

Nuevo enfoque en la interpretación estructural del cabalgamiento de Chazuta en la zona central de la cuenca de Huallaga, Perú.

Rubén Pérez-Martín, Fuencisla Cañadas Blasco, Elvis Roque Chirinos, Gonzalo Zamora Valcarce

Repsol Exploración Perú, Victor A. Belaunde 171, piso 3, Lima, Perú

Resumen

La cuenca de Huallaga se encuentra situada en la zona subandina peruana. Es una cuenca poco explorada históricamente debido a las dificultades geográficas y geopolíticas que ha presentado y a que el único pozo Ponasillo 1X, perforado en 1992, resultó fallido. Esta cuenca se caracteriza por una serie de anticlinales elongados NW-SE separados por sinclinales con una importante secuencia terciaria. El límite este de la cuenca viene definido por la existencia de 2 cabalgamientos principales, las fallas de Chazuta y Shanusi.

Durante el estudio de la cuenca, se ha realizado la interpretación de la línea sísmica 91mph-24, la cual se ha tomado como base para la elaboración de una sección estructural.

Los resultados de este estudio muestran la existencia de al menos 2 niveles de despegue relacionados con depósitos evaporíticos; uno probado en campo en la base de la Fm. Sarayaquillo y otro posible, más profundo, en la base del Gr. Pucará, equivalente con las evaporitas en el tope del Gr. Mitu que se encuentran en la cuenca de Santiago. Esta nueva interpretación haría posible la existencia de un nuevo play estructural basado en el Gr. Pucará no probado anteriormente.

Introducción

La cuenca de Huallaga se encuentra englobada en el subandino peruano, dentro del sistema moderno de cuencas de antepaís desarrollado durante la orogenia Andina. Se trata de una cuenca elongada de más de 500 km de longitud y 200 de ancho situada entre los 75°W-77°W y 6°S-9°S (Figura 1). Geográficamente limita hacia el norte con la cuenca del río Santiago, hacia el Oeste con la cordillera de los Andes, hacia el sur se estrecha progresivamente hasta acabar en el alto del Shira; y hacia el Este limita con la cuenca del río Marañón, de la que se encuentra separada por los cabalgamientos frontales de Chazuta y Shanusi.

Desde el punto de vista geológico, es una zona altamente compleja. Aparece una sucesión de diversos eventos tectónicos de carácter extensivo y compresivo. El último evento, la Orogenia Andina, es la que le otorga la configuración actual, a través de una deformación de tipo piel fina que permite el desarrollo de sistemas de grandes cabalgamientos de vergencia NNW-SSE, sobreimpuestos a estructuras de inversión tectónica, como la observada en el Domo de Tiraco, que estarían causadas por inversión de estructuras extensivas tipo graben desarrolladas durante las fases de rifting previas (Sempere et al., 2002).

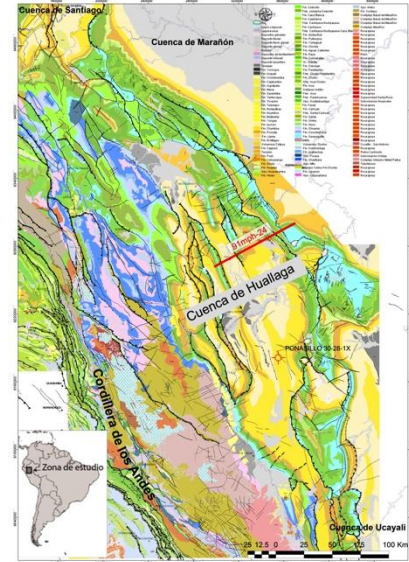


Figura 1 Situación geográfica de la Cuenca de Huallaga y mapa geológico de las principales características estructurales de la zona

La morfología actual de la cuenca está ligada a la existencia de complejos sistemas de cabalgamientos, cuya expresión en superficie se corresponde con afloramientos cretácicos en forma de serranías, separadas por profundos sinclinales con grandes espesores terciarios.

