

Identificación de zonas aisladas en el Bloque Akal de Cantarell y su impacto en el plan de desarrollo

Luis Juárez Aguilar

luis.juarez@pemex.com

Cecilia Acevedo Rodríguez

cecilia.acevedo@pemex.com

Pemex Exploración y Producción

Coordinación de Geociencias del Activo de Producción Cantarell

Información del artículo: recibido: agosto de 2016-aceptado: septiembre de 2016

Resumen

El Complejo Cantarell es un campo maduro, en etapa de declinación franca, sin embargo, aún tiene áreas de oportunidad para su explotación, particularmente en rocas de edad Jurásico Superior Kimmeridgiano

La estrategia de explotación en campos maduros, demanda un análisis exhaustivo de todas las variables que conduzcan a alguna estrategia de explotación, para hacer que los yacimientos sean económicamente explotables. En la mayoría de los campos petrolíferos en las etapas de desarrollo avanzado como lo es el Bloque Akal de Cantarell a nivel Jurásico, significa un reto constante dada la complejidad estructural que en él se presenta. Actualmente se está realizando un plan estratégico de desarrollo para este yacimiento, razón por lo cual se han utilizado la interpretación sísmica convencional más algunos atributos sísmicos, aunado al análisis estructural, para tratar de identificar zonas de oportunidad para la ubicación de nuevos pozos de desarrollo.

Palabras clave: Campos maduros, atributos sísmicos, identificar zonas, estratégico de desarrollo.

Indentification of isolted areas in the Akal Block of Cantarell and its impact on the development plan

Abstract

The Cantarell Complex is a mature field decline stage franca however still has areas of opportunity for exploitation. particularly in rocks of Jurassic Kimmeridgian exploitation strategy in mature fields , demand a thorough analysis of all the variables that lead to any exploitation strategy to make economically exploitable deposits . In most oil fields in the advanced stages of development as is the Akal block Cantarell at the Jurassic level ; It means a constant challenge given the structural complexity comes in . Currently it is conducting a strategic development plan for this site, Reason which have been used conventional seismic interpretation but some seismic attributes, coupled with structural analysis to try to identify areas of opportunity for the location of new development wells.

Keywords: Mature fields, seismic attributes, zones, strategy of development.

Localización

El Complejo Cantarell se localiza a aproximadamente 75 km al nor-noroeste de Ciudad del Carmen, Campeche, **Figura 1**.

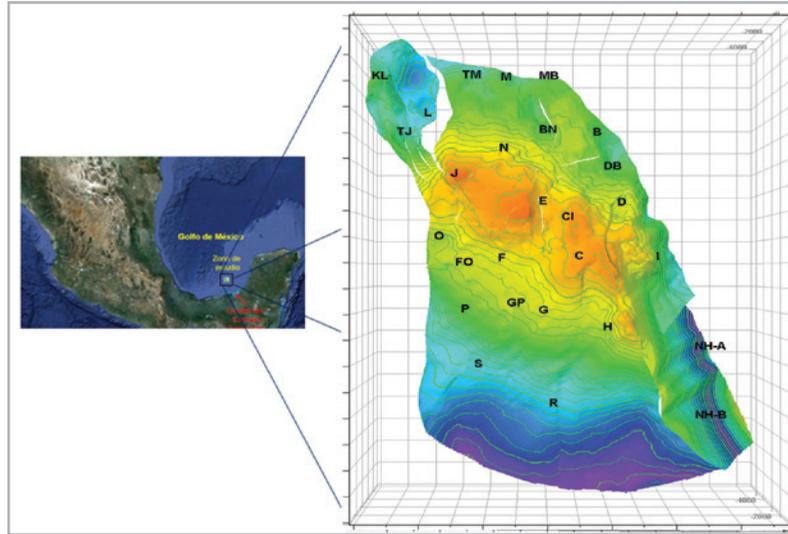


Figura 1. Mapa de localización del Complejo Cantarell en la Sonda de Campeche.

