

MODELADO DE SISTEMAS PETROLEROS A LO LARGO DE LA FAJA PLEGADA DE LA CUENCA NEUQUINA

Emilio Rocha¹, Ignacio Edecio Brisson¹, Martín Eugenio Fasola¹

1: YPF S.A., emilio.rocha@ypf.com, ignacio.brisson@ypf.com, martin.fasola@ypf.com

Palabras clave: cuenca neuquina, faja plegada, modelado de sistemas petroleros

ABSTRACT

The exploration in fold and thrust belts has the timing of generation, charge and preservation of hydrocarbons as the main risks. This is due to a complex relationship between maturation of the source rocks and generation of the traps. One of the tools that allows to improve the evaluation of these factors is the modeling of petroleum systems.

In the Agrio fold and thrust belt, modeling suggests that exhumation of the structures would be a key factor in the late expulsion of the HC generated from the Upper Jurassic and retained in the source rocks (Los Molles and Vaca Muerta formations), and shows the importance of secondary cracking in the distribution of fluids in the area.

In the Rio Grande valley, models show the impact of the thermal effect of the sills intruded in source rock intervals on the contribution of hydrocarbons. Although the thickness affected by the sills is not very significant, the system is very efficient, with reservoirs in direct contact with the source rock intervals, and very short migration paths through the same faults in which the sills are housed.

In the structure of Pampa Palauco, accumulations were modeled in the Liassic and Chachao Fm. reservoirs, with oils generated in the lacustrine Liassic and Vaca Muerta Fm. source rock intervals respectively.

In the Malargüe area it was possible to model a main kitchen located between the structures of La Valenciana and the Malargüe Anticline. According to the models, two charging pulses that would explain the compositional differences of oils found in this sector can be inferred. Low maturity oils (less than % VRE 0.7) of the platform zone, which would have been generated in the Vaca Muerta Fm. prior to the development of the Malargüe Anticline structure. On the other hand, oils from the La Brea and Doña Juana sectors, with a greater maturity of the Vaca Muerta Fm. (Ro: 0.8-0.9%), generated once the Malargüe Anticline structure was developed, and together with the deposits of the Pincheira-Ventana basin.

INTRODUCCIÓN

La exploración en ambiente de faja plegada suele tener como uno de sus principales riesgos el timing, la carga y la preservación de hidrocarburos. Esto es particularmente importante cuando se analiza la faja plegada del norte de Neuquén y sur de Mendoza, donde existen evidencias de varios pulsos de deformación, con generación de trampas que en muchos casos antecede la generación de hidrocarburos.

Una de las herramientas que se utiliza para mejorar la evaluación de riesgo en los prospectos

exploratorios es el modelado de sistemas petroleros. En este trabajo se presentan los principales resultados de diferentes modelos 2D de sistemas petroleros realizados a distintas latitudes de la faja plegada de la cuenca Neuquina (Figura 1).

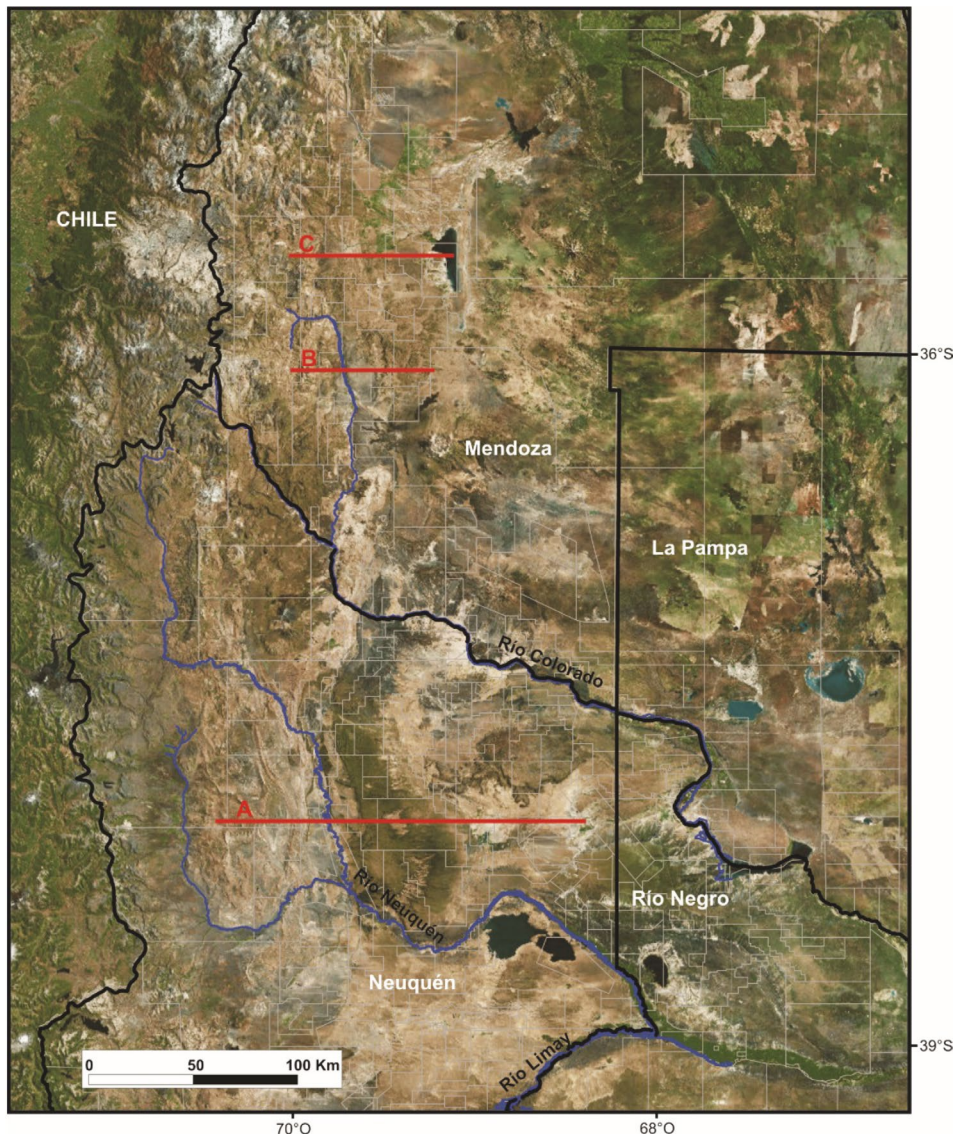


Figura 1. Mapa ubicación de los modelos. A: Faja plegada del Agrio; B: Valle del Río Grande; C: Faja plegada de Malargüe