Desde el punto de vista de exploración petrolífera, la cuenca se encuentra escasamente explorada. La situación política en el pasado y la escarpada orografía del terreno, han dificultado la exploración hasta la fecha, existiendo en la zona únicamente 2 campañas sísmicas situadas en el este de la cuenca y desarrolladas por Mobil Exploración en los años 90-92 de 1600 km de longitud, junto un único pozo, Ponasillo 30-28-1X, cuyo objetivo estaba fijado en los reservorios cretácicos y resultó fallido. Debido a esto la zona se considera una de las provincias frontera de Perú.

Estratigrafía

Los estudios de campo realizados en la cuenca de Huallaga, revelan la presencia de sedimentos con edades comprendidas entre el Pérmico (que afloran en el oeste de la cuenca) y el Neógeno. La distribución de sedimentos se puede dividir principalmente en dos grandes secuencias, pre-Andina y Andina (Figura 2).

La secuencia pre-Andina se inicia con el depósito del Grupo Mitu, formado por materiales de relleno de espesor variable y facies muy diversas en las que se cuenta con la presencia de materiales volcánicos intercalados y que corresponde con el relleno de los depocentros de rift. Hacia la parte final de la secuencia, e intercalados con secuencias de capas rojas, se han localizado depósitos de tipo evaporítico, a los que varios estudios (Benavides, 1968; Rodríguez y Chalco, 1975; Mobil, 1991) asignan una edad Permo-Triásica y por tanto se situarían en la fase final de deposición de dicho grupo.

Sobre el Gr. Mitu, se localiza el Grupo Pucará, que corresponde con la entrada de la influencia marina en la cuenca durante el Jurásico. Tiene una extensión regional y está formado por el depósito de carbonatos y lutitas pelágicas con alto contenido en materia orgánica. Sobre el Grupo Pucará se encuentra la Fm. Sarayaquillo. Esta formación está compuesta por depósitos de capas rojas. Según estudios de geología de superficie, se ha encontrado que en su parte más basal hay alternancia de depósitos evaporíticos, principalmente de tipo anhidritico, aunque de manera más localizada también se encuentran halita y carnalita.

Sobre la Fm. Sarayaquillo y en forma de discordancia regional, se depositan sedimentos del Cretácico inferior de las formaciones Cushabatay, Raya y Agua Caliente.

La secuencia Andina corresponde a una secuencia de depósitos marinos a continentales en la que se depositan las formaciones Chonta y Vivian. Sobre los sedimentos cretácicos se localiza la secuencia cenozoica (Fms. Yahuarango, Chambira, Pozo, Ipururo), caracterizada por grandes espesores, de más de 3000 metros, incluso pudiendo llegar a 8000 metros en el depocentro de los sinclinales generados durante la actividad orogénica (Hermoza et al., 2005).

Estilo estructural

La cuenca se caracteriza por pliegues muy elongados en sentido NW-SE con longitudes de hasta 120 km

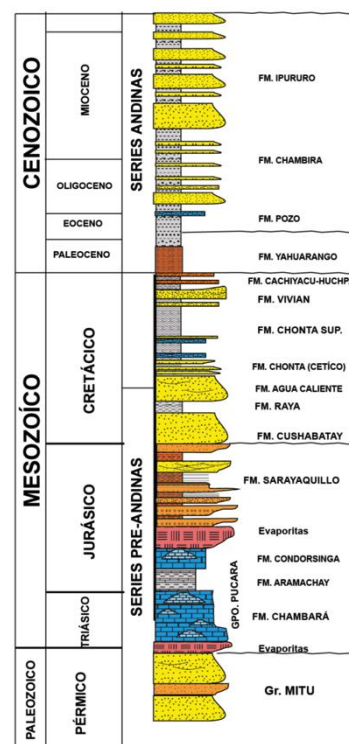


Figura 2. Columna estratigráfica sintética para la Cuenca de Huallaga según los resultados de los estudios de superficie

en superficie. En el núcleo de los anticlinales afloran predominantemente los depósitos jurásicos de la Fm. Sarayaquillo. Dichos sedimentos están separados por sinclinales donde los espesores estimados de depósitos cenozoicos llegarían a superar los 3000 m.

