

Evaluación de la comunicación hidráulica de los campos geopresionados de la formación JSK

Alma Delia Gutiérrez Sánchez
alma.delia.gutierrez@pemex.com
Grupo Multidisciplinario Ixtal Manik,
Pemex Exploración y Producción,
Edificio el Kaan Ceiba, Paraíso Tabasco

Alfredo León García
aleong560112@gmail.com
División de Estudios de Posgrado,
Universidad Nacional Autónoma de México

Carolina R. Nasser Salazar
rudainanasser@gmail.com
Grupo Multidisciplinario Ixtal Manik,
Pemex Exploración y Producción,
Edificio el Kaan Ceiba, Paraíso Tabasco

Pamela Maldonado Alonso
pamela.maldonado@pemex.com
Grupo Multidisciplinario Abkatun,
Pemex Exploración y Producción,
Edificio el Kaan Ceiba, Paraíso Tabasco

Gerardo Alonso García
gerardo.alonso.garcia@pemex.com
Grupo Multidisciplinario Ixtal Manik,
Pemex Exploración y Producción,
Edificio el Kaan Ceiba, Paraíso Tabasco

Información del artículo: recibido: diciembre de 2015-aceptado: enero de 2016

Resumen

Los campos Ixtal, Manik y Onel son yacimientos cercanos productores en la formación JSK; esta formación corresponde a carbonatos naturalmente fracturados que producen aceite de ligero a volátil con densidades entre 32 y 36 °API.

En los yacimientos Ixtal, Manik y Onel se tuvieron caídas de presión de 30.8 kg/cm², 69 kg/cm², 106.5 kg/cm², sin haber producido, por lo cual se realizó un análisis de las presiones iniciales de los yacimientos de la formación JSK, definiéndose que los gradientes de presión corresponden a yacimientos geopresionados, con gradientes entre 0.1318 a 0.1571 kg/cm²/m. Por lo general se considera que este tipo de yacimientos son cerrados con acuíferos muy limitados.

Para establecer la comunicación entre los campos cercanos que producen de la formación JSK, se realizó un análisis de la información de presión producción, el análisis de la presión se realizó llevando las presiones al contacto agua - aceite del campo productor más profundo.

Los resultados del estudio indicaron que los yacimientos Ixtal y Manik tienen una comunicación directa a través del acuífero y el campo Onel tiene una comunicación parcial, ya que presentan una tendencia de presión similar sin embargo, al llevarlos a un solo plano de referencia su tendencia de presión está muy alejada de los campos Ixtal y Manik.

Es muy importante que en el estudio de inyección de agua que se está llevando a cabo en el campo Ixtal, se incluya el efecto de la comunicación con los campos Onel y Manik a través de un acuífero común.

Palabras clave: Comunicación hidráulica, yacimientos geopresionados.

Evaluation of hydraulic communication in overpressured fields at the upper Jurassic formation

Abstract

The Ixtal, Manik and Onel fields are naturally fractured carbonates producing light oil between 32 and 36 ° API, the production corresponds to the Upper Jurassic Formation, during the well test analysis as a wildcat well they shown pressure drops of 30.8 kg/cm², 69 kg/cm², 106.5 kg/cm² without production activity in each case. In this paper, an analysis of the initial reservoir pressures is developed according to the pressure gradients correspond to this overpressured fields with ranges between 0.1318 to 0.1571 kg/cm²/m, in fact this kind of reservoirs are closed whit limited aquifer.

To establish communication between the near fields producing at the Upper Jurassic Formation, an analysis of the pressure information was performed on the water/oil contact at the deeper oil field producer. The results of this study shown that Ixtal and Manik fields have direct communication through the aquifer and the Onel field has a partial communication, as they have a similar tendency of pressure the analysis at the same datum if far away of Ixtal and Manik fields. It is very important that the effect of communication through a common aquifer with Manik and Onel was considered in the water injection project of Ixtal field.

Keywords: Hydraulic communication, overpressure field, pressure gradient.