Para la confección de los modelos se tuvieron en cuenta numerosos antecedentes de estudios estratigráficos, estructurales, geoquímicos y de modelado de sistemas petroleros que se han realizado con un enfoque regional en la cuenca Neuquina. En particular, existen estudios en el ámbito de la faja plegada del norte de Neuquén y sur de Mendoza, que comprende las fajas plegadas del Agrio, de Chos Malal y de Malargüe (Manceda y Figueroa, 1993; Cruz *et al.*, 1996; Uliana *et al.*, 1999; Villar *et al.*, 2005; Rodríguez Monreal, 2005; Lampe *et al.*, 2006; Rodríguez Monreal y Zamora Valcarce, 2008; Bernardo, 2008; Brisson, 2011; Boll *et al.*, 2014; Gómez Omil

et al., 2014; Fasola, 2016). Estos trabajos resultan antecedentes muy valiosos que incluyen, no sólo modelos de madurez y deformación, sino también la publicación de datos duros que pueden resultar muy útiles para la calibración de futuros estudios.

A modo de resumen se puede decir que en los diferentes trabajos se concluye que el timing resulta ser el principal factor de riesgo para los prospectos de la zona. En muchos de los estudios se menciona el riesgo asociado a una generación y expulsión de hidrocarburos (HC) temprana y la generación de trampas relacionadas a una deformación más joven. Algunos autores mencionan la posibilidad de una expulsión tardía de hidrocarburos retenidos en rocas generadoras sobrepresionadas como un mecanismo que podría funcionar para la carga de trampas generadas con posterioridad a la generación de HC (Rodríguez Monreal y Zamora Valcarce, 2008; Brisson, 2011).

El relleno de la cuenca comenzó con una etapa de rift en el Triásico-Jurásico Temprano, asociado a un campo de esfuerzos extensionales de orientación sudoeste-noreste, generado durante la ruptura del Pangea (Vergani *et al.* 1995). Se desarrollaron una serie de depocentros aislados que se unen durante la etapa de enfriamiento térmico con subsidencia generalizada desde el Jurásico

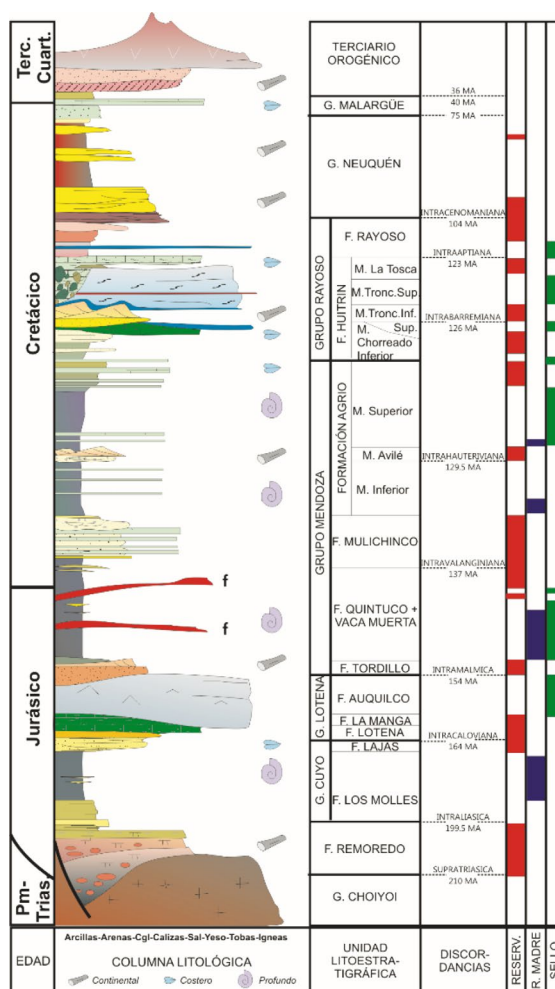


Figura 2. Columna estratigráfica de la Cuenca Neuquina (modificada de Brisson y Veiga, 1999).

Temprano al Cretácico Tardío, correspondiente a las secciones de los Grupos Cuyo, Mendoza y Rayoso (Vergani *et al.* 1995). Durante el Cretácico Superior y Cenozoico, el sector occidental de la cuenca es deformado en episodios discretos vinculados a sucesivas variaciones en el ángulo de subducción que también controlan la posición del arco volcánico y por ende la distribución de vulcanitas (Ramos y Folguera, 2005, Zamora Valcarce *et al.*, 2006). Por otro lado, el sector oriental de la cuenca funciona como receptor de depósitos de antepaís y como zona de tránsito de sedimentos (Fig. 2).

METODOLOGÍA

El modelado de sistemas petroleros es una herramienta que permite evaluar variables como la generación, retención, expulsión, migración y acumulación de hidrocarburos. Este análisis requiere una caracterización estratigráfica y estructural detallada, en la que se debe contemplar la distribución de litologías y sus propiedades fundamentales, como conductividad térmica, curva de compactación, permeabilidad, presión capilar, etc.