Los trabajos Mobil en los años 90 en la zona, interpretan la existencia de inversiones de basamento profundas y sistemas diapíricos a partir de las evaporitas triásicas (Gr Mitú/Gr.Pucará).

Trabajos posteriores interpretan la zona como una faja plegada de piel fina (Gil, 2001; Hermoza et al., 2005) formada por pliegues de propagación y/o de flexión con un nivel de despegue regional en la base de los depósitos carbonatados del Gr. Pucará. El desarrollo de estas estructuras se iniciaría en el límite oeste de la cuenca, correspondiente a los Andes, y avanzaría progresivamente hacia el este de la cuenca, culminando en un gran cabalgamiento frontal que sirve de límite con la cuenca de Marañón.

Interpretación sísmica

Para la interpretación se ha empleado la versión PSTM de la línea sísmica mph91-24, integrada con el empleo de mapas de superficie. A partir de la calibración sísmica con el sismograma sintético del pozo Shanusi 2X, se logró identificar y correlacionar los horizontes clave sobre las escamas presentes.

Los horizontes principales identificados son:

·Triásico – Jurásico

Grupo Pucará el cual está conformado por secuencias estratigráficas carbonatadas. Al tope de esta secuencia se identificó la presencia de sedimentos evaporíticos de tipo sabkha que actúan probablemente como superficie de despegue y desplazamiento de las principales fallas.

Por otro lado sobreyaciendo concordante a estas evaporitas se observa el contacto con la Formación Sarayaquillo que consta principalmente de areniscas grises rojizas, lodolitas rojas y marrones con intercalaciones de capas delgadas de conglomerados y algunas arcillitas. Una característica importante que mencionar es su resistencia a la erosión y la expresión topográfica de grandes farallones.

·Cretáceo

Se identificó a las secuencias estratigráficas de areniscas y lutitas que conforman al Gr. Oriente

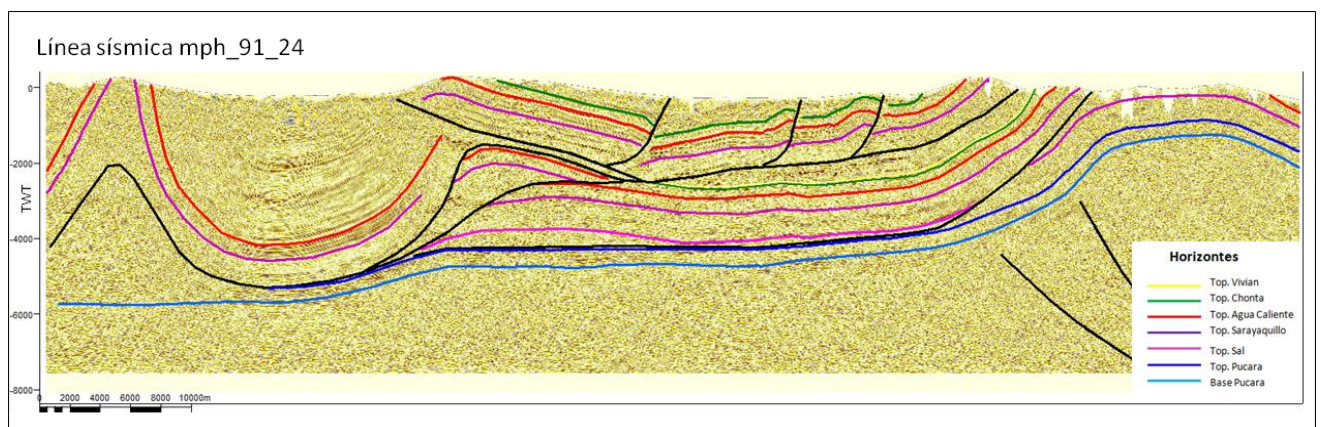


Figura 3 Interpretación sísmica TWT de la línea 91mph-24. Se muestran los principales horizontes interpretados

(Formaciones Agua Caliente, Raya y Cushabatay), que sobreyacen mediante una superficie levemente discordante a la Formación Sarayaquillo. Por otro lado, sobreyaciendo al Gr. Oriente se identificaron las formaciones Chonta y Vivian.

