyecto promovido por PEMEX, para la exploración del llamado shale oil en México, al cual se le ha asignado un presupuesto de

3,000 mdp, sin contar aun con expertos ni estudios geológicos en las áreas que serán explotadas para justificar tal empresa.

México requiere redireccionar la exploración petrolera con bases científicas, sin esgrimir estadísticas de fracasos, como argumento negativo de deficiencias tecnológicas contrarias al bien nacional.

Referencias Geológicas

México es rico en yacimientos petrolíferos distribuidos en el sureste del territorio y en el sur del Golfo de México. No hay región similar en capacidad de producción petrolera como estas dos áreas vecinas, en toda la planicie costera de su golfo, que incluye los estados de Texas, Louisiana y Florida en el sur de los EUA, y en regiones de Tamaulipas y del centro-norte de Veracruz.

Profundidades

Los estratos del Titoniano-Kimeridgiano son potencialmente productores de aceite en el noreste de México, donde se localizan hacia los 2,900 m de profundidad, mientras que los mismos estratos se presentan entre 3,500 m y 6,000 m en el sureste del país (Fig. 1).

Estas profundidades tan contrastantes inciden a su vez en diferencias significativas en cuanto a la producción de petróleo, donde los estratos mas profundos son los mas rentables, en la gran cuenta conformada por el Golfo de México y su planicie costera.

El aceite localizado en el pozo Anhélido 1 en Tamaulipas sale del contexto regional, al mostrar una producción inicial de 400 barriles diarios. Su delimitación geográfica es factor geológico fundamental en el confinamiento de hidrocarburos, al confrontarlo con pozos vecinos e improductivos, perforados en décadas pasadas en la región tamaulipeca de San Carlos-Cruillas (López Ramos, 1979).

Los estratos productores en Anhélido 1 están constituidos por caliza arcillosa y lutita, denominados Formación La Casita, del Titoniano-Kimeridgiano.

Esta formación descansa sobre la Formación Olvido de edad Oxfordiano; ambas unidades

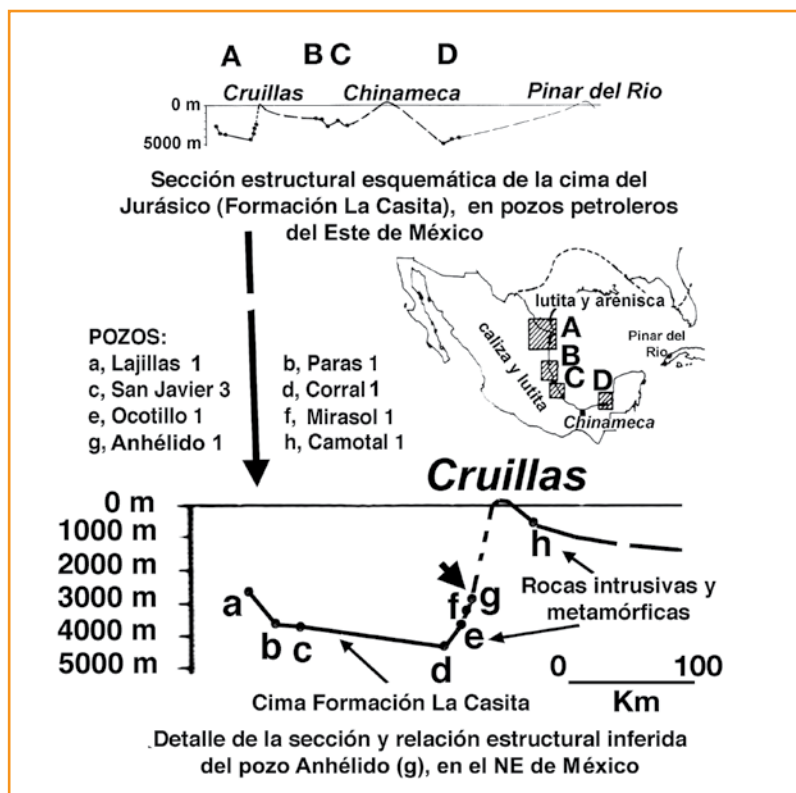


Fig. 1. La cima del Titoniano Superior en el Este de México y Oeste de Cuba, según pozos petroleros y estratos aflorantes: A) Noreste, B) Tampico, C) Poza Rica, D) Sureste del Golfo de México. Tres sitios donde afloran rocas de esa edad: Cruillas, Tamps., Chinameca, Ver., y Pinar del Río, Cuba (Cantú Chapa, 1982, 2006).