Introducción

En algunas cuencas productoras de hidrocarburos, se ha encontrado que varios yacimientos tienen asociado un acuífero común; en este caso los yacimientos están en comunicación hidrodinámica a través del acuífero. Por lo tanto el comportamiento de presión y producción de los yacimientos, no solamente están afectados por su producción propia sino también por la producción de los campos vecinos.

El yacimiento Ixtal JSK, fue descubierto en junio de 1993, registrando una presión al plano de referencia (Ppr) de 581.7 kg/cm², empezó su explotación en junio de 2005, registrando Ppr de 550.9 kg/cm², es decir sin haber producido hidrocarburos, la presión disminuyó 30.8 kg/cm².

El campo Manik se descubrió en junio de 1993 registrando una Ppr de 557 kg/cm², para cuando inició su explotación en mayo de 2006, tuvo una Ppr de 488 kg/cm², es decir perdió 69 kg/cm² de presión sin haber producido. En cuanto al campo Onel descubierto en marzo de 2006, registro una Ppr de 575 kg/cm²; cuando inició su explotación en febrero de 2013, registró una Ppr de 468.5 kg/cm², es decir una pérdida de presión de 106.5 kg/cm².

En los campos productores cercanos como Abkatun, Pol y Chuc, que producen principalmente de las formaciones BTP-KS han presentado tendencias de presión bien definidas, denotando la comunicación a través de un acuífero común, (Rodríguez, 1985), por lo cual se consideró necesario evaluar la comunicación entre los campos productores de la formación JSK.

En el campo Ixtal JSK está en diseño un proyecto de inyección de agua, por lo cual se consideró necesario evaluar su comunicación hidráulica con otros campos.

Antecedentes

Por lo general, la presión de los yacimientos con presiones normales deben tener una presión inicial muy cercana a la determinada con la presión hidrostática del agua $0.1 \text{ kg/cm}^2/\text{m}$ a la profundidad del contacto agua-aceite (Amyx, 1960). Los gradientes de presión en los yacimientos mayores a este valor se consideran yacimientos con presiones anormales o geopresionados. En los yacimientos de México que producen de la formación BTP-KS se definió un gradiente promedio de $0.1105 \text{ kg/cm}^2/\text{m}$, el cual es muy cercano a un gradiente de presión normal. Para yacimientos que producen de la formación JSK, se tiene un gradiente de presión anormal (geopresionados) de $0.1431 \text{ kg/cm}^2/\text{m}$.

Desarrollo

El yacimiento Ixtal JSK, es un yacimiento naturalmente fracturado, productor de aceite volátil que se encuentra

en su fase final de desarrollo, descubierto con el pozo Ixtal 1, en junio de 1993, registrando una presión al plano de referencia (Ppr) de 581.7 kg/cm^2 ; empezó su explotación en junio de 2005, registrando Ppr de 550.9 kg/cm^2 ; es decir, sin haber producido hidrocarburos, la presión disminuyó 30.8 kg/cm^2 , lo cual indica probable comunicación con algunos campos productores de la formación JSK.

Analizando el comportamiento de presión de los campos cercanos: Manik y Onel, que producen de la misma formación, se observa un comportamiento similar; el campo Manik se descubrió en junio de 1993 registrando una Ppr de 557 kg/cm^2 , al iniciar su explotación en mayo de 2006, registra una Ppr de 488 kg/cm^2 , es decir perdió 69 kg/cm^2 de presión sin haber producido. En cuanto al campo Onel, este fue descubierto en marzo de 2006, obteniendo una Ppr de 579 kg/cm^2 , en febrero de 2013 inicia la explotación del yacimiento, registrando una Ppr de 479 kg/cm^2 ; es decir, con una **pérdida de presión de 100 kg/cm^2** . En la **Tabla 1**, se presenta un resumen de las presiones iniciales y finales de los campos Onel, Ixtal y Manik, así como las caídas de presión sin haber producido hidrocarburos y la magnitud de la producción asociada para reducir la presión.

Tabla 1. Caída de presión con el tiempo.