El sistema de fallas está definido por fallas de sobrecorrimiento de bajo ángulo, siendo la principal la Falla de Chazuta, con vergencia hacia el Este y representa el plano de falla superior de nuestra sección sísmica, con un desplazamiento estimado de 38 a 42 Km y la Falla de Shanusi también con vergencia hacia el Este y representa el plano de falla inferior con un desplazamiento menor, aproximadamente de 8 Km.

La interpretación del Anticlinal de Saposoa se ha realizado en base a la información de superficie, debido a la mala calidad de la señal. El resto de la línea sísmica presenta mayor calidad y se pueden identificar estructuras que se aprecian en superficie, como el retrocabalgamiento de Castilla, que presenta una vergencia hacia el SW, distinta a la que se observa en el resto de estructuras.

Nuevo Modelo estructural

Los trabajos más recientes de superficie, muestran potencias menos desarrolladas de evaporitas que las propuestas por Mobil. Las investigaciones realizadas en el campo revelan, a su vez, que dichos depósitos están compuestos principalmente por anhidrita con concentraciones muy locales de halita. En la información sísmica no se observan estructuras propias de áreas afectadas por halokinesis, como identifican modelos anteriores, sino más propias de pliegues de despegue, que serían más acordes al estilo estructural compresivo que se ha desarrollado en la zona.

Mediante el empleo de software de modelado geológico (2D Move – Midland Valley) se ha realizado una sección estructural, en la que se han integrado datos de interpretación sísmica, datos procedentes de mapas de superficie disponibles y datos de campo (Figura 4).

La interpretación realizada permite la identificación de un modelo estructural de tipo compresivo con el desarrollo de estructuras de tipo piel fina a lo largo de toda la sección.

A lo largo de la sección se pueden identificar 4 estructuras principales, de oeste a este: Anticlinal de Saposoa, Retrocabalgamiento de Castilla, Falla de Chazuta y Falla de Shanusi.

Los datos de superficie en la parte occidental de la cuenca (anticlinal de Saposoa) muestran flancos con buzamientos de alto ángulo (60°-80°) describiendo anticlinales simétricos, separados por profundos sinclinales, lo que hace pensar en una cinemática de pliegues de despegue.

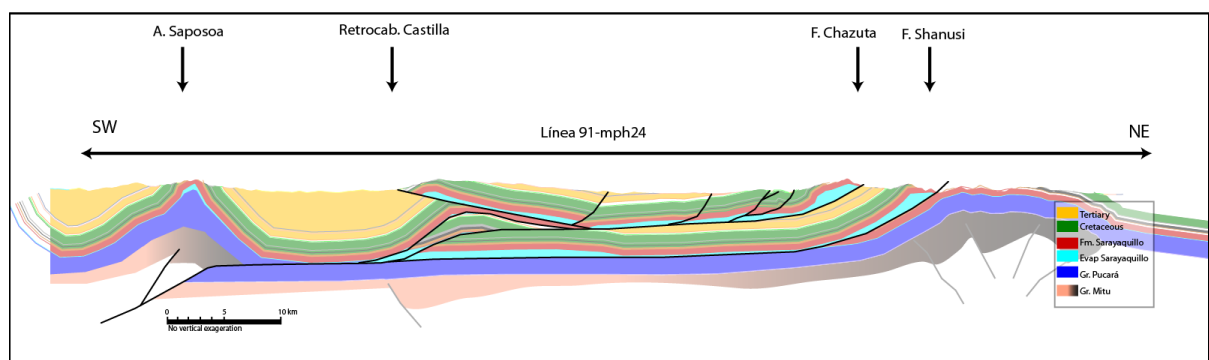


Figura 4 Sección Estructural de la línea 91mph-24. Se indican las principales estructuras identificadas

Modelos recientes basados en el cálculo de las profundidades de despegues (Perez-Martín y Zamora-Valcarce, 2012) indican que este anticlinal se puede relacionar con la existencia de 2 fases de deformación:

- 1/ Una inicial en la que los anticlinales se formarían mediante pliegues de despegue a partir de las evaporitas de la Fm. Sarayaquillo.