representan sedimentos de origen marino del Jurásico Superior, los cuales fueron depositados sobre el basamento formado por rocas intrusivas y metamórficas (Fig. 2).

El basamento afectó regionalmente el comportamiento estructural de esas rocas sedimentarias, al generar fallas geológicas; estas inciden en la distribución local del yacimiento de aceite en el pozo Anhélido 1, correspondiente a un área muy limitada del centro-este de Tamaulipas.

La Formación La Casita está representada en esa región por dos cuerpos de estratos de edades Kimeridgiano y Titoniano, con espesores diferentes y litología similar; solo los fósiles amonitas permiten diferenciarlos en esas edades (Fig. 2).

Se desconoce aun en cuál de estas dos unidades de la Formación La Casita se localiza la producción en el pozo Anhélido 1; PEMEX no es afecto a precisar detalles geológico - estratigráficos que redunden en políticas exploratorias exitosas.

A lo anterior hay que agregar los antecedentes de producción negativa en varios pozos que cortaron rocas del Cretácico y Jurásico



Fig. 2A, B. Localización de pozos petroleros, cortaron estratos del Titaoniano (Jurásico Superior), C. Correlación y división estratigráfica de la Formación La Casita en tres pozos del NE de México.

Superior, localizados cerca del Anhérido 1. Además, es importante conocer la relación estratigráfica y estructural de las rocas del Jurásico Superior con el basamento, así como la profundidad donde ocurre ese contacto referido al nivel del mar; esto permitirá delimitar la distribución espacial y estratigráfica de los estratos productores en Anhérido 1.

Relaciones Estratigráficas

Un dato a señalar son las relaciones estratigráficas entre los estratos basales, de origen sedimentario marino, y su posición discordante con rocas del basamento, localizadas en el subsuelo de la región de Cruillas.

Las discordancias estratigráficas entre estratos basales del Jurásico Superior (Oxfordiano) y el basamento ocurren hacia los 3,000 m de profundidad, según pozos de esa región.

Es de inferir que las rocas del basamento afectan estructuralmente a los estratos superiores de la Formación La Casita del Titaoniano, que afloran en Cruillas y a la misma unidad productora de aceite, localizada hacia los 2,900 m de profundidad en Anhérido 1 (Fig. 1).

En comunicados oficiales no se indica si la profundidad de los estratos productores de aceite en ese pozo, son referidos al nivel del mar o a la mesa rotaria de la unidad productora.

Eventos Paleogeográficos

La base de las secuencias sedimentarias de origen marino, reconocidas en algunos pozos integrados en el presente estudio, corresponde al evento inicial del gran ciclo transgresivo que cubrió el ancestral territorio de México; en particular en la región centro-este de Tamaulipas.

Aquellas secuencias representan procesos geológicos de tipo paleogeográficos que evidencian la apertura del Golfo de México en el Oxfordiano (Jurásico Superior); son eventos geológicos reconocidos solo en pozos petroleros, ubicados en todo el perímetro del golfo (Cantú-Chapa, 1999, 2001).

El pozo Anhérido 1 se localiza cerca del sitio donde afloran rocas de la cima del Jurásico (Titaoniano Superior), en la región de Cruillas-San Carlos, Tamps., La sucesión de sus estratos, profundidades y ubicación geográfica exacta de ese pozo en esa región son desconocidos por el autor, al momento de escribir esta nota (Fig. 1).

