



Probable valle inciso, descrito a través de secciones geológicas, Campo gasífero Santa Rosa, estado Anzoátegui, Venezuela

Probable incised valley, described through geological sections, Santa Rosa gasfield, Anzoátegui state, Venezuela

Provável vale inciso, descrito por meio de seções geológicas, campo de gás de Santa Rosa, estado de Anzoátegui, Venezuela

Edgar Chacín Benedetto¹

Recibido: 9-3-25; Aprobado: 21-4-25

¹ Geólogo, Consultoría GPSI. Correo-e: ejchb1965@gmail.com

Resumen

Las areniscas de la Formación Las Piedras del Mioceno Tardío-Plioceno, yacen sobre las capas inclinadas de la Formación Oficina del Mioceno Temprano – Medio, formando una discordancia de tipo angular. En el campo Santa Rosa de la Subcuenca de Maturín en Venezuela, estas areniscas conforman el relleno de una cicatriz erosiva de +/- 9 km de ancho, alcanzando aproximadamente los 40 m de espesor. Como resultado de la elaboración de las secciones geológicas, tomando como plano de referencia varios cuerpos de lutitas, se interpreta la presencia de un relleno de valle inciso para las areniscas basales de la Formación Las Piedras.

Abstract

The sandstones of the Las Piedras Formation of the Late Miocene-Pliocene, lie on the inclined layers of the Oficina Formation of the Early - Middle Miocene, forming an angular unconformity. In the Santa Rosa gasfield of the Maturín Subbasin in Venezuela, these sandstones form the fill of an erosion scar +/- 9 km wide, reaching approximately 40 m thick. As a result of the preparation of the geological sections, taking several shale bodies as a reference plane, the presence of an incised valley fill for the basal sandstones of the Las Piedras Formation is interpreted.

Resumo

Os arenitos da Formação Las Piedras, do Mioceno Superior ao Plioceno, recobrem camadas inclinadas da Formação Oficina, do Mioceno Inferior ao Médio, formando uma discordância angular. No campo de Santa Rosa, na Sub-bacia de Maturín, na Venezuela, esses arenitos preenchem uma cicatriz de erosão com aproximadamente 9 km de largura e 40 m de espessura. As seções geológicas, utilizando diversos corpos de xisto como plano de referência, indicam a presença de um preenchimento de vale inciso nos arenitos basais da Formação Las Piedras.

Palabras clave/Keywords/Palabras-chave:

Angular unconformity, Areniscas, Arenitos, Discordância angular, Discordancia angular, Formação Las Piedras, Formación Las Piedras, Incised valley fill, Las Piedras Formation, Maturín Sub-basin, Preenchimento de vale inciso, Relleno de valle inciso, Sandstones, Sub-bacia de Maturín, Subcuenca de Maturín.

Introducción

En este trabajo se muestra el primer avance de la investigación que permitirá ejecutar un estudio más detallado con carácter regional, empleando secciones sísmicas, descripción de núcleos y estudios bioestratigráficos, así como también analizar los campos que se ubican del lado suroccidental para precisar si existen otros valles incisos y su relación genética.

A nivel regional, el área Mayor de Anaco se encuentra localizada en la Cuenca Oriental de Venezuela, de forma sectorial, en la parte central del estado Anzoátegui, (Figura 1), está compuesta por varios campos gasíferos, entre ellos: El Toco, Santa Ana, San Roque, San Joaquín, El Roble, Guarío, Anaco y Santa Rosa, (Figura 1), los cuales son domos alineados con dirección preferencial N 50° E, y están caracterizados por presentar estructuras plegadas, presentan un desplazamiento de 4.000 pies sobre el lado levantado del Corrimiento de Anaco.

Estos levantamientos dómicos están separados por sillas estructurales bien diferenciadas que normalmente separan los cuerpos productores de los campos.

El área sobre la cual se realizaron las secciones geológicas cubre el campo Santa Rosa, el cual cuenta con una población de 354 pozos.

Siguiendo la dirección preferencial de N50°E del corrimiento de Anaco, se realizaron secciones estratigráficas y estructurales de dirección paralela NE-SO (A-A') y perpendicular NO-SE (B-B') (Figura 2), tomando como plano de referencia, el contacto entre las Formaciones Las Piedras y Oficina.

Contexto geológico y estratigrafía

La estructura del Área Mayor de Anaco está definida por (González de Juan a et al. y Di Croce, et al.).

La estratigrafía del Campo Santa Rosa penetrada y conocida hasta la fecha, comprende las formaciones del Cretácico hasta el Holoceno.

El Cretácico está representado por las formaciones San Antonio, San Juan y Querecual, es la roca madre por excelencia de los hidrocarburos de la Cuen-