La columna litológica está definida por depósitos de terrígenos en la porción del Terciario, con intercalaciones de carbonatos a nivel Eoceno medio y Paleoceno. Para la edad Cretácica se tienen rocas de tipo brechas, calizas dolomitizadas y dolomías. En el caso de las rocas de edad

Jurásica se tienen mudstone para el Jurásico Superior Tithoniano y calcarenitas dolomitizadas con intercalaciones de lutitas a nivel Jurásico Superior Kimmeridgiano; ver detalle de la columna tipo, en la **Figura 2**.

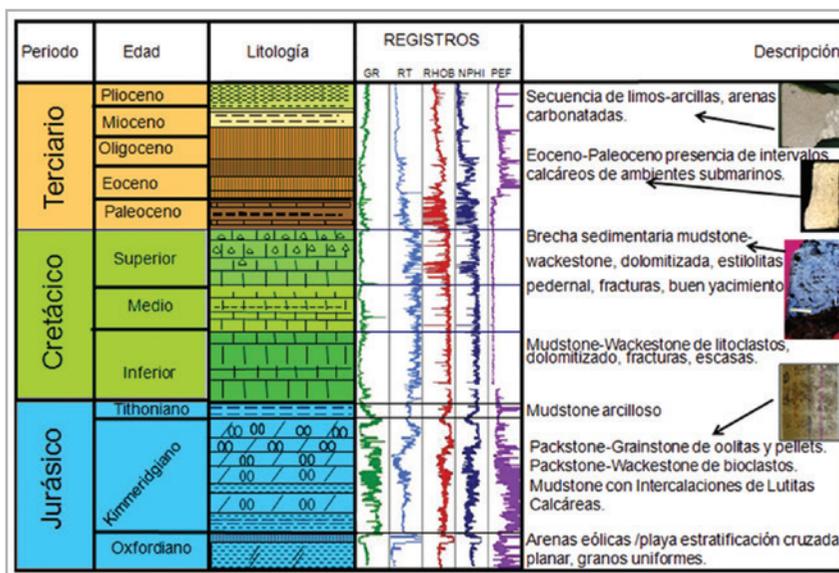


Figura 2. Columna geológica tipo en la zona del Complejo Cantarell.

En las rocas del Jurásico Superior Kimmeridgiano se han identificado unidades litológicas nombradas E-3, E-2, E-1, C, D y B, según la nomenclatura de Ángeles-Aquino, (1988),

en García-Hernández, *et al*, 2003, de las cuales las unidades carbonatadas son principalmente las unidades **E-3, E-1 y C** y las unidades E-2, D y B son de carácter terrígeno, **Figura 3**.

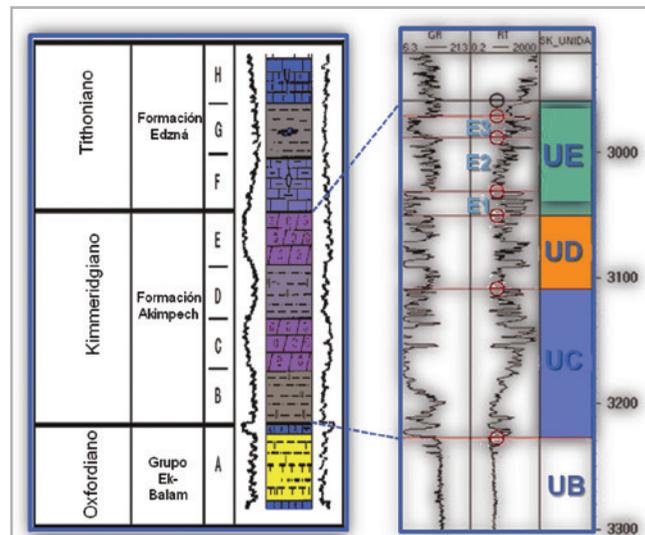


Figura 3. Detalle de los miembros que componen las unidades del Jurásico, después de Ángeles-Aquino (1988) en García-Hernández, (2003).

En los yacimientos de Cantarell a nivel Jurásico, el modelo estructural está gobernado según Hernández-García *et al.*, (2003) por bloques en escalón basculados, que buzanan al occidente y en cuyas partes más someras se depositaron

bancos oolíticos, que eventualmente se convirtieron en las rocas yacimiento del JSK (Murillo-Muñeton, 2007); de ahí la importancia de conocer después de los eventos tectónicos la geometría que presentan, **Figura 4**.