Petróleos Mexicanos evita proporcionar mayor información sobre ese tipo de actividades, que afecta el desempeño correcto de la exploración petrolera nacional, al limitarla a su personal y a compañías extranjeras. De esta manera, al medio académico nacional se le priva de esa información, en detrimento del desarrollo científico y tecnológico del país, de donde surge el personal que atenderá esas actividades en el futuro cercano.

Eso no impide definir en lo inmediato la importancia geológico-petrolera de ese pozo, cuya producción ha sido magnificada en la prensa

Simple. Confiable. Práctico.



IntelliFlash

Ahora con IntelliFlash!
Visita gasmonitors.com
para descargar el firmware
más reciente del producto



GasAlert **MaxXT II**

BW Technologies by Honeywell presenta el instrumento portátil GasAlertMax XT II que permite detectar 4 gases simultáneamente, equipado con bomba motorizada incorporada con tecnología SmartSample, un solo botón de operación sencilla y confiable, y diferentes opciones de configuración definibles por el usuario. **Wear yellow. Work safe. See[^]green.**

BW
Technologies
by Honeywell

hamx@honeywell.com

www.gasmonitors.com





México es rico en yacimientos petrolíferos distribuidos en el sureste del territorio y en el sur del Golfo de México.

para justificar proyectos de exploración acia-
gos, en el campo aun desconocido del llama-
do shale oil (El Financiero 2013).

Antecedentes Históricos

Kellum (1937) definió la litología y estratigrafía de los capas calcáreo arcillosas con lutitas que afloran en Cruillas, al adjudicarles una edad Titoniano Superior, por la presencia de las amonitas *Kossmatia* y *Protancyloceras*; como fósiles mundialmente característicos de ese subpiso geológico.

Por su parte, Imlay (1980) denominó como Formación La Casita a esos estratos con 120 m de espesor, según estudios estratigráficos realizados en la misma región. En ambos estudios no se señala la presencia de rocas del Kimeridgiano; por lo tanto, esos afloramientos se limitan a la cima del Jurásico (Titoniano Superior) (Fig. 2).

Metodologías

En algunos de los pozos perforados en esa región se cortaron núcleos, o muestras de roca con improntas de amonitas del Titoniano y Kimeridgiano (*Acevedites*, *Haploceras* e *Idoceras*), que permitieron caracterizar la edad de la Formación La Casita (Cantú Chapa, 1982). Esos datos se integran aquí en el contexto geológico petrolero regional, para explicar la presencia de aceite en estratos profundos de esa formación en el pozo Anhérido 1 (Fig. 1).

Con ese material paleontológico y los registros radioactivos de varios pozos se realizaron estudios estratigráficos integrales para:

- delimitar cronoestratigráficamente las formaciones La Casita y Olvido del Titoniano-Kimeridgiano y Oxfordiano, respectivamente,
- establecer correlaciones estratigráficas entre los pozos estudiados y de áreas de Nuevo León y Tamaulipas,
- proyectar ese tipo de estudios hacia los distritos de Tampico, Cerro Azul, Poza Rica y la región marina de Campeche (Cantú Chapa, 1982, 2003, 2009; Cantú Chapa & Ortuño, 2003)
- incluir la Formación Edzná del Titoniano, definida en pozos de Campeche (Angeles Aguiño & Cantú Chapa, 2001), por ser una roca almacenadora de petróleo (Fig. 1).

Las litologías variadas de esos estratos permiten diferenciarlos entre si, en ellos se observa la intercalación de lentes de bentonita que caracteriza a la Formación Pimienta. Se trata de material de origen volcánico subacuático, ausente en la Formación La Casita; representa un elemento litológico de alto valor para establecer correlaciones estratigráficas entre pozos.

Con ese material litológico se configuraron secciones estratigráficas para delimitar esas formaciones, localizadas en el subsuelo de la gran región correspondiente a la planicie costera y al Golfo de México en su sector sur (Cantú-Chapa, 1982, 1989, 1999, 2001).