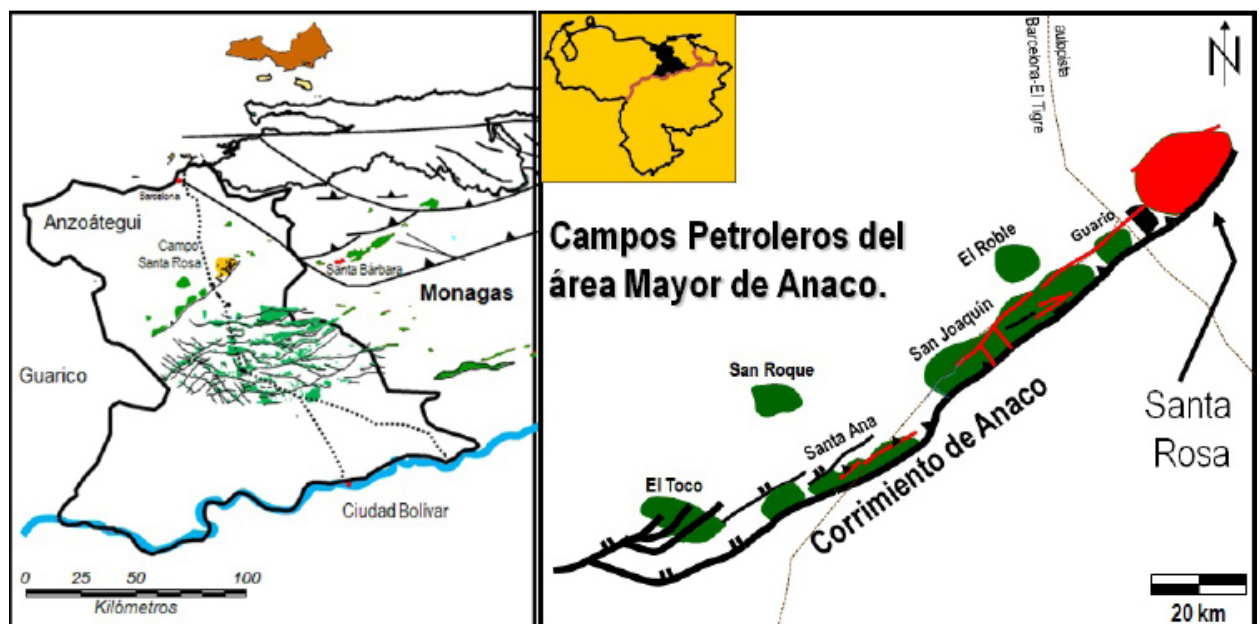


Figura 1. Ubicación del área estudiada. Diseño del autor para este trabajo.

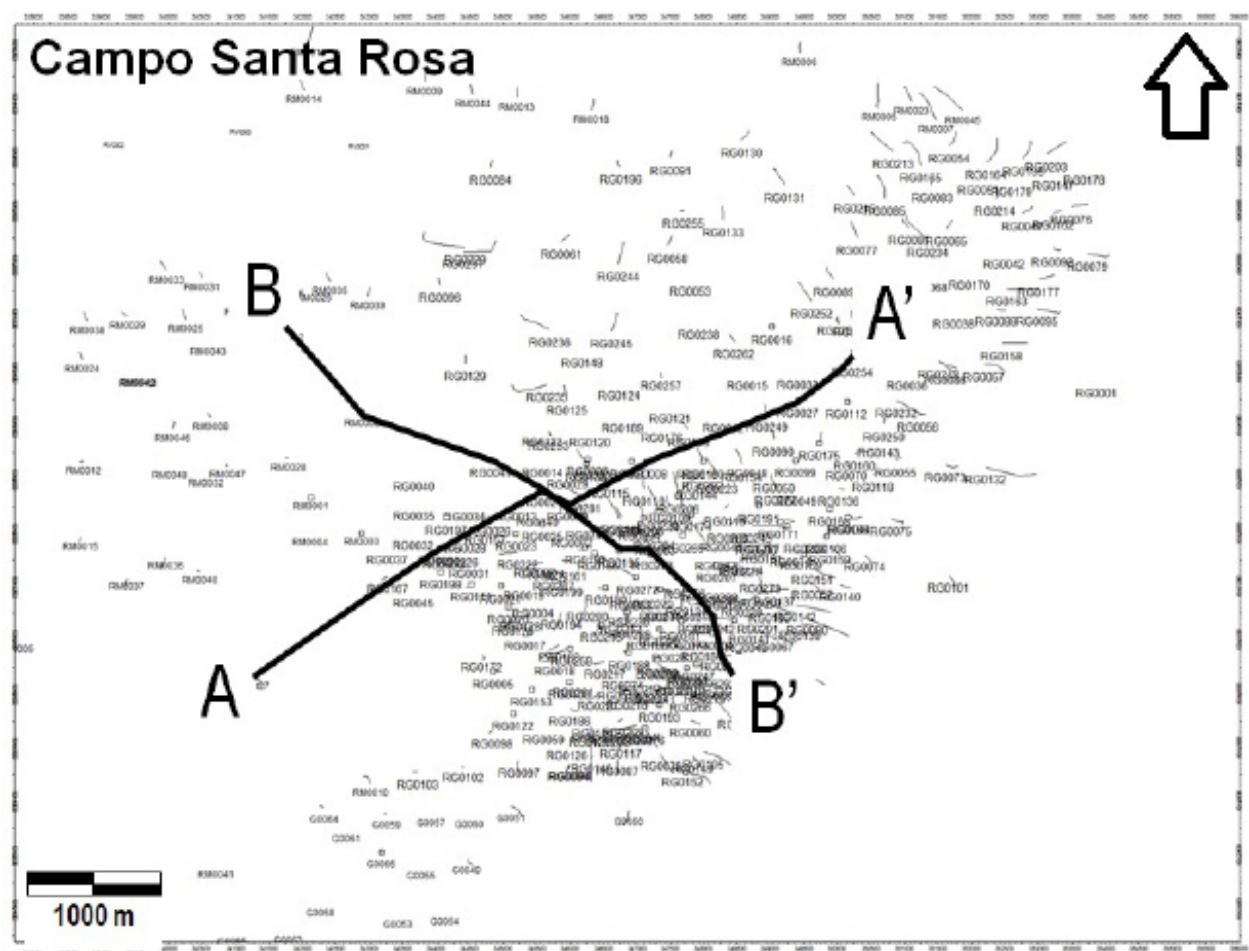


Figura 2. Secciones geológicas del campo Santa Rosa.

ca Oriental de Venezuela, (Campos et al., 1985).

El Cenozoico está integrado por las formaciones: Vidoño, Caratas, Merecure, Oficina, Las Piedras, Formación Mesa y, finalmente, los actuales aluviones, (Figura 3).