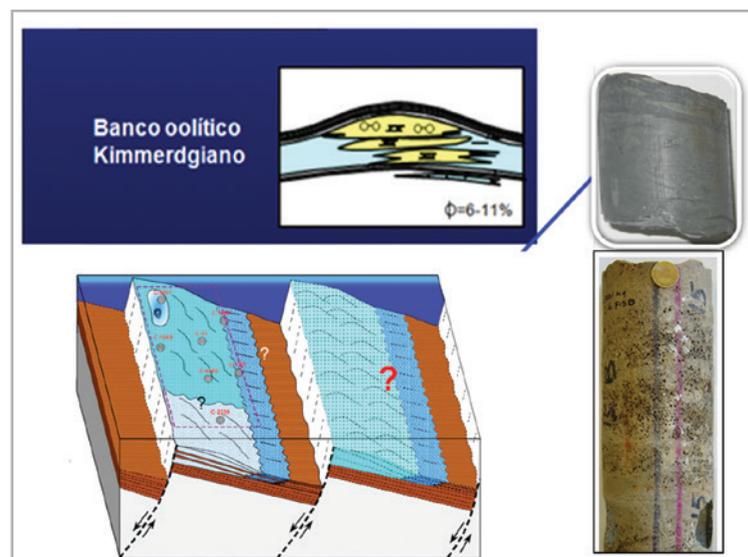


Figura 4. Modelo de bloques escalonados hacia el oeste, en donde en las zonas someras de los bloques se depositaron las facies carbonatadas para las rocas de edad Jurásico Tardío, (García-Hernández, *et al*, 2003), modificado en Muñeton-Murillo *et al.*, 2008.

El marco de depósito para las rocas del JSK fue básicamente en un sistema sincrónico a la apertura del Golfo de México donde gobernaron episodios terrígenos y carbonatados controlados por fallas normales, las facies cíclicas se desarrollaron en un ambiente donde la subsidencia tectónica de esos bloques tuvo un papel importante en el depósito, siendo episodios de baja subsidencia asociados a depósitos de rampa carbonatada en las porciones más someras de los bloques, (unidades E-3, E-1 y C), y de eventos de depósito de terrígenos como la unidad E-2 B y D en episodios de rápida subsidencia, (Murillo-Muñetón. *et al.* 2008).

Objetivo

Identificar áreas con características prospectivas en pozos de desarrollo, con la finalidad de producir hidrocarburos en yacimientos de edad Jurásica, en el Bloque Akal del Activo de Producción Cantarell.

Metodología

A finales del año 2013 se concluyó un cartografiado a detalle de las fallas que afectaron el Jurásico Superior del Campo Akal en el Complejo Cantarell, en el cual se identificaron rasgos que sugieren zonas aisladas en las rocas desde el Jurásico y en ocasiones hasta el Terciario. Al revisar los antecedentes de la información regional se han reportado evidencias de fallas con movimiento lateral derecho, que afectan a los yacimientos de Cantarell y Ku-Zaap-Maloob y se ha interpretado como deformación del Mioceno Inferior y Medio, (Pacheco *et al.*, 2011). Estas fallas regionales parecen haber causado la generación de bloques basculados en la porción Occidental del Bloque Akal, identificándose lineamientos que se caracterizan por poner en contacto zonas permeables con impermeables. Considerando que los espesores de las unidades terrígenas y calcárea varían ente 10 a 60 m de espesor, estos rasgos pueden generar bloques aislados que contengan aún hidrocarburo entrampado en ellos, **Figura 5**.