- 2/ Una segunda fase, donde se desarrollarían estructuras ligadas con despegues más profundos a través las evaporitas situadas al tope del Gr. Mitu.

La parte oriental, caracterizada por la falla de Chazuta, con un desplazamiento estimado de 38-42 km, y la falla de Shanusi con 8 km, muestra una cinemática propia de fault-bend fold.

Estos desplazamientos no pueden ser acomodados utilizando sólo un nivel de despegue en las evaporitas de la fm. Sarayaquillo, ya que una rápida restauración por longitud de líneas muestra que las serranías existentes tienen acortamientos de entre 5 y 7 km. Por lo tanto, para explicar estas diferencias de desplazamientos sería necesario involucrar niveles más profundos en la deformación que permitan acomodar los acortamientos observados en la sección presentada. Esto puede ser explicado con la existencia de un nivel de despegue inferior posiblemente en el tope del Gr. Mitu, que involucraría todo el Gr. Pucará en la deformación.

No son muchas las evidencias de la presencia de evaporitas del Gr. Mitu en la cuenca de Huallaga, únicamente algunas dataciones de Sr (Benavides, 1968) y el conocimiento regional permiten considerar su presencia en el subsuelo de la cuenca, al encontrarse el Gr. Mitu aflorando en la parte oeste de la cuenca y al haber localizado fragmentos de Pucará incluidos dentro de evaporitas en recientes estudios de superficie de la cuenca. Estas constituirían una superficie de despegue adecuada a través de la cual se desarrollaría la segunda etapa de deformación, con estructuras de tipo fault-bend fold más profundas. Estas estructuras más profundas compensarían la diferencia de desplazamiento observada en la Falla de Chazuta.

Conclusiones

Las estructuras definidas muestran un nuevo enfoque a la exploración de hidrocarburos en la cuenca de Huallaga. Los nuevos modelos estructurales permiten el desarrollo de nuevos conceptos de plays en depósitos pre-cretácicos, anteriormente no contemplados, como los carbonatos del Gr. Pucará.

References

- Benavides, V. (1968). - Saline deposits of South America, en R.B. Mattox (ed.) *Saline Deposits Geol. Soc. Amer. Sp. Paper*. Vol 88, p 249-290.
- Gil, W. (2001) - Evolution laterale de la deformation d'un front orogenique: Exemple des bassins subandins entre 08 et 168S. Thesis, Université PaulSabatier, Toulouse, p. 150.
- Hermoza W, Brusset S., Baby P., Gil W., Roddaz M., Guerrero N., Bolaños R., (2005). - The Huallaga foreland basin evolution: Thrust propagation in a deltaic environment, northern Peruvian Andes, *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 19, Issue 1, p. 21-34
- Mobil Exploration (1991) – Surface Geology and locations of seismic lines & Cross Sections in *Huallaga Basin Compilation Report* by Rodríguez A.
- Pérez-Martín, R. y Zamora-Valcarce, G. (2012) - Nuevo enfoque estructural en la Cuenca de Huallaga, y su implicación en la Exploración de Hidrocarburos. En *Simposio Bolivariano XI*.
- Rodríguez, A., y Chalco, A. (1975) - Cuenca Huallaga, Reseña geológica y posibilidades petrolíferas. *Bol Soc.. Geol. del Perú*, T.45, p. 187-212.
- Sempere, T., Carlier, G., Soler, P., Fornari, M., Carlotto, V., Jacay, J., Arispe, O., Neraudeau, D., Cardenas, J., Rosas, S., Jimenez, N. (2002). – Late Permian-Middle Jurassic lithospheric thinning in Peru and Bolivia, and its bearing of Andean-age tectonics. *Tectonophysics*.