La Formación Freites, ampliamente conocida en la Cuenca Oriental, en el campo Santa Rosa está ausente. De allí que la Formación Las Piedras descansa de manera discordante sobre la Formación Oficina, donde está presente una arenisca basal (Figura 4).

Formación	Edad	Gr	Rt
Mesa	Pleistoceno		
Las Piedras	Mioceno Tardío Plioceno		
Oficina	Mioceno Temprano Medio		
Merecure	Oligoceno		
Temblador	Cretácico		
Basamento	Precámbrico		

Figura 3. Estratigrafía tradicional del campo San Rosa.
Diseño del autor para este trabajo.

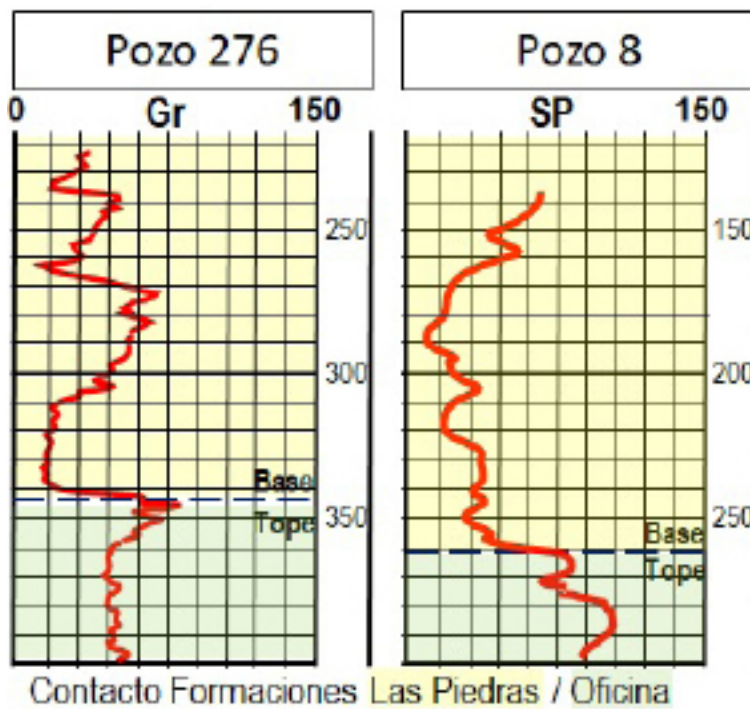


Figura 4. Registros GR y SP pozo 276 y 8, mostrando el contacto de las formaciones Las Piedras y Oficina.

De todas ellas, la formación más importante por su producción acumulada (NP) y reservas petrolíferas es la Formación Oficina, representando el 84 % de lo producido, siguiendo en orden descendente: Formación Merecure (15 %), Formación San Juan (0,9 %) y la Formación San Antonio (0,1 %).

Formación Oficina

Se presenta en el subsuelo de todo el flanco sur de la cuenca oriental de Venezuela, (Figura 1) en los estados Anzoátegui y Monagas; según González de Juana et al. (1980), es un productor por excelencia, depositado en ambientes donde se desarrollaron extensas zonas pantanosas en alternancia con incursiones marinas de baja profundidad y ambientes marinos salobres con canales de baja profundidad dirigidos principalmente de sur a norte.

La denominación de los diferentes cuerpos de la Formación Oficina, se establece mediante el empleo de la secuencia de colores, teniendo en orden estratigráfico los siguientes miembros informales: a)

Colorado, b) Amarillo, c) Verde, d) Naranja, e) Moreno, f) Azul y g) Blanco.

a) Miembro Colorado: Es el miembro inferior de la Formación Oficina donde predominan arenas hacia el tope, en alternancia con algunos lignitos y se hace más lutítico hacia la base.

b) Miembro Amarillo: Posee características similares a las del Miembro Verde, pero disminuye la proporción de limolitas.

c) Miembro Verde: Predominan lutitas marrones a grises, homogéneas, de dureza media y tendencia laminar, limolitas arcillosas y algo de pirita.

d) Miembro Naranja: Arcillas poco consolidadas en el tope y que se hacen más compactas en la base, dando lugar a lutitas marrón claro y oscuro, laminares y algo calcáreas, existen también limolitas marrones y beige.

e) Miembro Moreno: Arcillas poco consolidadas, con abundantes niveles de lignitos a lo largo de todo el miembro, con transición a lutitas carbonáceas poco duras, algunos niveles de areniscas blancas transparentes y verdosas, bien seleccionadas, calcáreas y glauconíticas.

f) Miembro Azul: Compuesto casi exclusivamente por arcillas poco consolidadas, plásticas de tonos verdosos y marrones claros. Presenta algunas arenas con microfósiles hacia la base, y

g) Miembro Blanco: Conformado por arcillas poco consolidadas de color verdoso y marrón claro, presentando algunas arenas hacia la base, en González de Juana et al. (1980).

Formación Freites

Según Hedberg et al. (1947), describen lutitas físciles verdes a gris verdoso, con areniscas en el tope y la base. Las areniscas del tope son arcillosas de grano fino, de color blanco verdoso, algo glauconíticas y muy persistentes lateralmente, las basales de aproximadamente 100 m están intercaladas con lutitas.

Formación Las Piedras

Está formada por areniscas micáceas, friables, de grano fino y

colores gris claro a gris verdoso, interlaminada con lutitas, lutitas ligníticas y lignitos (Hedberg (1950).

Marco teórico

Los valles incisos resultan de la erosión de los ríos que erosionan rápidamente, creando una depresión, en respuesta a una caída del nivel del mar. Cuando el nivel del mar asciende por el derretimiento de los hielos de los polos, los sedimentos rellenan estos valles y forman canales longitudinales (Kindinger, 1996).

Estos cuerpos de arena pueden ser a futuro potenciales rocas reservorios de hidrocarburos. Sus dimensiones son mayores a las de un canal aislado, en cuya base se produce un salto brusco de facies hacia la cuenca, según Zaitlin, et al.(1994). (Figura 5-A).