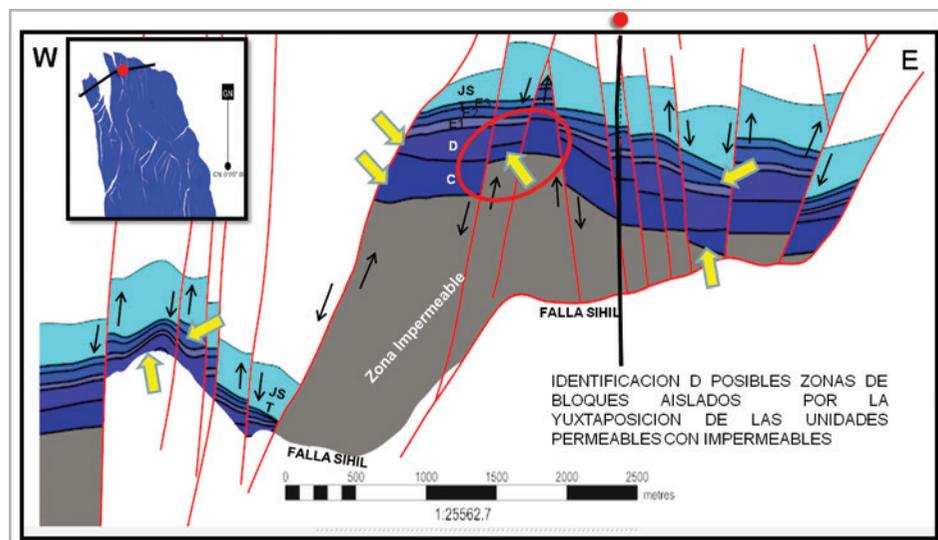


Figura 5. Sección estructural en la porción norte de Akal, en donde se identifican zonas enmarcadas con círculos rojos como probables zonas aisladas.

Este rasgo descrito se aprecia en distintos lugares del Bloque Akal al obtener secciones transversales y se pueden identificar varias zonas con las mismas características, **Figura 6**.

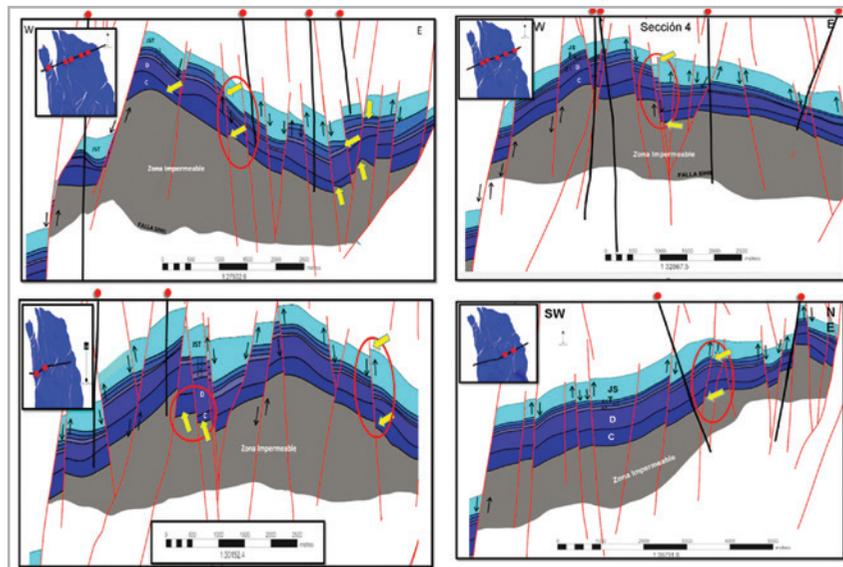


Figura 6. Secciones transversales al campo Akal mostrando el mismo rasgo denotado con círculo rojo en las probables zonas aisladas.

Adicionalmente a las barreras laterales que pueden llegar a presentarse por el paso de las fallas a las rocas del Kimmeridgiano, le sobreyacen los depósitos de las rocas del Jurásico Superior Tithoniano, (Figura 3), las cuales por su carácter de rocas de grano fino principalmente mudstone con un alto contenido de materia orgánica, pueden funcionar como barrera vertical y confinar el hidrocarburo en bloques aislados en algunos sectores del Campo Akal.

También se han utilizado en el trabajo presente, atributos como el de "envelope", para identificar zonas de cambios en la respuesta sísmica de las rocas y de manera indirecta identificar zonas de fallamiento con naturaleza lateral, **Figura 7**.