Campo	Formación	Fecha Descubrimiento	Presión inicial (kg/cm^2)	Fecha inicio de producción	Presión inicio de producción (kg/cm^2)	Caída de presión total (kg/cm^2)	Caída de presión mensual (kg/cm^2)	Producción atribuible al depresionamiento (MMbbls)	Caída de presión anual (kg/cm^2)	Porcentaje de la Caída de presión (%)
Manik	JSK	30/09/1996	557.0	31/05/2006	488.0	69.0	0.60	2.7	7.2	12.4
Ixtal	JSK	11/06/1993	581.7	15/06/2005	550.9	30.8	0.21	9.50	2.6	5.3
Onel	JSK	04/03/2006	575.0	28/02/2013	468.5	106.5	1.27	11.23	15.3	18.5

Para tener un panorama completo de las caídas de presión de los campos aledaños productores de la formación JSK, Kanaab, Batab, Taratunich B-101, Taratunich B-201 y Taratunich B-301, se revisó su historia de presión, mostrada en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Caída de presión con el tiempo, campos vecinos.

Campo	Formación	Fecha Descubrimiento	Presión inicial	Fecha inicio de producción	Presión inicio de producción	Caída de presión total	Caída de presión mensual	Producción atribuible al depresionamiento	Caída de presión anual	Porcentaje de la Caída de presión
			(kg/cm ²)		(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(MMbbls)	(kg/cm ²)	(%)
Manik	JSK	30/09/1996	557.0	31/05/2006	488.0	69.0	0.60	2.7	7.2	12.4
Ixtal	JSK	11/06/1993	581.7	15/06/2005	550.9	30.8	0.21	9.50	2.6	5.3
Onel	JSK	04/03/2006	575.0	28/02/2013	468.5	106.5	1.27	11.23	15.3	18.5
Taratunich B-101	JSK	14/07/1992	584.5	01/07/1993	562.0	22.5	1.95		23.4	3.9
Taratunich B-201	JSK	26/11/1989	542.0	01/10/1990	536.0	6.0	0.59		7.1	1.1
Taratunich B-301	JSK	15/08/1991	566.0	01/11/1993	550.0	16.0	0.60		7.2	2.8
Batab	JSK	12/12/1984	623.8	31/12/1986	618.6	5.2	0.21		2.5	0.8
Kanaab	JSK	01/07/1996	552.0	01/07/1996	552.0	0.0	0.00		0.0	0.0

De acuerdo al análisis de la Tabla 2, a excepción del campo Kanaab; el campo que tuvo una mayor caída de presión anual fue el campo Taratunich B-101 con 23.4 kg/cm²/año,

seguido por Onel con 15.3 kg/cm²/año, Taratunich B-301 e Ixtal con 7.2 kg/cm²/año, los resultados se muestran de forma gráfica en la **Figura 1**.

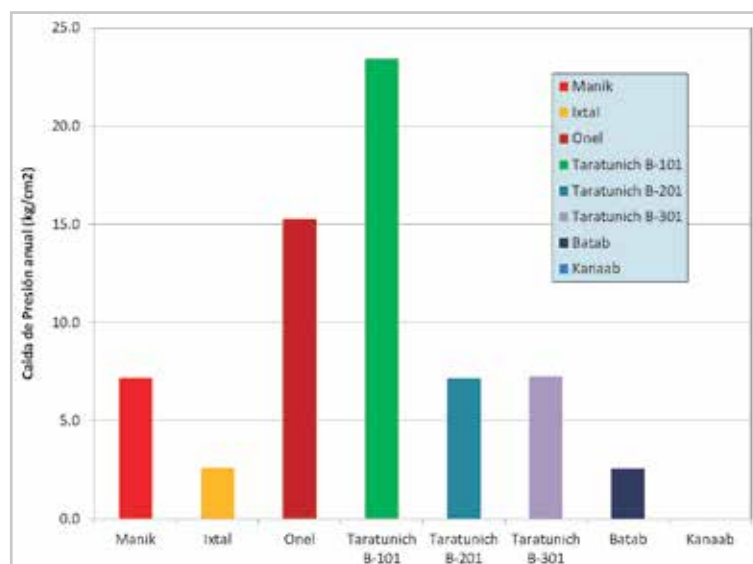


Figura 1. Estadística ΔP anual, campos en estudio.