Cuando se trata zonas de faja plegada, el modelado requiere no solo una correcta caracterización estratigráfica, sino también una descripción de las estructuras que definen vías de migración y trampas. Las herramientas que se utilizan con mayor frecuencia tienen grandes limitaciones

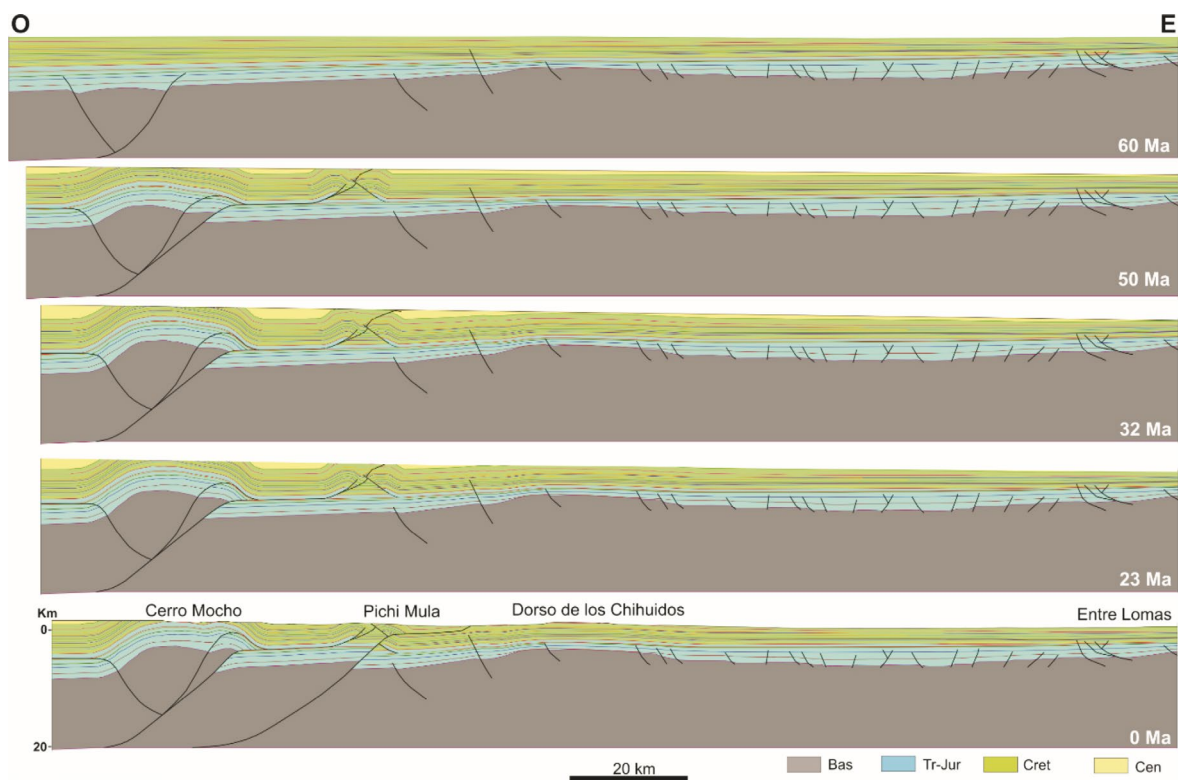


Figura 3. Sección estructural de la faja plegada del Agrio y evolución estructural propuesta. Escala vertical = escala horizontal. Ubicación en la figura 1.

cuando se trata de modelar fallas de bajo ángulo. Estos programas utilizan el back-stripping, que consiste en retirar sucesivamente los estratos superiores y descompactar el resto de la columna. Es una simplificación que asume que no hay desplazamiento lateral de las rocas y la deformación se resuelve enteramente por cizalla vertical. Esto puede resultar adecuado para zonas con tectónica extensional o salina, donde predomina el movimiento vertical de los diferentes bloques, pero no sería el método más adecuado para ambientes de tectónica compresiva. Por esta razón, en el presente trabajo se modeló con un enfoque diferente, con un software (Petromod Teclink) que utiliza modelos de secciones estructurales restauradas de manera secuencial, con bloques que son modelados individualmente y cuyos resultados se combinan para generar una salida integrada.

El dato de entrada principal para este análisis es un modelo estructural en el que se contemple no solo una correcta descripción de la estructura actual, sino una detallada caracterización de la evolución cinemática. Los modelos requieren la generación de secciones estructurales balanceadas y restituidas por etapas. En cada una de las etapas se debe contemplar la edad y el movimiento relativo de los diferentes bloques estructurales. A su vez, se deben definir variables como el flujo térmico, batimetría, topografía y todas las condiciones de entorno para toda la historia de evolución del modelo (Hantschel y Kauerauf, 2009).

MODELOS

Faja plegada del Agrio

Se realizó una sección estructural balanceada que cubre desde la faja plegada del Agrio hasta el alto de Entre Lomas. La misma fue restituida de manera secuencial de forma tal de representar un modelo evolutivo que respete los antecedentes disponibles. Se usaron de referencia 27 pozos a lo largo de la sección, además de la información sísmica disponible y de la geología de superficie (Figura 3).

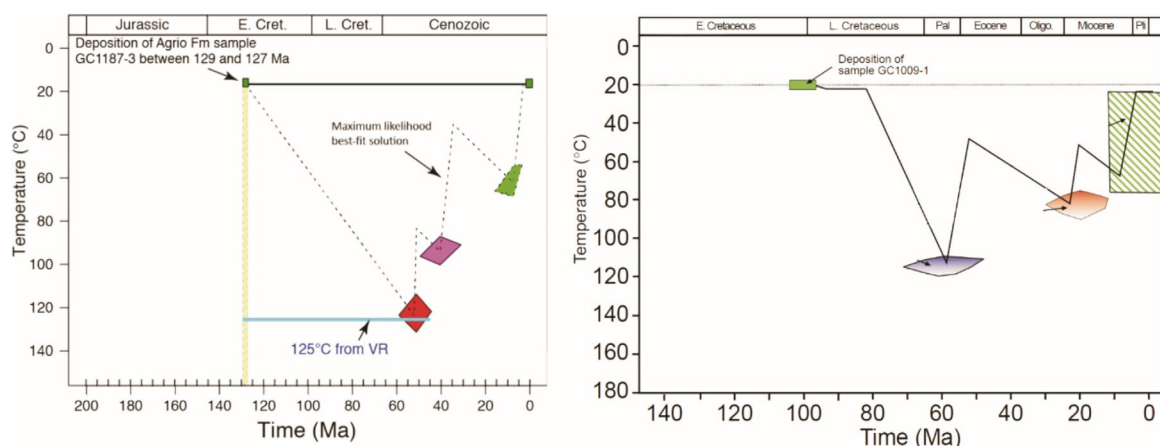


Figura 4. Ejemplos de diagramas tiempo-temperatura definidos a partir de trazas de fisión en apatita. Izquierda: muestra de afloramiento del Anticlinal Pichi Mula; Derecha: muestra de pozo de la zona del Dorso de los Chihuidos.