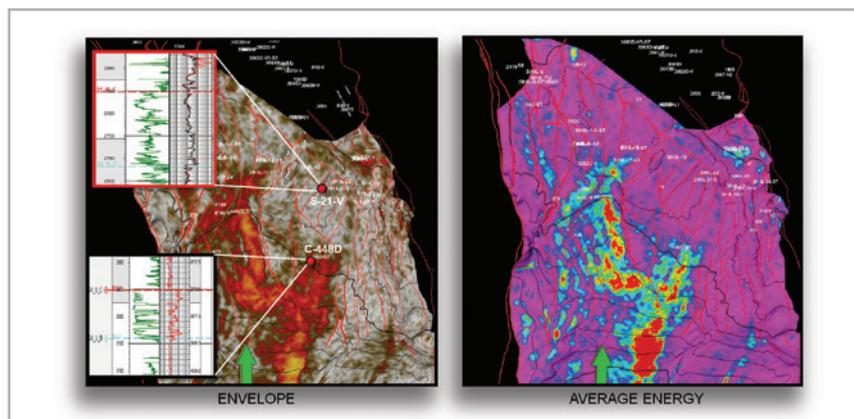


Figura 7. Respuesta sísmica con los atributos de Envelope y Average Energy, para identificar cambios laterales en las respuestas sísmicas de las rocas del JSK.

Las fallas de movimiento lateral, tienen por naturaleza menor componente vertical que horizontal, razón por lo cual, sísmicamente es un tanto difícil identificarlas; sin embargo, al darles seguimiento de manera lateral, a través de varias líneas de sección y utilizando los atributos sísmicos de “envelope” y “average energy”, se puede observar la continuidad de estos rasgos, por lo que es importante identificarlas para considerar su relevancia durante la ubicación de nuevas oportunidades de perforación.

Resultados

Como resultado de esta actualización estructural, se han encontrado algunas zonas con posibilidad de contener hidrocarburo por condición de bloque aislado. Estos bloques se caracterizan por tener una geometría escalonada con geometría cóncava hacia el oeste, particularmente en la porción occidental de Akal, límite con la estructura Kutz. Por referencia a estos rasgos encontrados se les nombrará estructura 1, estructura 2 y estructura 3 de Akal, **Figura 8**.

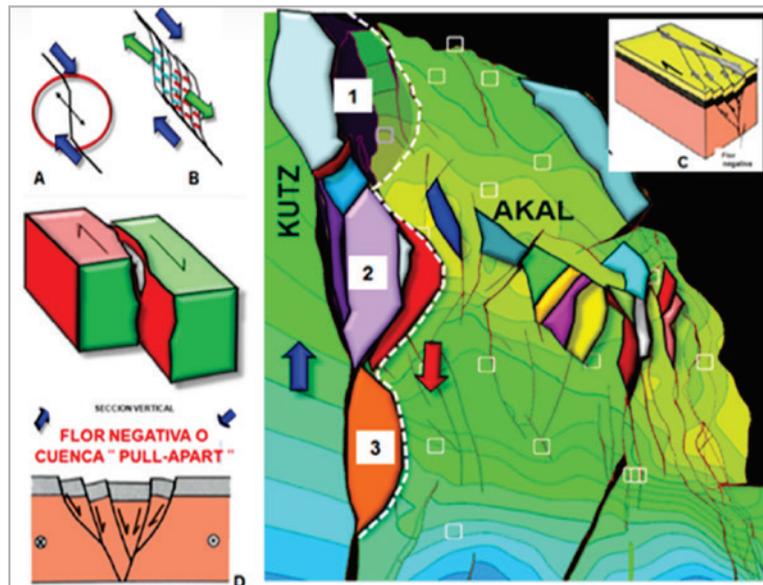


Figura 8. Identificación de zonas con oportunidad a nivel JSK de Akal. Específicamente la zona occidental del bloque con fallas cóncavas hacia la estructura Kutz y su probable relación con la naturaleza lateral de la falla regional.

Como resultado de esta geometría y considerando la intercalación de horizontes carbonatados con terrígenos existe la posibilidad que algunos compartimientos queden aislados por la yuxtaposición de dichos. Si se considera que esos bloques han quedado aislados y no se han extraído hidrocarburos de ellos, se esperaría que los contactos de agua y de gas no hayan avanzado, por lo que representan una magnífica oportunidad de desarrollo en ellos.