Los estratos y rocas subyacentes al Titoniano, de edad Kimeridgiano, representan unidades almacenadoras de hidrocarburos en áreas restringidas del sureste de Poza Rica y en la región marina de Campeche (Carrillo Martínez, 1960; Cantú Chapa, 1992, 2009).

Un caso estratigráfico petrolero particular es el comportamiento geológico de los estratos calcáreo arcillosos, con intercalaciones de lutita del Titoniano; ese material cubre rocas calcareníticas y porosas, productoras de aceite de edad Kimeridgiano en varias áreas. Aquellos estratos funcionan como roca sello en yacimientos de esta última edad, en el sureste de Poza Rica (Cantú Chapa, 1992).

Esa particularidad geológico-petrolera se localiza también en campos productores del sureste



El Primer Nombre
En Pruebas No Destructivas

MARK III

Inspección de fondo de tanques
por flujo magnético



ARAÑA UT

Inspección de tanques en vertical
por Ultrasonido



www.llogsa.com

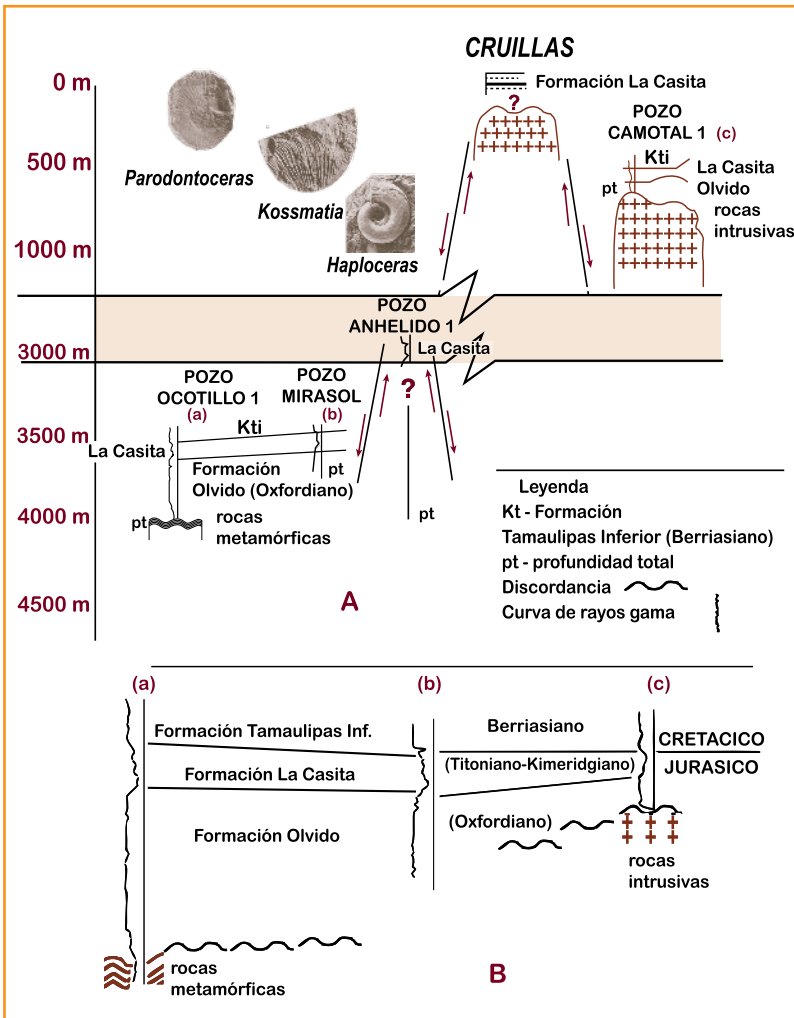


Fig. 3A. Propuesta geológica relacionada con el pozo Anhelido 1, productor de aceite en el NE de México, según pozos que penetraron rocas del Jurásico Superior en contacto discordante con el basamento.

Incluye relaciones estratigráficas y estructurales, registro de rayos gama y fósiles amonitas característicos de la cima del Jurásico Superior, presentes en la Formación La Casita.