Con el fin de obtener un mejor ajuste del timing de las estructuras, se hicieron análisis termocronológicos (AFT) sobre muestras de superficie y pozos. De esta forma se pudieron definir tres pulsos de exhumación para las estructuras del sector externo de la faja plegada (Paleoceno, Eoceno y Mioceno), sumado a un evento de exhumación regional que habría afectado a la zona del engolfamiento durante el Oligoceno (Figura 4).

En el modelado se incluyeron los diques ígneos atravesados por diferentes sondeos a lo largo de la sección (Aguada San Roque, Rincón Chico), lo cual permitió evaluar la magnitud y extensión del efecto que tienen los intrusivos en la maduración de las rocas madre en esta posición de la cuenca. Se obtuvo una muy buena calibración de la temperatura, porosidad, riqueza orgánica (%COT) y madurez térmica para los diferentes sectores de la sección.

El modelo muestra una generación temprana de hidrocarburos que antecede a la formación de las principales estructuras en el oeste de la cuenca. Esto resulta particularmente notorio para los niveles generadores de las formaciones Los Molles y Vaca Muerta (Figura 5). Particularmente importante resulta el craqueo secundario de los petróleos generados en la Fm. Vaca Muerta, lo cual resultaría muy significativo para el desarrollo de sobrepresiones.

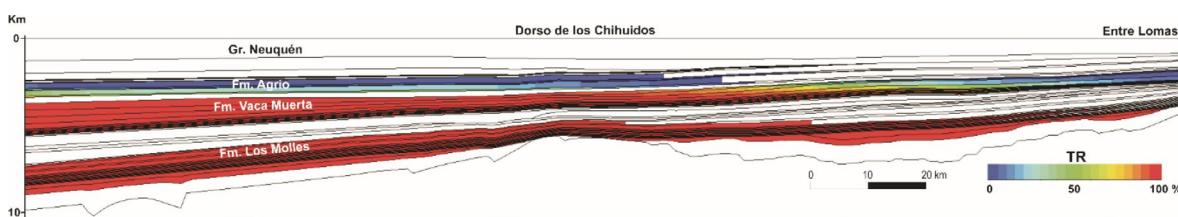


Figura 5. Cociente de transformación modelado para los 75 Ma.

Otro proceso importante que se desprende del modelado es la exhumación de las estructuras de la faja plegada y en la zona del engolfamiento. Este proceso generaría una disminución significativa de la sobrecarga, con aumento de sobrepresiones y una expulsión póstuma que favorecería la carga de las trampas generadas tardíamente. Este proceso ha sido descrito en otras cuencas por diferentes autores (English *et al.*, 2016).

Valle del Río Grande

Se realizó una sección estructural balanceada que cubre las estructuras de la Sierra Azul, El Manzano, Los Cavaos, Pampa Palauco, Rincón Amarillo, Rincón Colorido y Escorial de la Media Luna. La misma fue restituida de manera secuencial de forma tal de representar un modelo evolutivo que respete todos los antecedentes disponibles. Se usaron de referencia cerca de 40 pozos a lo largo de la sección, además de la geología de superficie y la información sísmica disponible (Figura 6).

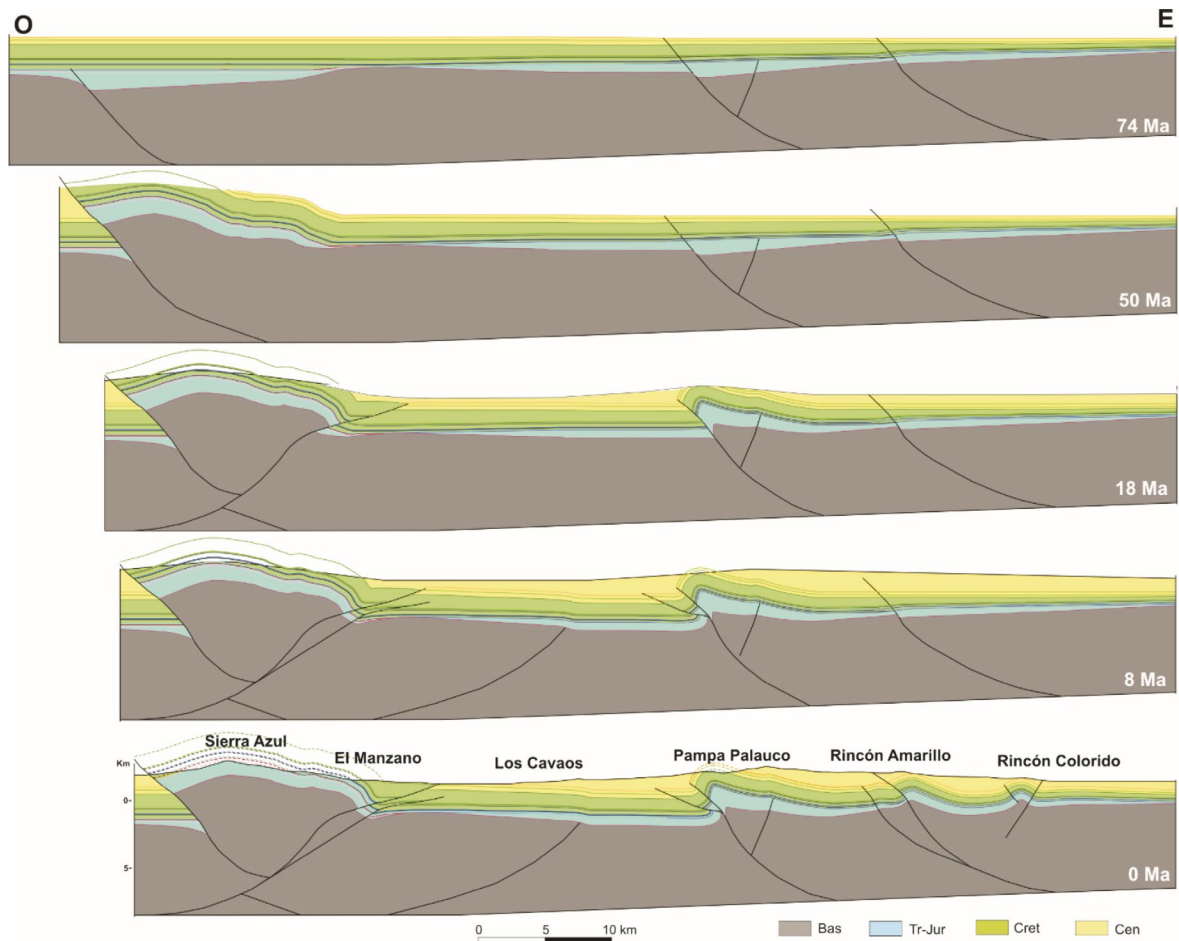


Figura 6. Sección estructural del Valle del Río Grande y la evolución estructural propuesta. Ubicación en la figura 1.