Verificando la yuxtaposición de las fallas, la geometría de los bloques y el carácter sísmico, se han podido identificar zonas de oportunidad para posteriormente poder definir una ventana de producción operativa óptima para obtener el mayor tiempo de vida útil a cada uno de los pozos a intervenir.

También se observó su mayor desarrollo en cuanto a salto vertical se refiere hacia la parte norte (Bloque KL), en colores diversos se denotan algunos otros sectores aislados en los que pueden estar entrampados hidrocarburos. Al norte de Akal (estructura 1 de la Figura 8), se localiza el Bloque KL, (señalado con las flechas color magenta), que puede estar asociado a esfuerzo de tipo transtensivo,

Este graben está limitado al este por el Bloque Akal (lado derecho). La falla principal tiene un salto vertical de más de 500 m y la geometría de la falla es en rumbo cóncava hacia el este, ver detalle en la **Figura 9**.

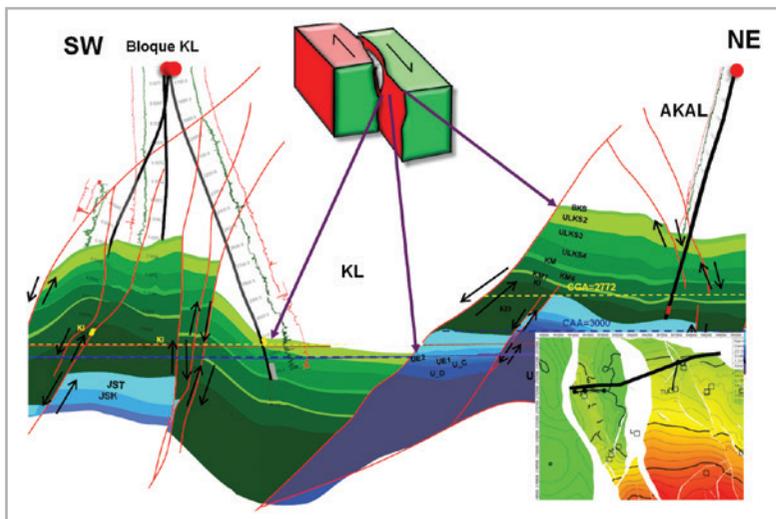


Figura 9. Sección transversal de la estructura KL, en donde se muestra el salto vertical de la falla normal que buza al oeste, formando un graben. Se remarca en el mapa de localización en color magenta la falla que limita al bloque KL y que corresponde a la estructura 1.

En la porción sur de la estructura KL se perforaron pozos que resultaron productores de hidrocarburo, los cuales eventualmente se invadieron de agua; sin embargo, la presencia de hidrocarburos en estos pozos de la zona sur del Bloque KL sugiere la efectividad parcial de aislamiento de las fallas hacia la estructura Akal. Para el caso de la estructura 2, representa una excelente oportunidad y es en la actualidad la zona donde se están ubicando los pozos a nivel JSK y finalmente la estructura 3, aunque tiene riesgo de estar invadida por agua (por el fracturamiento), no deja de ser una posibilidad que aún tenga hidrocarburo entrampado en ella, ya que con un salto vertical mayor a 30 m, podría poner en contacto facies carbonatadas con terrígenas, constituyendo una zona efectiva de sello.

Ubicación de oportunidades

Como resultado del análisis sísmico estructural complementado con información y análisis de los ingenieros del área de yacimientos del Activo de Producción de Cantarell, se realizó la ubicación de oportunidades en donde fuera factible la perforación futura de pozos a nivel JSK, ubicando también zonas probables en donde, según contactos de agua o aceite actuales, exista la posibilidad de alcanzar un objetivo doble, **Figura 10.**