B. Proyección de los mismos pozos, muestra detalles estratigráficos; escala vertical ampliada.

de Poza Rica, donde corresponden a los estratos más antiguos explotados en México, en rocas del Jurásico Superior. Ahí los yacimientos están caracterizados por calcarenitas del Miembro San Andrés, de edad Titoniano Inferior; su producción representó un hito en el historial petrolero de México hacia los años 50s (Carrillo Martínez, 1960).

Los campos San Andrés, Hallazgo, Remolino y Gran Morelos tuvieron una producción de 30 mil barriles diarios en Poza Rica. La delimitación de las calcarenitas San Andrés, productoras de petróleo, permitió reconocer su distribución espacial y estratigráfica en esta región petrolera.

Esos sedimentos carbonatados, representativos de la roca masiva, porosa y permeable, denominada Miembro San Andrés, se originaron en medios sedimentarios marinos de plataforma, ampliamente distribuido en el perímetro del distrito de Poza Rica.

Sin embargo, no todo ese material es susceptible de almacenar aceite en esa región; este se localiza en profundidades promedio de 3,100 m, donde además muestra una distribución limitada, predominantemente en estructuras anticlinales paralelas y afalladas, de dirección NE – SW (Cantú Chapa, 1992).

Nomenclatura

Las rocas de la cima del Jurásico de edad Titoniano Superior fueron denominadas con los términos de formaciones La Casita o Pimienta; están localizadas en la parte más septentrional del noroeste y este de México, respectivamente (Imlay, 1980, Heim, 1926; Cantú Chapa, 1996, 2001).

Contacto Superior de la Formación La Casita

La manifestación gráfica de las lutitas carbonosas de la Formación La Casita se manifiesta como una inflexión brusca en la curva de rayos gama, dirigida hacia la derecha en la cima de esa unidad. Representa el contacto superior concordante que se establece en el cambio a las calizas micríticas suprayacentes, de la Formación Tamaulipas Inferior (Kti) (Fig. 2C).

En ese cambio repentino, manifestado en la gráfica del registro geofísico, se establece el límite de dos periodos geológicos, Jurásico-Cretácico; ese dato importante representa la sola referencia física materializada de un concepto cronoestratigráfico teórico, aquel es subrayado físicamente por la desaparición del grupo fósil de amonitas *Parodontoceras*, *Substeueroceas*, *Kossmatia*, *Salinites* y *Proniceras*.

En cambio, la súbita presencia de las amonitas *Subthurmannia* y *Spiticeras*, en los estratos inmediatamente suprayacentes a ese límite, caracterizan la base del Cretácico, en la Formación Tamaulipas Inferior. A su vez, los elementos litoestratigráficos subrayan el cambio rápido hacia la izquierda, de la curva de rayos gama, donde se materializa el contacto transicional entre esos dos periodos geológicos.

Este es el único elemento estratigráfico objetivo manifestado en la curva de rayos gama a grandes profundidades, según pozos petroleros. Es de aclarar que ese caso estratigráfico no representa una discordancia, por ausencia o erosión subacuática de sedimentos, mas bien



maja
CONSULTING GROUP

SOLUCIONES
PARA UN MUNDO
DE ALTO RIESGO

Estamos comprometidos en reducir, eliminar y mitigar impactos ambientales, pérdidas humanas y pérdidas de producción de la industria de procesos de alto riesgo, con la experiencia y profesionalismo de un equipo de trabajo altamente especializado que responde satisfactoriamente a los estándares de calidad que demande nuestro cliente. Permittiéndonos generar relaciones de negocio a largo plazo, estratégicas y rentables.

ESTUDIOS, INGENIERÍAS Y CONSTRUCCIÓN DE:

- **Análisis y Evaluación de Riesgo (PHA)**
- **Estudios Ambientales Conforme a SEMARNAT**
- **Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS)**
- **Sistemas de Gas y Fuego (F&G)**
- **Sistema de Control Básico del Proceso (CBP)**
- **Diseño y Construcción de Cuartos de Control**
- **Redes Contra Incendio (SCI)**
- **Sistema SCADA**

www.majaconsultinggroup.com





caracteriza el tránsito normal de dos periodos geológicos en el material aquí estudiado. Los restos fósiles muestran además la evolución orgánica constante e irreversible que ocurrió en esos estratos, representada a través de esos organismos (Fig. 2C).