A continuación, se muestran algunos ejemplos de valles incisos estudiados en Venezuela:

- a) Campo La Victoria, Subcuenca de Apure, (Figura 6),
- b) Campos Carito y Santa

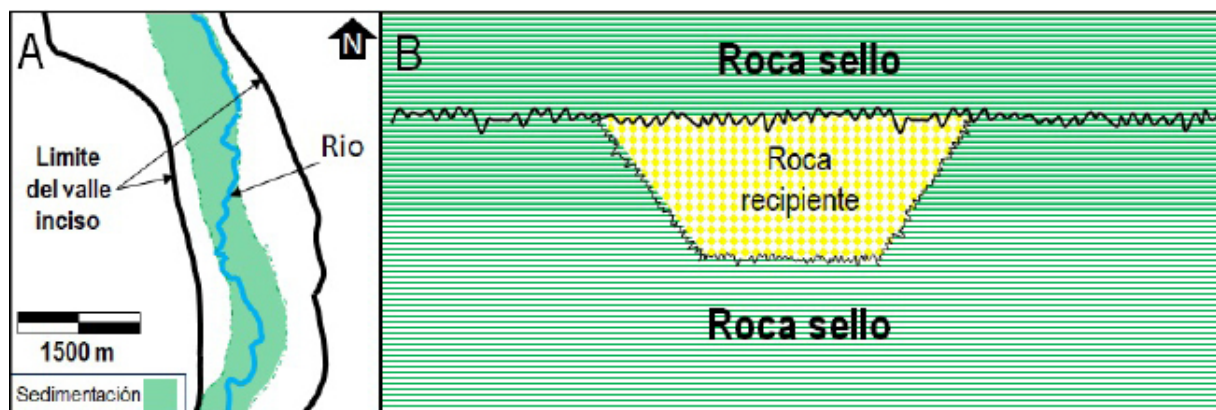


Figura 5-A. Vista aérea de valle inciso. 5-B. Vista de perfil de valle inciso. Diseño del autor para este trabajo. Modificado de Biddle et al. (1994).

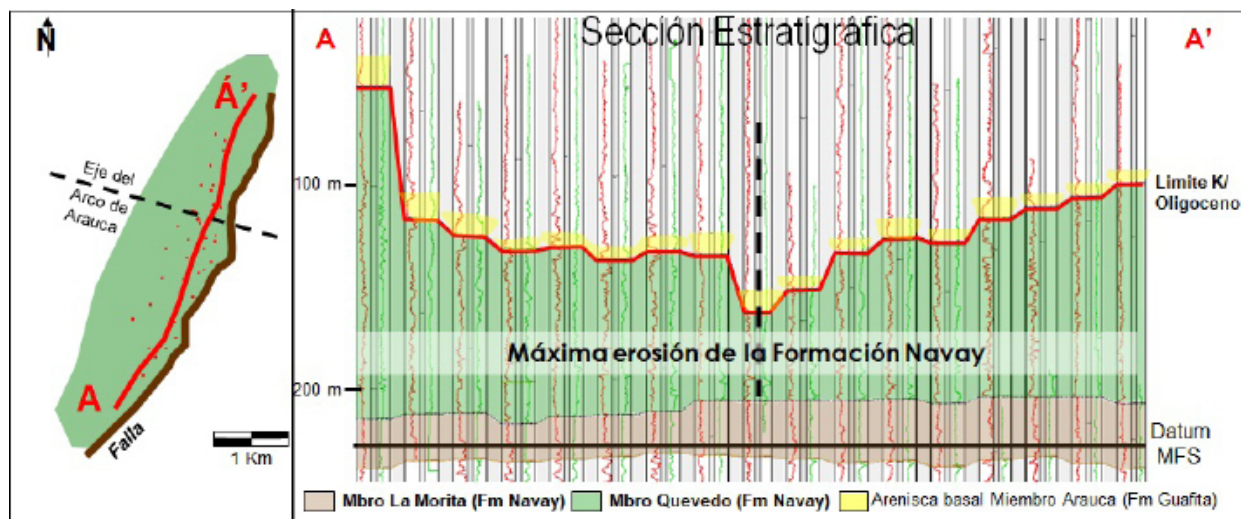


Figura 6. Sección estratigráfica A-A' campo La Victoria, estado Apure (Chacín, 2013).

Bárbara, Cuenca Oriental, (Figuras 1 y 7), y
c) Campo Petrocedeño, Faja Petrolífera del Orinoco, (Figura 8).

Resultados

Para la realización de este trabajo se integró y correlacionó la información de perfiles de pozo como el Gamma Ray (GR) y la resistividad (Rt) de pozos del campo Santa Rosa, se elaboraron secciones estratigráficas y estructurales (A-A') y (B-B'), paralelas a la dirección preferencial del alineamiento de los campos, así como también perpendiculares a esta,

tomando como plano de referencia la base de la Formación Las Piedras (Figura 2).

En la base de datos de núcleos capturados en la zona de estudio y campos adyacentes, en la Formación Las Piedras, no se cuenta con núcleos/testigos, ya que dicha unidad carece de interés petrolífero.

En la Figura 9, sección A-A' se puede observar que los pozos RG-24, RG-08, RG-09 y el R-27 ejemplarizan el concepto de relleno del valle inciso, ya que son los que poseen mayor espesor de arena basal.