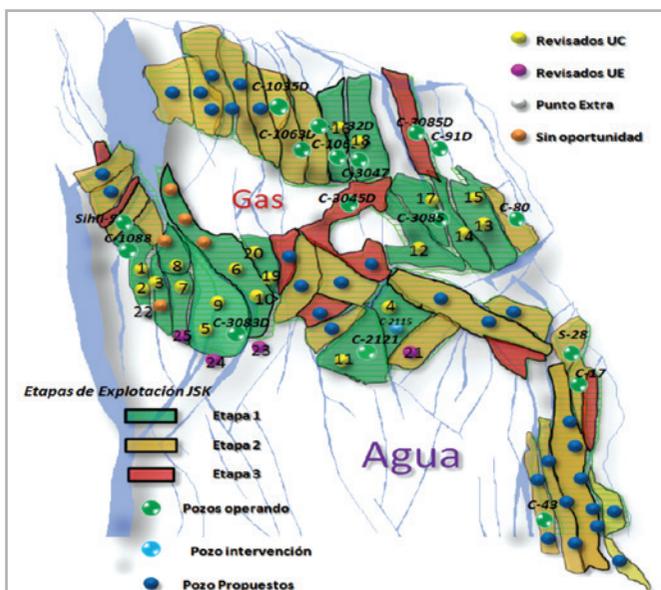


Figura 10. Ubicación de oportunidades para el JSK en el Bloque Akal.

Cabe mencionar que la ubicación final de cada pozo debe pasar por el proceso VCD y además considerar las características sedimentológicas de cada una de las

oportunidades, así como las demás variables que influyen en el éxito, por lo cual, una vez ubicadas se evalúan por medio de todos los criterios antes mencionados, **Figura 11**.

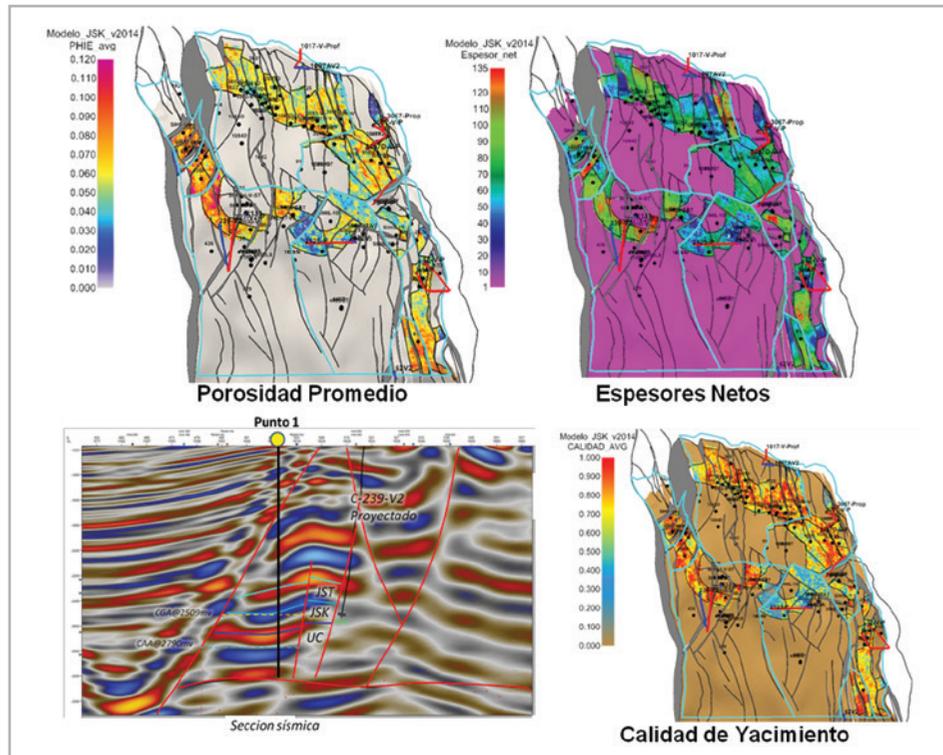


Figura 11. Evaluación de cada una de las oportunidades considerando los aspectos sedimentarios, petrofísicos y de información de los pozos.

Todas las propuestas se están evaluando actualmente, mediante el proceso VCD, para que al final se realice la opción más viable técnicamente y con menor riesgo operativo. Los criterios utilizados en el análisis presente pueden servir como alternativa para los trabajos de todos los campos que se caractericen por su complejidad estructural.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en este artículo, se listan las conclusiones siguientes:

1. El uso de atributos sísmicos es de gran ayuda para definir las características estructurales y mecánicas de las rocas (presencia de carbonatos), por lo que

constituyen una herramienta excelente para definir zonas de interés y de identificación de fallas con poco salto vertical

2. En la porción occidental de Akal se identificaron bloques escalonados, que buzcan hacia el oeste, cuya geometría sugiere la disposición de zonas aisladas, con la posibilidad de contener hidrocarburo entrampado aún en ellas.