Análisis de los gradientes de presión en la formación JSK

Los campos Manik, Ixtal y Onel que producen de la formación JSK, están muy cercanos entre sí, con distancias de 5,000,

8,100 y 16,300 mts respectivamente; los tres tienen acuíferos asociados de baja actividad, en la **Figura 2**, se muestra un plano regional estructural tomando como referencia los campos antes mencionados.

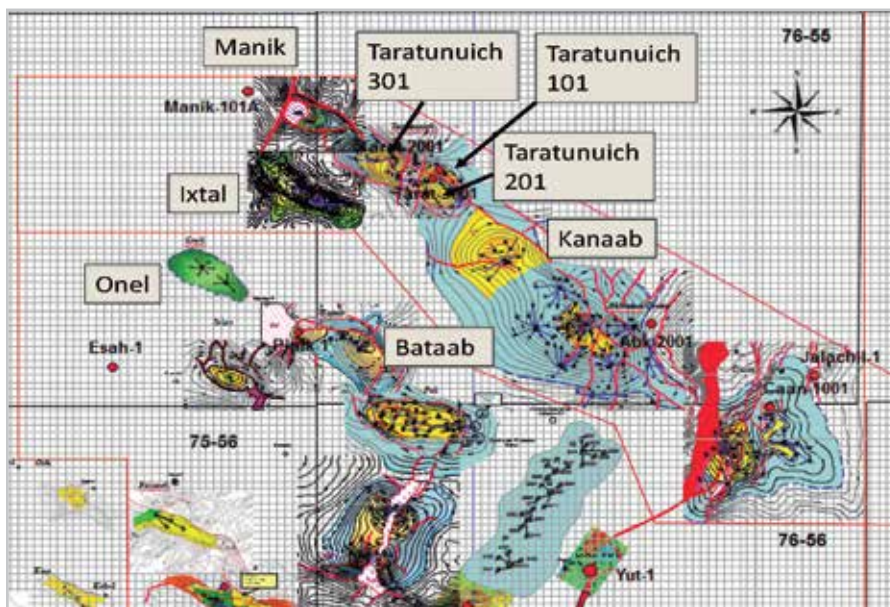


Figura 2. Configuración regional, campos productores en el yacimiento JSK.

En la **Figura 3**, se observan las profundidades de los contactos originales agua-aceite de cada campo, mostrando la posibilidad de que exista comunicación de los campos

Manik, Taratunich 301 y Kanaab a través del contacto entre los acuíferos.