El modelado reprodujo adecuadamente las principales acumulaciones de hidrocarburos conocidas para las diferentes estructuras, y se logró una buena correlación entre las acumulaciones y el aporte relativo de cada una de las diferentes rocas madre que se identifican en este sector de la cuenca. De esta forma se pudo modelar el aporte de la roca madre lacustre del Liásico en la estructura de Pampa Palaucó y de la Fm. Vaca Muerta para las acumulaciones del Valle del Río Grande (Figura 7).

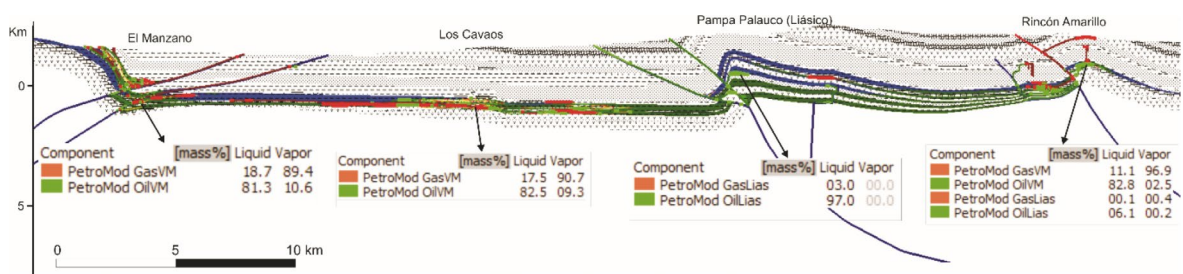


Figura 7. Acumulaciones modeladas en la sección del Valle del Río Grande. Los recuadros muestran el aporte relativo de las diferentes rocas madre (VM: Fm. Vaca Muerta, Lias: Liásico).

La generación de hidrocarburos de los niveles del Liásico lacustre en el depocentro de Pampa Palauco está condicionada por las diferentes cinéticas utilizadas en el modelado. En los casos en los que se utilizaron las cinéticas de librería para querógenos de tipo I (Behar *et al.*, 1997; Pepper y Corvi, 1995), el cociente de transformación no supera el 6%. Estos resultados son difíciles de explicar teniendo en cuenta los volúmenes acumulados en la estructura de Pampa Palauco. Una alternativa sería pensar que el depocentro original de Pampa Palauco sea sustancialmente más profundo del que fue modelado de forma tal que los cocientes de transformación alcanzados en dicho depocentro sean más altos. El problema de esta alternativa es que la madurez en dichos depocentros profundos resultaría más alta, lo cual no sería acorde a la madurez equivalente (%VRE) de los petróleos producidos en el yacimiento Pampa Palauco (%VRE: 0,6-0,7) (Villar *et al.*, 2008).

Otra opción, que se consideró más adecuada, fue correr los modelos utilizando cinéticas calculadas a partir de valores de índice de hidrógeno (IH) y madurez de la roca madre liásica, las cuales resultan más reactivas. Con dichas cinéticas se alcanzaron valores de cociente de transformación cercanos al 50% a la misma madurez. Estos últimos resultados serían consistentes con el análisis realizado por Villar *et al.* (2008), y podrían explicar los petróleos acumulados en el yacimiento de Pampa Palauco como provenientes de una roca madre lacustre con una madurez de 0.7% de reflectancia de vitrinita.

El modelo pone en evidencia el rol que habría jugado la estructura de Pampa Palauco como barrera para la migración hacia las estructuras del sector oriental. En las estructuras ubicadas en el sector oriental, Los Alpatacos, Rincón Amarillo, Rincón Colorido y Escorial de la Media Luna, se verifican acumulaciones muy pequeñas, con un aporte principal en los niveles generadores de las formaciones Vaca Muerta y Agrio, y aportes minoritarios del Liásico lacustre. Algunos autores han propuesto que la inversión tectónica inicial de la estructura de Palauco sería contemporánea con los niveles del Gr. Neuquén (Fennel *et al.*, 2015). Esto sería difícil de justificar teniendo en cuenta la calibración de la madurez obtenida en dicha estructura, la

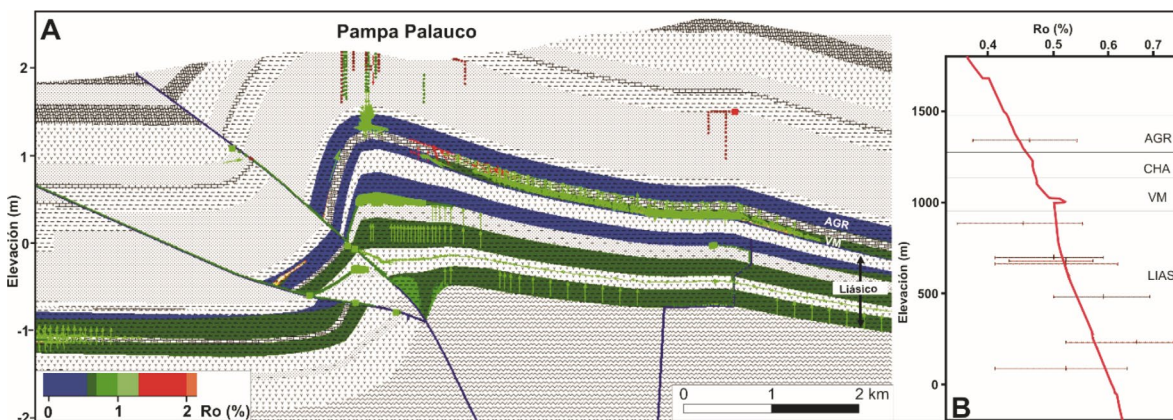


Figura 8. A: Madurez modelada en la estructura de Pampa Palauco. Los puntos verdes representan acumulaciones modeladas. B: Calibración de la madurez con datos de reflectancia de vitrinita provenientes de pozos.

cual solo se pudo lograr considerando una columna estratigráfica completa hasta los niveles superiores del Gr. Malargüe (Figura 8).