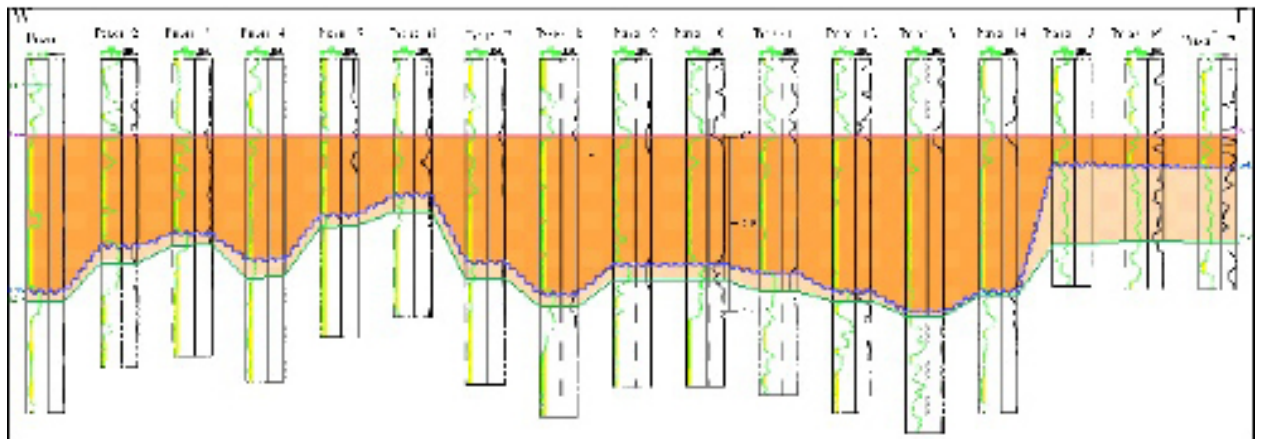


Figura 7. Sección estratigráfica regional de la parasecuencia T3-A en el campo Carito y Santa Bárbara, estado Monagas. Herrera et al. (2006).

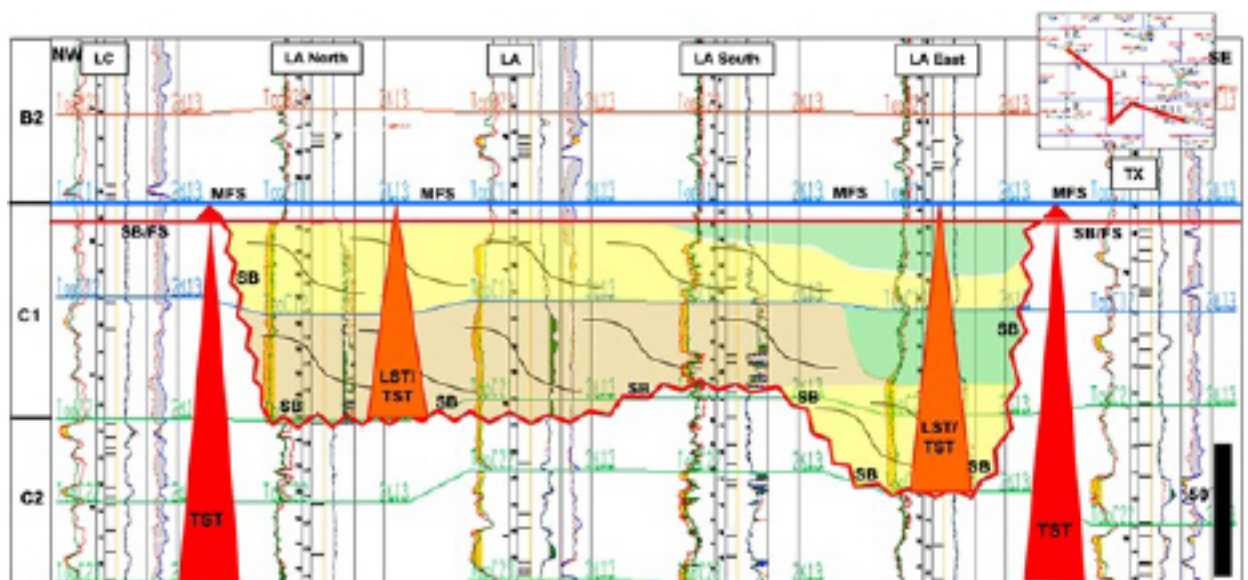


Figura 8. Interpretación de secuencia estratigráfica para los conglomerados LC/LA/AS11, que muestra la presencia de un valle inciso interpretado. Casas et al. (2021).