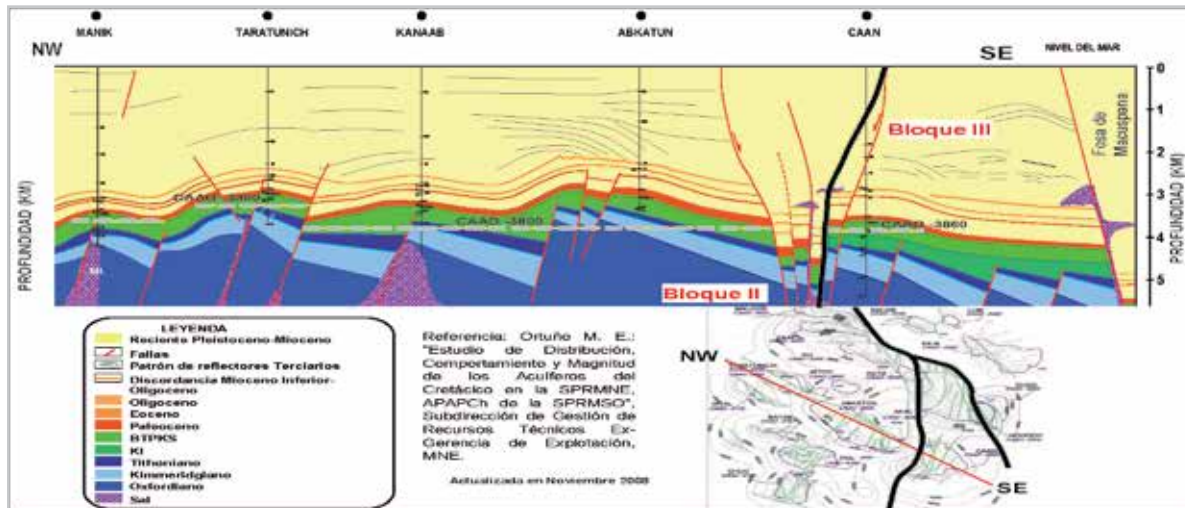


Figura 3. Sección transversal con la ubicación de los campos Manik, Taratunich y Kanaab, productores en JSK, (Ortuño ME).

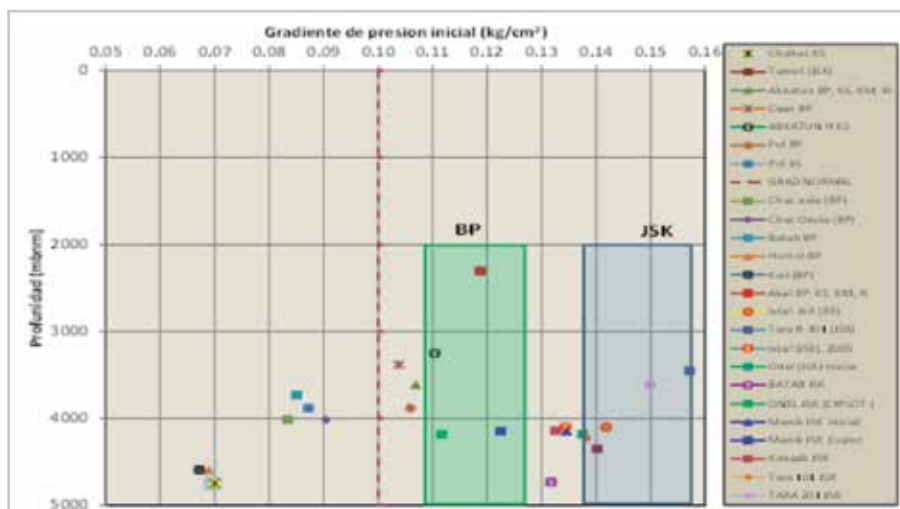


Figura 5. Comportamiento de los gradientes de presión contra profundidad de los campos productores en BTP-ks y JSK.

Determinación de los campos comunicados en la formación JSK

Los campos que están comunicados, por lo general presentan tendencias de presión contra tiempo muy semejantes y al compararlos a un solo plano de referencia, el comportamiento de presión de los yacimientos se sobreponen. Para evaluar la comunicación de los campos productores de la formación JSK, se integró la información de Ppr de los siguientes campos: Ixtal, Onel, Manik, Taratunich B-101, Taratunich B-201, Taratunich B-301, Kanaab y Batab. Esta información de Ppr de cada campo se corrigió hasta su contacto agua – aceite (CAA), y posteriormente se extrapola mediante un gradiente de agua hasta el CAA del campo más profundo Bataab, y se compararon los

comportamientos de presión, los cuales se muestran en la **Figura 6**. En esta figura no se observa comunicación entre los campos Taratunich B-101, Taratunich B-201, Taratunich B-301, Kanaab y Batab; las tendencias de los campos Ixtal y Manik son muy semejantes y la tendencia de Onel tiene cierto paralelismo con estos dos campos, esto significa que Ixtal y Manik están comunicados francamente a través del acuífero y posiblemente Onel presente una comunicación parcial con éstos; se puede observar más claramente en la **Figura 7**, donde se incluye la producción de aceite de los campos, destacando que al iniciar la explotación del campo Onel, el comportamiento de la presión contra tiempo tiene un comportamiento paralelo al de los campos Ixtal y Manik, en esta figura la presión fue corregida al plano de referencia del campo Ixtal.