México es un país privilegiado al tener estas referencias geológicas en varias regiones, son rupturas manifestadas en la sucesión de los estratos que caracterizan físicamente el tiempo geológico. El caso aquí analizado conlleva un alto valor petrolero, mas allá de lo académico.

Contacto Inferior

La misma herramienta geofísica, representada en los registros radioactivos, se utiliza para delimitar a las formaciones subyacentes, La Casita y Olvido.

Ese contacto inferior también es brusco, se manifiesta en la litología y en el registro radioactivo. La curva de rayos gama del registro se desplaza hacia la izquierda, cuando pasa de la Formación La Casita a la Formación Olvido.

Una variante bioestratigráfica ocurre entre ambas formaciones, la unidad inferior Olvido carece de fósiles amonitas; por lo mismo, su edad se infiere por posición estratigráfica y corresponde al Oxfordiano.

División de la Formación La Casita

Esta formación ha sido dividida en dos unidades cronoestratigráficas, de edades Titoniano y Kimeridgiano; solo los fósiles y la manifestación gráfica de esos estratos en la curva de rayos gama permite establecer la sucesión normal de edades geológicas en el subsuelo del noreste de México, con fines petroleros.

En el cuerpo inferior, correspondiente a los estratos delgados del Kimeridgiano de apenas 20 metros, hay restos del fósil amonita

Idoceras, característico de esa edad. En el contacto de esos dos cuerpos litológicos, representados por el Titoniano y Kimeridgiano, se observa un cambio leve en la curva de rayos gama cuando la gráfica se desplaza hacia la izquierda (Cantú Chapa, 1989).

La Estratigrafía y el Petróleo

La única disciplina certera y objetiva para definir la sucesión y edades de las rocas de origen sedimentario es la Estratigrafía. Su utilización con fines económico conlleva los conceptos siguientes :

- representa la culminación de la Geología aplicada a la exploración petrolera, sin caer en cientifismos.
- son elementos académicos de gran valor, en el conocimiento de la distribución espacial de las rocas en el subsuelo de México.
- corresponden a herramientas geológicas que permiten explicar la distribución de los hidrocarburos, para dirigir acertadamente el reconocimiento regional de posibles yacimientos.
- complementan las disciplinas geofísicas sísmicas, para establecer la distribución de los estratos en el subsuelo a grandes profundidades,
- poseen un mayor grado de resolución en estratos delgados, que superan a la sísmica en fineza estratigráfica.

Esta última herramienta geofísica es imprescindible para caracterizar estructuras geológicas en profundidades significativas, a condición de apoyarse en datos estratigráficos certeros, obtenidos de pozos vecinos.

El Petróleo en la Formación La Casita del Pozo Anhelido 1

PEMEX ha proporcionado datos vagos sobre este caso de exploración petrolera, que limitan su explicación (El Financiero, 2013).

A ese respecto se desconocen los valores siguiente:

- profundidad del horizonte productor, referido al nivel del mar o a la mesa rotaria; para fines de exploración petrolera regional, solo el primer caso es válido;
- representación gráfica en el registro geofísico de rayos gama, que debe ser referido al nivel del mar,



- distribución del petróleo en uno de los dos cuerpos de la Formación La Casita, Titoniano o Kimeridgiano, para delimitar el yacimiento en ese pozo;
- relación estructural de los estratos de origen marino con el basamento intrusivo y metamórfico.

fuerentes eventos geológicos manifestados por fallas (Fig. 3).

La distribución limitada del petróleo en ese pozo no permite considerarlo como un yacimiento de la misma importancia que los del sureste de México, no obstante ser ambos de idéntica edad geológica.