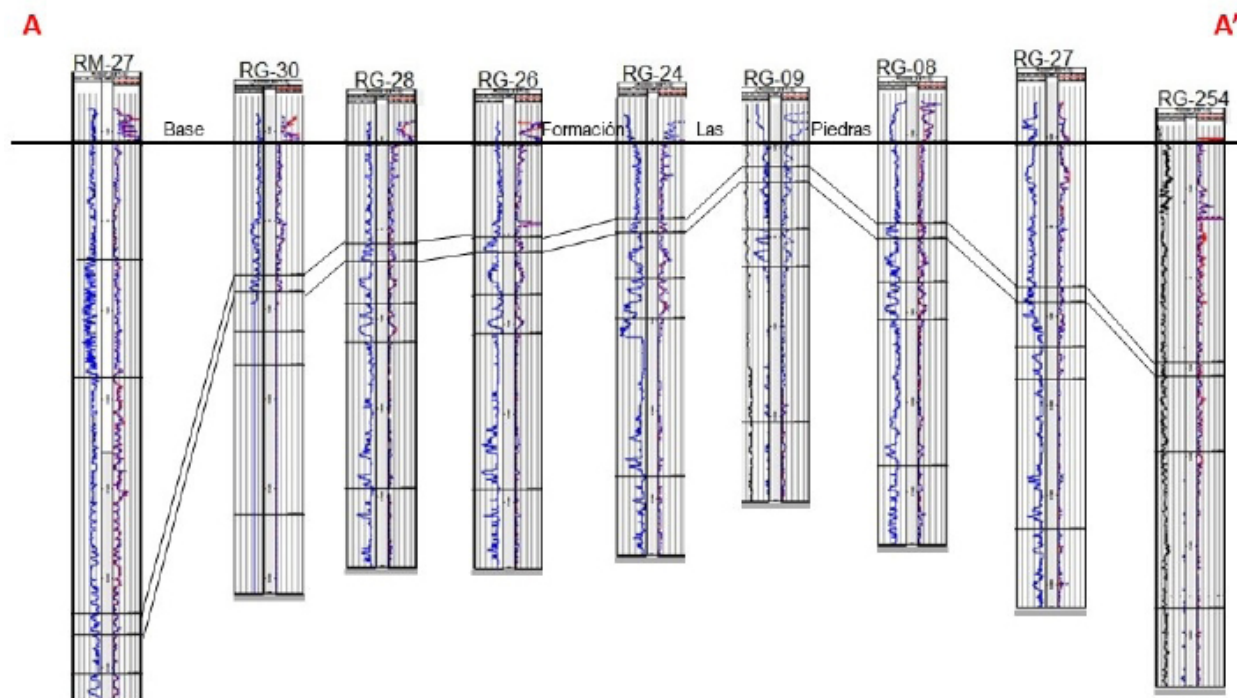


Figura 9. Sección estratigráfica A-A', datum la Base de la Formación Las Piedras, campo Santa Rosa. Diseño del autor para este trabajo.

En la figura 10 se puede visualizar en detalle la electrofacie fluvial, de forma cilíndrica, en los primeros 100 pies desde la base de la Formación Las Piedras del pozo RG-08, típica de los ríos de corrientes entrelazadas, y luego en los siguientes 100' superiores pasa a electrofacies en forma acampanada, clásica de las barras de meandro.

En el pozo RG-27, (Figura 10) inicia una sección de corrientes trenzadas de muy corto espesor y culmina con la típica barra de meandro o point bar. Ese es el clásico relleno fluvial de los valles incisos,

comienzan con depósitos de corrientes entrelazadas y posteriormente pasan a ríos meandriformes para cerrar el ciclo fluvial hasta que comience a penetrar el mar (Figura 11).

En la figura 12, sección B-B', también se puede observar que el

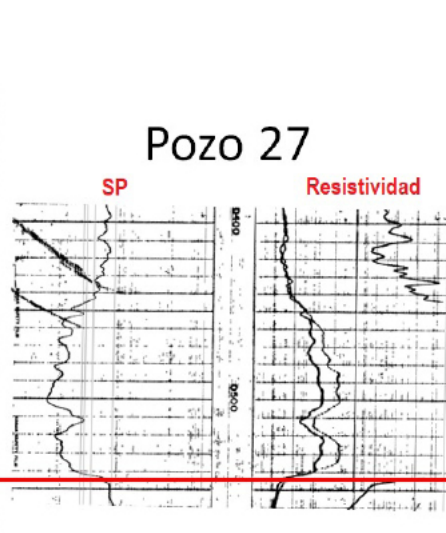


Figura 10. Registros SP y Resistividad del pozo 08, mostrando en los primeros 100', la electrofacies típica de ríos de corrientes entrelazadas para culminar en electrofacies en forma acampana, en el pozo 27 se muestra electrofacies típica de río de corrientes entrelazadas, finalmente pasa a la típica barra de meandro.

pozo RG-242 es el más claro ejemplo que ilustra el concepto de relleno del valle inciso, así como también los pozos RG-208 y RG-182, (Figura 14).

La siguiente imagen se infiere que las areniscas basales de la Formación

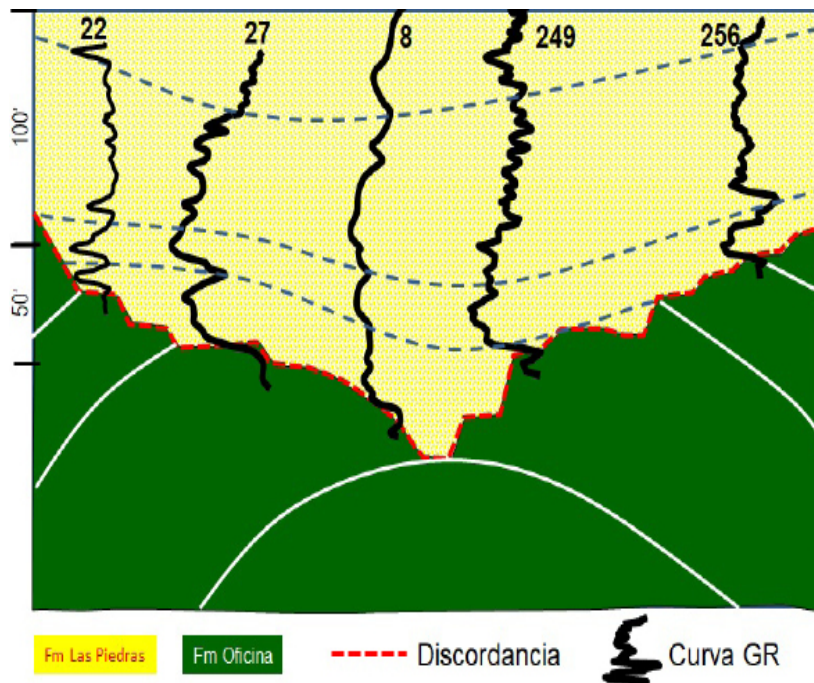


Figura 11. Perfil este-oeste, idealizando el relleno de valle inciso, usando cura de GR de los pozos 22, 27, 8, 249 y 256. Diseño del autor para este trabajo.

Las Piedras representan un relleno de valle inciso, como consecuencia de la abrupta caída del nivel del mar, figura 13, lo que generó una profunda erosión de los sedimentos de las formaciones Freites y Oficina, por los sistemas fluviales con dirección

de sur a norte; este proceso es lo que genera sistema encadenado de bajo nivel.