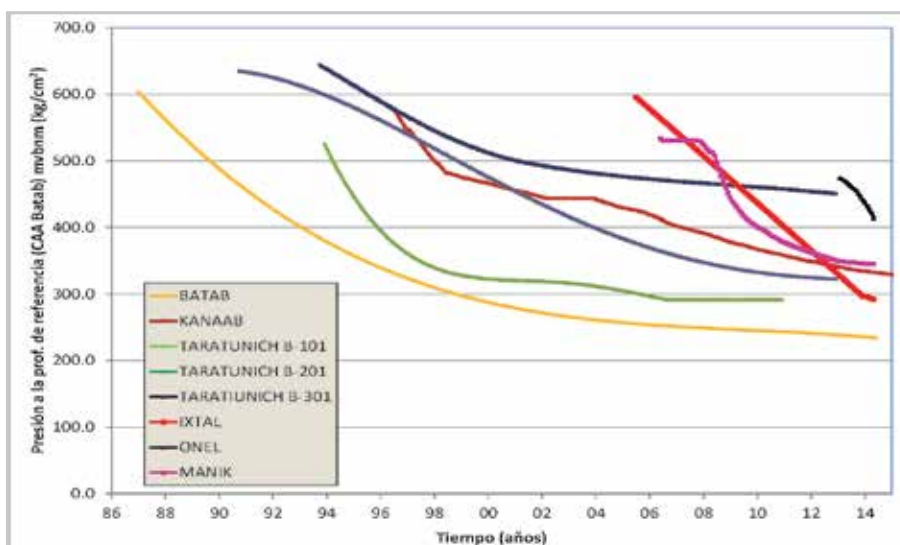


Figura 6. Comportamiento de presión vs tiempo, corregida al plano de referencia del campo Batab.

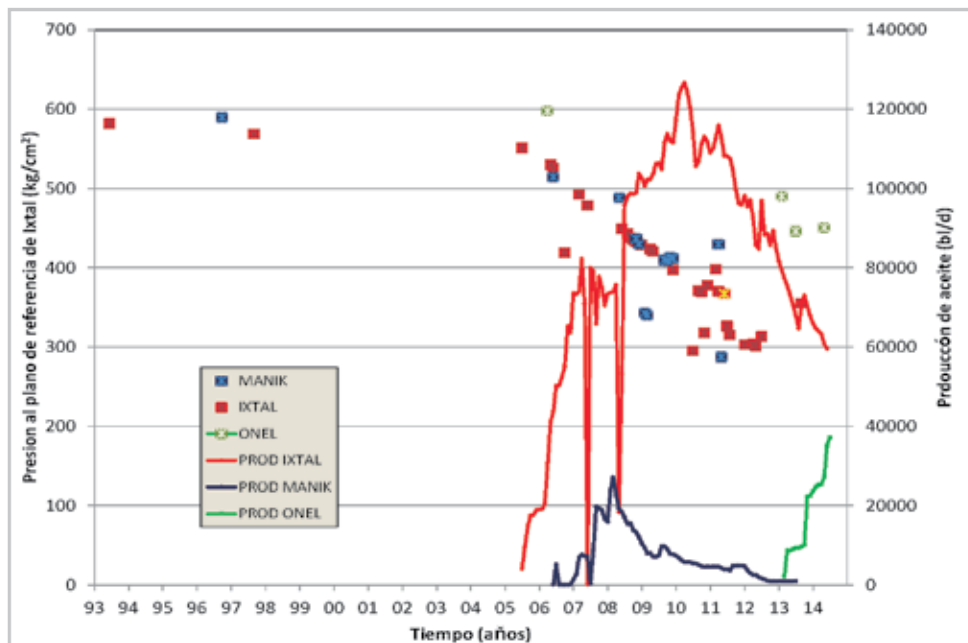


Figura 7. Comportamiento de presión-producción.

Aunque existen algunas opiniones que establecen que los campos geopresionados son volumétricos, sin embargo, en este estudio se demostró que los campos que producen de una formación geopresionada como el JSK tienen acuíferos de diferente actividad, por lo cual para poder comparar que tipo de acuíferos existen en estos campos, se realizó la gráfica del factor de depresionamiento contra la presión

adimensional y los resultados se presentan en la **Tabla 3** y en la **Figura 8**. Es importante notar que Ixtal, Manik y Kanaab presentan acuíferos de mediana actividad, y el campo Taratunich 301 presenta un acuífero de alta actividad, el campo Onel, presenta un comportamiento del acuífero similar al del campo Ixtal; sin embargo, tiene un tiempo corto de producción.