Otro de los puntos que se pudo analizar es la importancia que habría tenido la actividad ígnea para la generación de hidrocarburos. Los resultados muestran que al menos una parte importante de la generación de hidrocarburos (HC) estaría directamente relacionada a los filones capa que intruyen a los niveles generadores de las formaciones Vaca Muerta y Agrio. Los cocientes de transformación modelados son cercanos al 100% en el contacto con los intrusivos, mientras que fuera del área de influencia de los intrusivos no superaría el 10% (Figura 9).

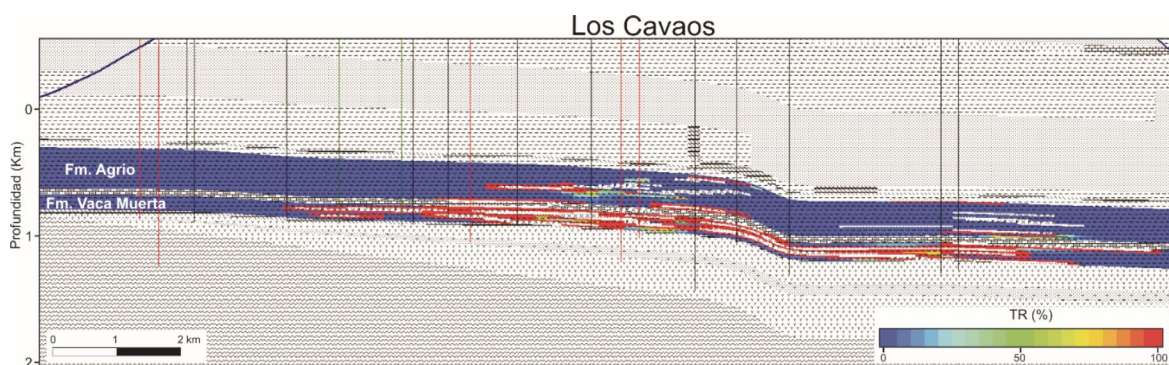


Figura 9. Cociente de transformación modelado en la zona de Los Cavaos.

Si bien el espesor afectado térmicamente por los intrusivos no resulta muy significativo, el sistema sería muy eficiente, con reservorios en contacto directo con los niveles generadores, y vías de migración muy cortas a través de las mismas fallas en las que se alojan los intrusivos. Algunos autores sugieren que en este sector de la cuenca, donde la cantidad y distribución de filones ígneos es muy importante, el impacto volumétrico en la generación de HC sería muy significativo (Spacapan *et al.*, 2018).

Faja plegada de Malargüe

Se realizó una sección estructural balanceada que cubre las estructuras de La Valenciana y Anticlinal Malargüe, y se extiende hasta la estructura de Llancanelo en la plataforma NE de la cuenca. La sección fue construida utilizando 8 pozos de referencia, además de la geología de superficie e información sísmica disponible. La misma fue restituida de manera secuencial, de forma tal de representar un modelo evolutivo que respete la mayor parte de los antecedentes disponibles (Figura 10).

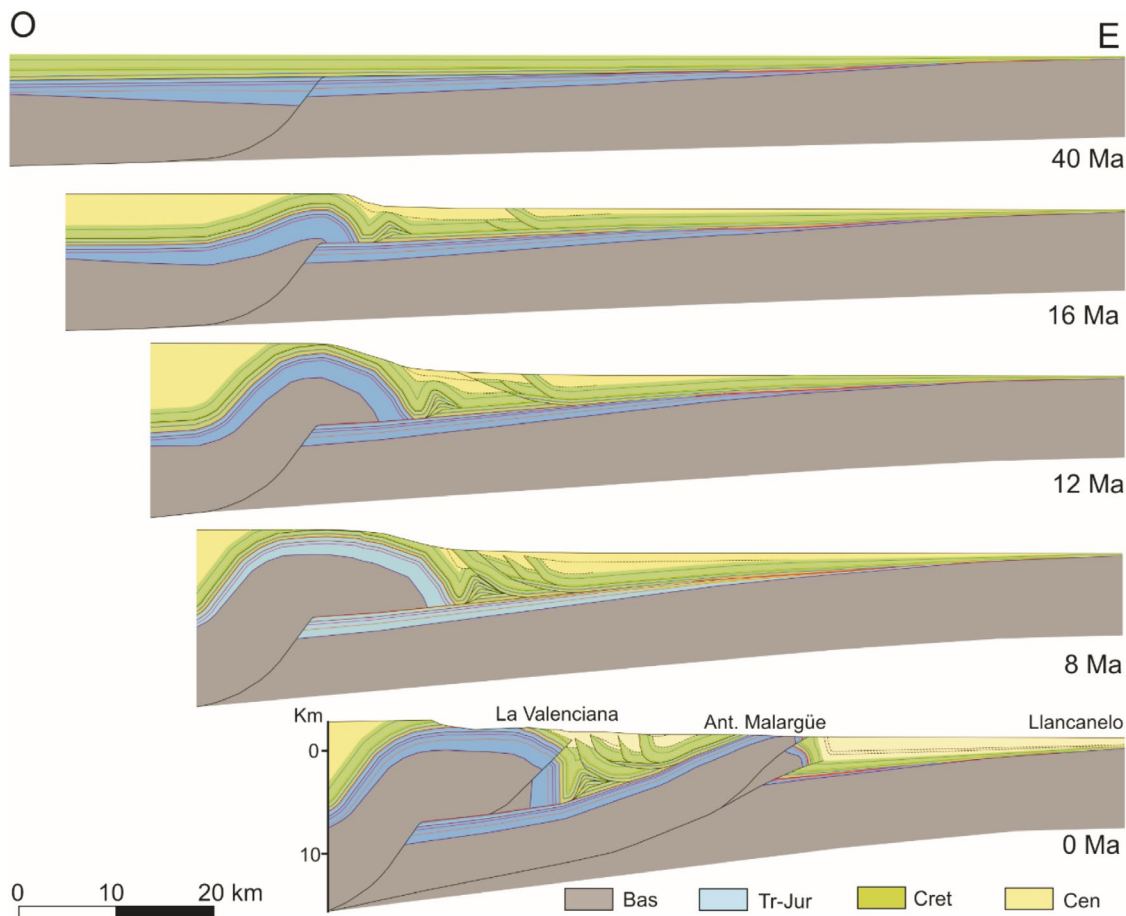


Figura 10. Sección estructural de la faja plagada de Malargüe con la evolución estructural propuesta. Ubicación en la figura 1.