Se ha interpretado este sistema de valle inciso, según la definición de Zaitling et al., 1994, como una erosión fluvial, de varios kilómetros de largo y baja topografía, y se caracteriza por un cambio abrupto de facies depositacionales.

Se pueden formar a partir de la brusca caída del nivel del mar relativo, lo que originará disconformidades, y por la tectónica regional que si produce discordancias angulares (Zaitling et al., 1994), las que se pueden observar en las secciones geológicas (A-A') y (B-B').

Las discordancias angulares poseen carácter eustático localmente acen-

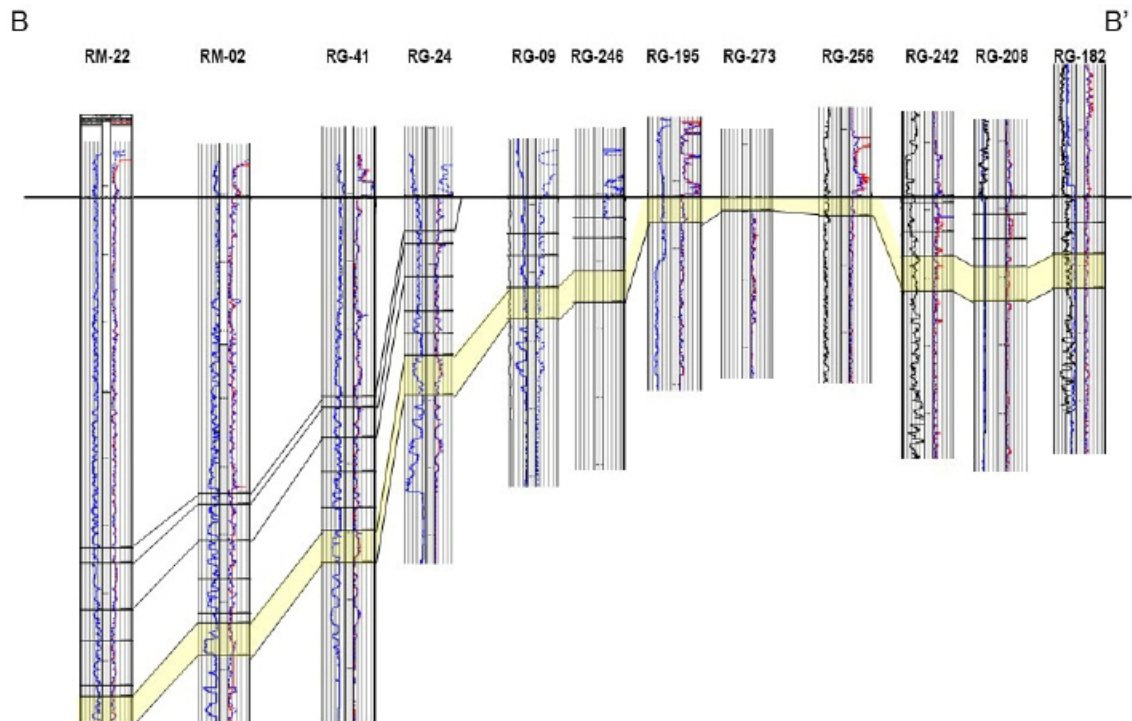


Figura 12. Sección estratigráfica B-B'; datum estratigráfico, arenisca basal de la Formación Las Piedras, campo Santa Rosa.

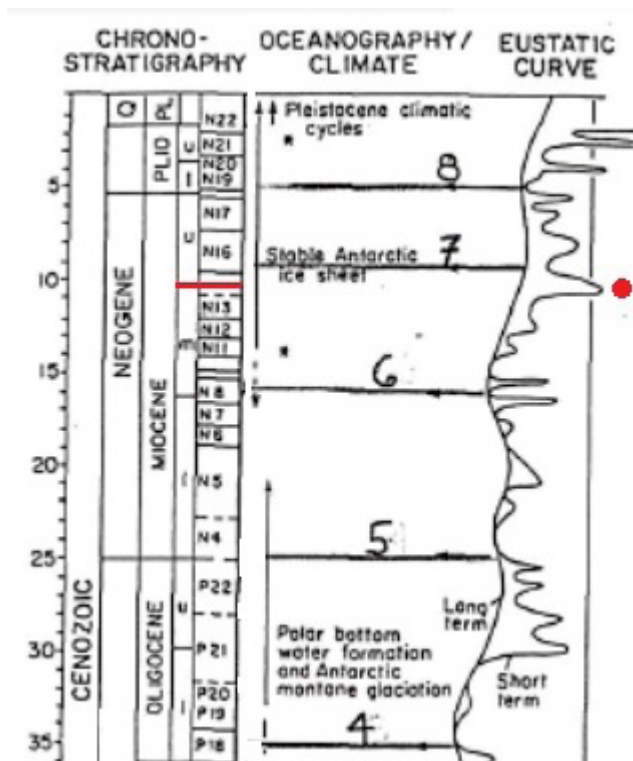


Figura 13. Curva eustática desde el Oligoceno al Plioceno, Haq et al. (1987).

tuado por la tectónica. En el siguiente ejemplo se puede apreciar, en la sección estratigráfica regional perteneciente a la Subcuenca de Barinas, trazada en sentido Norte-Sur (Figura 14).

Se interpreta que a medida que se atenúa la intensidad de la deformación, este tipo de discordancia pasa lateralmente a una discordancia eustática convencional como menciona Van Wagoner et al. (1988) y Di Croce et al. (2015).

Este sistema de valles incisos fue excavado durante un importante evento de descenso relativo del nivel del mar, y posteriormente el aumento del nivel del mar rellenará progresivamente dichos valles con sedimentos fluviales, identificados aquí como de la Formación Las Piedras, (Figura 15).