CONCLUSIONES

Se infiere que el petróleo del pozo Anhérido 1, presente en un de los dos cuerpos cronoestratigráficos (Kimeridgiano o Titoniano) de la Formación La Casita, responde a relaciones estructurales; aquí son atribuidas al basamento, que afectó aquella unidad por medio de fallas geológicas que lo entramparon. La diferencia notable de profundidades de esa formación entre el pozo Anhérido y otros pozos que cortaron los mismos estratos, sugiere

Su presencia en estratos del Titoniano-Kimeridgiano en el pozo Anhérido 1, nada tiene que ver con las expectativas señaladas en el megaproyecto para explorar el llamado shale oil, ni por edades geológicas ni por distribución geográfica.

Se trata de un caso geológico-petrolero donde intervino el azar, mas que la exploración geológico-petrolera razonada para localizar ese yacimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angeles Aquino, F. & Cantú Chapa, A. 2001. Subsurface Upper Jurassic stratigraphy in the Campeche Shelf, Gulf of Mexico. *Amer. Assoc. of Petrol. Geologists, Memoir 75*, p 343-352.
- Cantú Chapa, A. 1982. The Jurassic-Cretaceous boundary in the subsurface of Eastern Mexico. *Journal of Petroleum Geology*, 4(3), p 311-318.
- Cantú Chapa, A. 1989. Precisiones sobre el límite Jurásico-Cretácico en el subsuelo del Este de México. *Revista Soc. Mex. Paleontol.* 2(1), p 26-69.
- Cantú Chapa, A. 1992. The Jurassic Huasteca Series in the subsurface of Poza Rica, Eastern Mexico. *Journal of Petroleum Geology*, 15(3), p 259-282.
- Cantú Chapa, A. 1999. Two unconformable stratigraphic relationships between Upper Jurassic redbeds, and marine sequences in northeastern and eastern Mexico subsurface. *Geological Society of America. Special Paper 340*, p 93-103.
- Cantú Chapa, A. 2001. Mexico as the Western Margin of Pangea based on biogeographic evidence from the Permian to the Lower Jurassic. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir 75*, p 1-27.
- Cantú Chapa, A. 2003. Subsurface mapping and structural elements of the top Jurassic in Eastern Mexico (Poza Rica and Tampico districts). *Amer. Assoc. of Petrol. Geol., Memoir 79*, p 330-339.
- Cantú Chapa, A. 2006. New Upper Tithonian (Jurassic) Ammonites of the Chinameca Formation in Southern Veracruz, Eastern Mexico. *Journal of Paleontology*, 80(2), p 294-308.
- Cantú Chapa, A. 2009. Validation of the stratigraphic method to build Tithonian (Jurassic) subsurface structural maps. Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico. *Amer. Assoc. of Petrol. Geol., Memoir 90*, p 279-284.
- Cantú Chapa, A. & Ortuño Maldonado, E. 2003. The Tithonian (Upper Jurassic) Edzna Formation, an important hydrocarbon reservoir of the Campeche shelf, Gulf of Mexico. *Amer. Assoc. of Petrol. Geol., Mem. 79*, p 305-311.
- Carrillo Martínez, P. 1960. Estudio geológico de los campos petroleros de San Andrés, Hallazgo y Gran Morelos, Edo. de Veracruz. *Boletín Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, Vol. 12 (1-2), 71 p.
- Heim, A. 1926. Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental, Mexico). *Ecl. Geol. Helvetiae*, XX, p 84-87.
- Imlay, R. W. 1980. Jurassic Paleobiogeography of the Conterminous United States in its Continental Setting. *Geological Survey Professional Paper 1062*, 134 p.
- Kellum, L. B., 1937. The geology and biology of the San Carlos Mountains, Tamaulipas, Mexico. *Ann Arbor, Univ. of Michigan Press. Studies Sci. Ser.*, 200 p.
- López Ramos, E. 1979. *Geología de México*, tomo II. Edición de autor, 454 p.
- El Financiero, 06 de marzo de 1913.
PEMEX invierte 3,000 mdp en proyectos shale.