3. En caso de que esos bloques hayan quedado aislados, se esperaría que los contactos de agua y de gas no hayan avanzado, por lo que representan una magnífica oportunidad de desarrollo en ellos.

El análisis estructural detallado del Campo Akal, permite identificar zonas con posibilidad de explotación, particularmente a nivel Jurásico Superior Kimmeridgiano, lo cual significa una alternativa para su mejor estrategia de explotación.

Bibliografía

Ángeles-Aquino, F. 1996. Estratigrafía del Jurásico Superior del Subsuelo en la Sonda de Campeche (Golfo de México). Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura.

Diederix, H., Audemard, F., Osorio, J. A. et al. 2006. Modelado Morfotectónico de la Falla Transcurrente de Ibangué, Colombia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **61** (4): 492-503.

García-Hernández, J., Romero-Peñaloza, R. y Jiménez-Bueno, O. 2003. *Estudio Integral del Jurásico Superior Kimmeridgiano del Campo Cantarell*.

Kerrich, R. y Wyman, D. 1990. The Geodynamic Setting of Mesothermal Gold Deposits: An Association with Accretionary Tectonic Regimes. *Geology* **18** (9): 882-885.

Murillo-Muñeton G., Velasquillo-Martínez, L. G., Casar-González, R. et al. 2008 Actualización Geológica y Modelado Geoestadístico de Distribución de Facies del Jurásico Superior Kimmeridgiano en el Campo Cantarell. Proyecto F30798, Pemex/Instituto Mexicano del Petróleo (mayo-septiembre).

Pacheco Gutiérrez, A. C., Correa López, M. J., Pérez Martínez, M. A. et al. 2011 Zona de Riesgo para la Producción Temprana de Agua en los Campos de Ku, Maloob y Zaap, Asociadas a la Deformación Trasnpresiva Miocénica. *Ingeniería Petrolera* **LI** (4): 14-23.

Agradecimientos

Al Ingeniero Jaime Javier Ríos López por su apoyo para la realización del presente trabajo, así como el material que en él se utilizó, a los ingenieros Cecilia Acevedo Rodríguez y Daniel Flores Pineda por su aportación y soporte sísmico, así como al Ingeniero Gustavo Mellín Patricio por su apoyo en el tiempo durante la realización del presente resumen y ponencia, a todo el equipo de Geociencias porque de alguna manera me han apoyado para seguir realizando estos estudios.

Semblanza de los autores

Luis Juárez Aguilar

Ingeniero Geólogo egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, distinguido por titularse con examen general de conocimientos sin defender tesis.

Cuenta con estudios de Posgrado en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada con grado de Maestro en Ciencias de la Tierra con especialización en Geología.

En su vida profesional participó en diversos proyectos como personal del Instituto Mexicano del Petróleo de 1997 al 2004, en los yacimientos de Cantarell, KU-Zaap-Maloob y EK-Balam; posteriormente del 2005 a la fecha como Especialista Intérprete de Geología en el Activo de Producción Cantarell.

Ha participado como Líder de especialidad en Geología estructural con 19 años de experiencia en diversas funciones en la Coordinación de geociencias, dando soporte geológico a los yacimientos de Cantarell.

Pertenece a la Unión Geofísica Mexicana, desde 1995, y a la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros desde 2009.

Cecilia Acevedo Rodríguez

Ingeniera Geofísica egresada de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional.

De 2012 a la fecha se desarrolla como intérprete sísmico-estructural en proyectos de caracterización de yacimientos de Campo Akal del APC, (Activo de Producción Cantarell).

Con cuatro años de experiencia, ha participado en los grupos multidisciplinarios de especialidad en diferentes proyectos, haciendo el análisis sísmico de nuevas intervenciones, (perforaciones y reparaciones mayores) del APC.

Pertenece a la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros desde 2015.