Se pudo modelar una cocina principal en la posición de la cuenca de Pincheira-Ventana, ubicada entre las estructuras de La Valenciana y el Anticlinal Malargüe. De los modelos se infiere la existencia de dos pulsos de carga que explicarían las diferencias composicionales de los petróleos que se encuentran en este sector de la cuenca. De esta forma se pudieron modelar acumulaciones de petróleo del sector de plataforma, de baja madurez equivalente (%VRE 0,6), los cuales se habrían generado en la Fm. Vaca Muerta con anterioridad al desarrollo de la estructura del Anticlinal Malargüe (Figura 11).

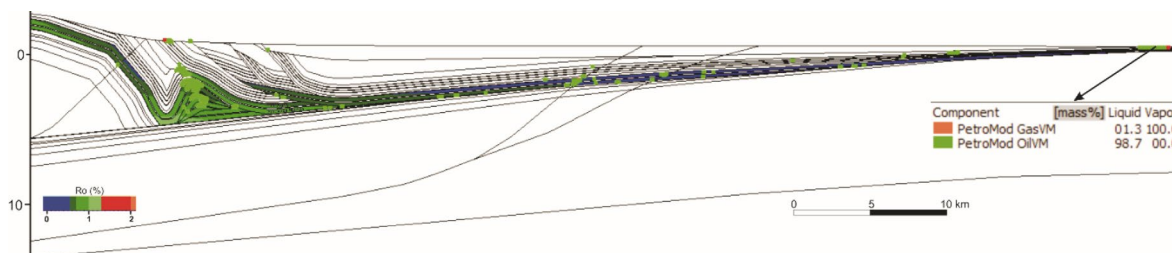


Figura 11. Madurez y acumulaciones modeladas previo al levantamiento del Anticlinal Malargüe. En el recuadro de la derecha se observa el aporte relativo en la acumulación modelada en el sector de plataforma (el subíndice VM se utilizó para identificar los HC provenientes de la Fm. Vaca Muerta en la zona de la subcuenca de Pincheira-Ventana).

Por otro lado, las acumulaciones del sector de La Brea y Doña Juana, con HC de mayor madurez equivalente (%VRE: 0,8-0,9), se habrían generado en una roca madre térmicamente más madura. Este aumento de madurez correspondería con el desarrollo de los depósitos Neógenos de la cuenca de Pincheira-Ventana (Figura 12).

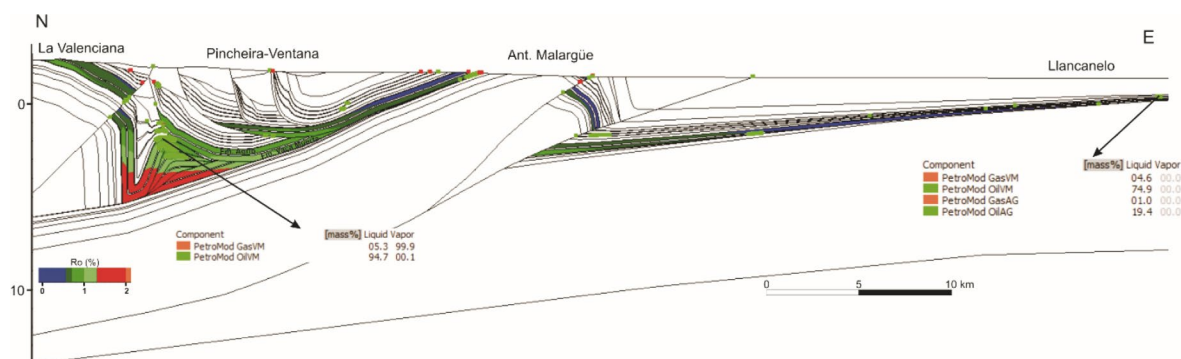


Figura 12. Madurez y acumulaciones modeladas posteriores al levantamiento del Anticlinal Malargüe. En el recuadro de la derecha se observa el aporte relativo en la acumulación modelada en el sector de plataforma (el subíndice VM se utilizó para identificar los hidrocarburos provenientes de la Fm. Vaca Muerta en la zona de la subcuenca de Pincheira-Ventana).

CONCLUSIONES

Los diferentes modelos muestran una gran complejidad y variedad de procesos involucrados en la generación, expulsión y acumulación de hidrocarburos en diferentes posiciones de la faja plegada de cuenca Neuquina. Estas variaciones responden a diferencias de la columna estratigráfica y de la evolución tectónica a distintas latitudes.

En la zona de la faja plegada del Agrio, donde la columna mesozoica es más espesa, la generación de hidrocarburos sería muy temprana. Al mismo tiempo, producto de mayor espesor de los sellos y de las rocas generadoras, se ve favorecida la retención de hidrocarburos líquidos y posterior craqueo secundario. La exhumación de los niveles generadores, producto de la deformación compresiva o de un levantamiento/erosión regional favorecería la expulsión tardía y la migración y carga de posibles trampas generadas previamente.

En la zona del Valle del Río Grande se modelaron los aportes desde las diferentes rocas madre identificadas en la zona. Se pone en evidencia la necesidad de utilizar cinéticas específica de laboratorio y/o calibradas para cada modelo. A su vez, se puede concluir que al menos parte de la generación de hidrocarburos generados en el Valle del Río Grande estaría directamente relacionada a los filones capa que intruyen a los niveles generadores de las formaciones Vaca Muerta y Agrio.

En la zona de Malargüe se modelaron dos pulsos de generación y expulsión que permiten explicar las diferencias composicionales que se observan entre los petróleos de la zona de plataforma y de la zona ubicada al oeste del Anticlinal Malargüe.