Tabla 3. Actividad del acuífero de los campos que producen de la formación JSK.

Campo	Área, km ²	Espesor neto, m	Porosidad (%)	Saturación de agua (%)	Actividad del acuífero
Ixtal	16.30	193.0	10.8	11.4	Media
Manik	1.70	80.9	12	10.8	Media
Onel	6.84	110.8	9.4	16.9	Indefinido
Taratunich B-101	7.50	62.2	5.6	27.0	Baja
Taratunich B-201	3.29	191.8	7.2	15.0	Baja
Taratunich B-301	7.93	225.9	9.5	18.0	Alta
Batab	21.30	40.3	7.5	20.6	Baja
Kanaab 101	11.00	46.5	5	20.5	Media

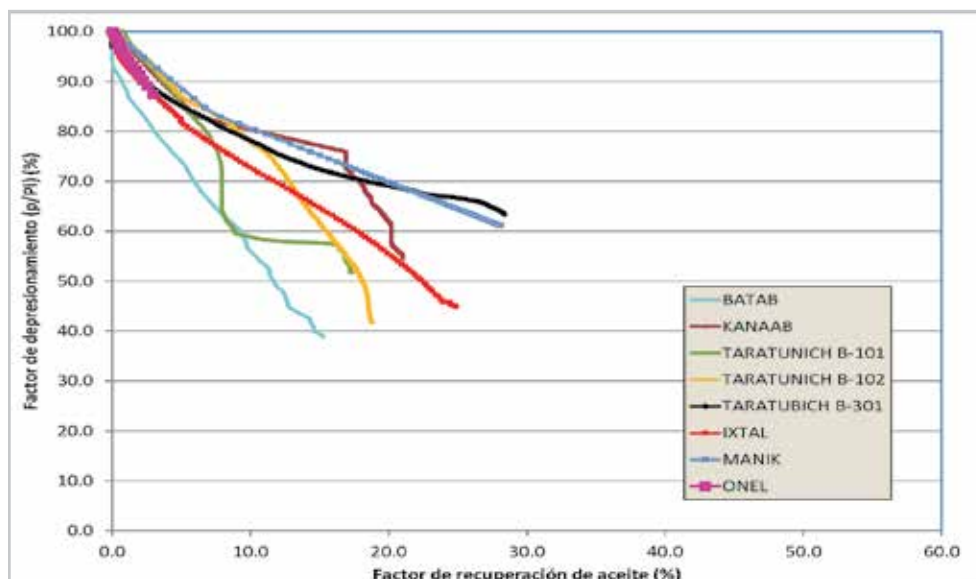


Figura 8. Comportamiento del factor de recuperación de aceite vs factor de depresionamiento.

Es importante comentar que no existen suficientes análisis stiff para poder comparar si los acuíferos poseen características semejantes.

- Es oportuno incluir el campo Manik JSK y en su caso Onel JSK si se comprueba su interconexión, en el proyecto de inyección de agua del campo Ixtal JSK.

Conclusiones y recomendaciones

- Se observa una comunicación hidráulica franca entre los campos Ixtal y Manik, lo cual se comprueba con sus tendencias de presión muy similares.
- Existe una tendencia de presión con cierto paralelismo entre los campos Onel JSK e Ixtal JSK y Manik JSK, lo cual sugiere que pueda existir comunicación parcial.
- Se recomienda incluir dentro del estudio otros campos que se explotan en la formación JSK.
- No se observó comunicación entre los campos, Taratunich B-101, Taratunich B-201, Taratunich B-301, Batab y Kanaab con los campos Ixtal, Manik y Onel a nivel de la formación JSK.
- Es conveniente realizar estudios de balance de materia y de simulación de yacimientos con los campos Ixtal JSK, Manik JSK y Onel JSK, conectados a través de un acuífero común.
- Se recomienda colocar sensores de fondo en el campo Manik JSK, para verificar la comunicación con el Campo Ixtal.

Agradecimientos

A mis compañeros y amigos colaboradores que hicieron posible este trabajo, un especial reconocimiento al M. en I. Alfredo León García por sus enseñanzas, liderazgo e incondicional apoyo y sobre todo por su amistad.

Referencias

- Amyx, J.W., Bass M.D., Whiting L.R.: "Petroleum Reservoir Engineering", Mc Graw Hill, 1960.
- Ortuño M. E.: "Estudio de Distribución, Comportamiento y Magnitud de los Acuíferos del Cretácico en la SPRMNE, APAPCh de la SPRMSO", Congreso Mexicano del Petróleo, 2012.
- Rodríguez G. F., Samaniego V.F., Cinco L. H.: "A Model for the Production Interference of Multiple Reservoirs Sharing a Common Aquifer", SPE 26975, 1985.

Semblanza de los autores

Alma Delia Gutiérrez Sánchez

Ingeniera Petrolera egresada de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, obteniendo el título en 2005.

En el mismo año, ingresó a Petróleos Mexicanos como Ingeniero de Yacimientos en la Coordinación de Diseño de Explotación del Activo de Producción Abkatún-Pol-Chuc perteneciente a la Región de Producción Marina Suroeste.

Durante su trayectoria laboral se ha desempeñado activamente en proyectos de diferentes campos del Activo, siendo su área de interés la ingeniería en yacimientos naturalmente fracturados y ejecutando actividades relacionadas a la simulación numérica de yacimientos, modelos de balance de materia, ajuste y validación de PVT, estudios y generación de modelos considerando explotación primaria y recuperación secundaria, así mismo, se ha desempeñado en actividades de documentación y actualización de reservas, pronósticos de producción y cartera de proyectos.

Actualmente labora dentro del Proyecto Ixtal-Manik como especialista en Ingeniería de Yacimientos del Activo de Producción Abkatún-Pol-Chuc, así mismo colabora en el grupo VCD de pozos del mismo Activo.

Es miembro del Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A.C., Sección Dos Bocas.

Alfredo León García

Ingeniero Petrolero con el grado de Maestro en Ingeniería Petrolera por parte de la División de Estudios de Posgrado en la UNAM. Es jubilado de Pemex como Subgerente de Recuperación Mejorada, de la STE de PEP y actualmente es Consultor en Ingeniería Petrolera en las Áreas de Caracterización de Fluidos, y Procesos de Recuperación Secundaria y Mejorada.

Ha recibido diversas distinciones como el diploma de distinción como el Mejor Estudiante de la Carrera de Ingeniería Petrolera del IPN, diploma de los Mejores Estudiantes de México otorgada por el Ateneo de Artes, Letras, Ciencias y Tecnología, la medalla Juan Hefferan, otorgada por la AIPM y fue galardonado por la AIPM con la medalla Lázaro Cárdenas por el mejor trabajo práctico.

Ha sido autor o coautor de al menos 40 trabajos técnicos presentados en foros nacionales e internacionales. Fue líder de la red de Expertos en Recuperación Secundaria y Mejorada de PEP. Actualmente es Catedrático de la asignatura de "Fisicoquímica y Termodinámica de los Hidrocarburos" en la DEPMI de la UNAM y ha sido profesor de la materia de Propiedades de los Fluidos Petroleros y de Recuperación Secundaria y Mejorada en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Ha sido asesor de tesis de licenciatura y de Maestría en el área de Ingeniería Petrolera.

Empresa: Grupo "R", Exploración y Producción, área yacimientos.

Pamela Maldonado Alonso

Ingeniera Petrolera egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México con especialidad en ingeniería de yacimientos y procesos de recuperación adicional. Experiencia en pruebas de laboratorio para la selección y evaluación de procesos de recuperación secundaria y mejorada.

Desde 2012 se desempeña como ingeniero de yacimientos en el Activo de Producción Abkatun Pol Chuc de la Subdirección de Producción Región Marina Suroeste. Miembro de la Red de especialistas de simulación numérica de yacimientos.