CONSIDERACIONES FINALES

El modelado de sistemas petroleros, aun en situaciones tectónicamente muy complejas, permite identificar los elementos y procesos críticos del sistema petrolero en cada área, probar diferentes escenarios de factores geológicos con alta incertidumbre y obtener un resultado que puede validarse con los datos de laboratorio y la ocurrencia de hidrocarburos en cada zona.

Es importante realizar un análisis crítico de las cinéticas en las simulaciones, utilizando preferentemente aquellas específicas de cada roca madre determinadas en laboratorio o calibrando las de librería con datos de campo.

REFERENCIAS

- Behar, F., Vandenbroucke, M., Tang, Y., Marquis, F., Espitalie, J., 1997. Thermal cracking of kerogen in open and closed systems: determination of kinetic parameters and stoichiometric coefficients for oil and gas generation. *Organic Geochemistry* 26, 321-339.
- Boll, A., Alonso J., Fuentes F., Vergara M., Laffitte G., Villar H.J., 2014. Factores controlantes de las acumulaciones de hidrocarburos en el sector norte de la Cuenca Neuquina, entre los ríos Diamante y Salado, Provincia de Mendoza, Argentina. IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Mendoza, Argentina.
- Brisson, I.E., 2011. Revisión de los sistemas petroleros en el bloque bajo de la estructura de Filo Morado. Informe interno YPF.
- Brisson, I.E., Veiga, R., 1999. Gira de campo, Cuenca Neuquina, YPF. Informe inédito.
- Cruz, C.E., Villar, H.J. y Muñoz, N., 1996, Los sistemas petroleros del Grupo Mendoza en la fosa de Chos Malal. Cuenca Neuquina, Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos AGA-IAPG. Actas I, 223-242, Buenos Aires.
- Gómez Omil, R., Caniggia, J., Borghi, P., 2014. La Formación Vaca Muerta en la Faja Plegada de Neuquén y Mendoza. Procesos que controlaron su madurez. IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Mendoza, Argentina.
- English J.M., English, K.L., Dermont V.C., Toussaint F., 2016. Exhumation charge: The last gasp of a petroleum source rock and implications for unconventional shale resources. *AAPG Bulletin*, v. 100, 1-16.
- Fasola, M. 2016. Caracterización de hidrocarburos del pozo YPF.MdN.LoAl.x-1, Bloque Los Alpatacos. Reporte interno, YPF.
- Fennell, L.M., Folguera, A., Naipauer, M., Gianni, G., Rojas Vera, E., Bottesi, G., Ramos, V.A., 2015. Cretaceous deformation of the southern Central Andes: synorogenic growth strata in the Neuquén Group (35° 300-37° S). *Basin Research*, 1-22.
- Hantschel, T. y Kauerauf, A.I. 2009. *Fundamentals of basin and petroleum systems modeling*. Springer, 476 p., New York.
- Lampe, C., K. Kornpihl, S. Sciamanna, T. Zapata, and G. Zamora, 2006, Petroleum systems modeling in tectonically complex areas: A 2-D migration study from the Neuquén Basin, Argentina: *Journal of Geochemical Exploration*, v. 89, p. 201-204

- Manceda, R., Figueroa, D., 1993. La inversión del rift mesozoico en la faja fallada y plegada de Malargüe, Mendoza. XII° Congreso Geológico Argentino y II° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Actas 3: 219-232.
- Pepper, A., Corvi, P.J., 1995. Simple kinetic models of petroleum formation. Part 1: oil and gas generation from kerogen. *Marine and Petroleum Geology* 12 (3), 291-319.
- Ramos, V. A., y Folguera, A., 2005, Tectonic evolution of the Andes of Neuquén: Constraints derived, from the magmatic arc and foreland deformation, in *The Neuquén Basin, Argentina: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics*, edited by G. D. Veiga *et al.*, Geological Society Special Publication 252, 15 – 35.
- Rodríguez Monreal, F., 2005. Geoquímica de rocas madre y petróleos asociados a la intrusión de cuerpos ígneos en las cuencas Neuquina y Cuyana. Informe interno YPF.
- Rodríguez Monreal, F. y Zamora Valcarce, G., 2008. Interpretación de los eventos de estructuración y erosión en el bloque Cerro Arena (Dorso de los Chihuidos) a partir de la integración de modelos 1D con datos de AFTA del pozo YPF.Nq.CA.x-4. Informe interno YPF.
- Spacapan, J.B., Palma J.O., Galland O., Manceda R., Rocha E., D’Odorico A., Leanza H.A., 2018. Thermal impact of igneous sill-complexes on organic-rich formations and implications for petroleum systems: A case study in the northern Neuquén Basin, Argentina. *Marine and Petroleum Geology* 91: 519-531.
- Uliana, M.A. y Legarreta, L., Laffitte G. y Villar, H., 1999b, Estratigrafía y geoquímica de las facies generadoras en las cuencas petrolíferas de Argentina, IV Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Tomo 1, p-1-91. Buenos Aires.
- Vergani, G. D., Tankard, J., Belotti, J., Welsink, J., 1995. Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén Basin, Argentina. En: Tankard, A. J., Suárez, R., Welsink, H.J. (eds), *Petroleum Basins of South America*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 383-402.
- Villar, H., Legarreta, L., Cruz, C., Laffitte, G. y Vergani, G., 2005, Los cinco sistemas petroleros coexistentes en el sector sudeste de la Cuenca Neuquina: definición geoquímica y comparación a lo largo de una transecta de 150 km. VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, Actas CD-ROM- 17 p., Mar del Plata.
- Villar, H.J., G.A. Laffitte, L. Legarreta, C. Haring y R. Varadé, 2008. Las facies orgánicas no marinas de la Cuenca Neuquina: su caracterización a partir de registros geoquímicos de pelitas querogénicas y petróleos. XVII Congreso Geológico Argentino, Actas II, pp. 803, S.S. Jujuy, Argentina.
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T.R., del Pino, D. y Ansa, A., 2006. Structural evolution and magmatic characteristics of the Agrio fold-and-thrust belt. En: Kay, S.M., Ramos, V.A. (eds.), *Evolution of an Andean Margin: A Tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S lat)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 125-145.



**10° CONGRESO DE
EXPLORACIÓN Y
DESARROLLO DE
HIDROCARBUROS**

**Energía y Sociedad
aliados inseparables
Mendoza 2018**