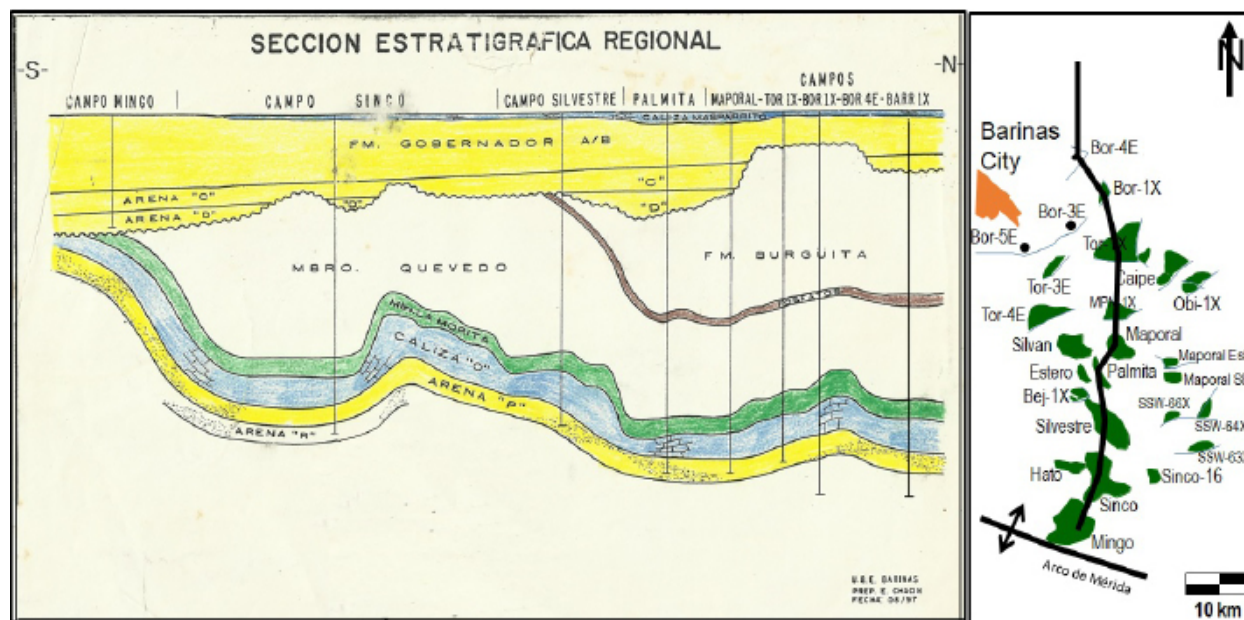


Figura 14. Discordancia angular, Formación Gobernador – Cretácico.

Ilustración del autor para este trabajo.

Discusión de resultados

La principal evidencia de incisión en el contacto entre las formaciones Oficina y Las Piedras en el Campo Santa Rosa, se genera a partir de la correlación estratigráfica de los pozos. Las figuras 9 y 12 muestran dos secciones estratigráficas, la primera A-A'

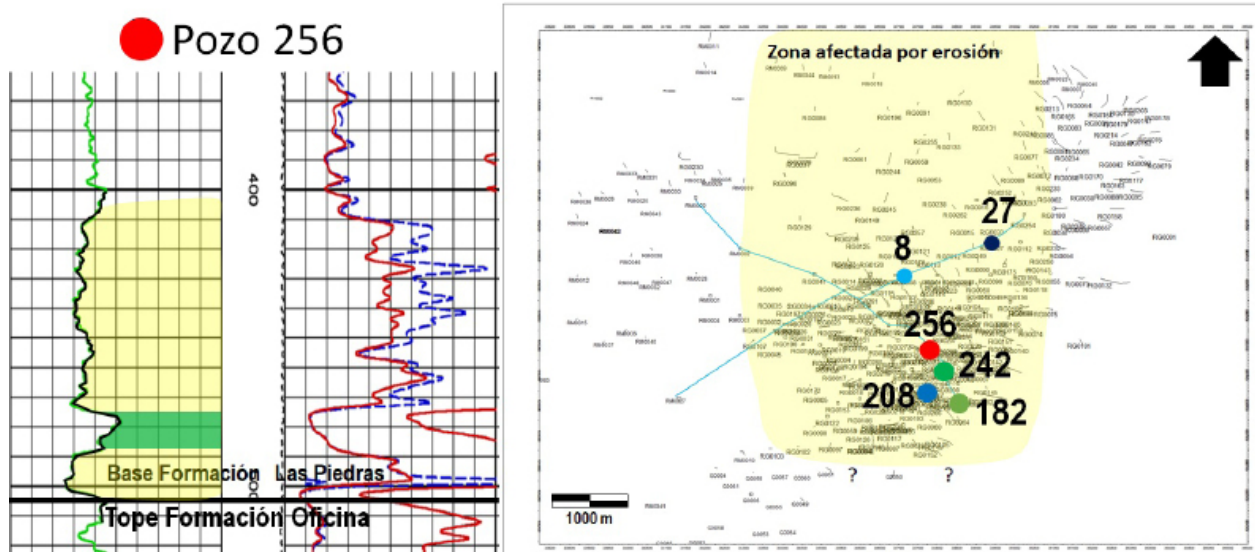


Figura 15. Zona erosionada de la Formación Oficina en el Pozo 256 mostrado en el mapa con un punto rojo.

de dirección NE-SO y la segunda B-B' de dirección NO-SE, es decir, una perpendicular a la otra, donde se puede notar que la base de las areniscas de la Formación Las Piedras cortan diferentes niveles estratigráficos de la Formación Oficina, interpretándose como una discordancia angular que se puede apreciar en la figura 11.

El mapa de la figura 15 muestra la orientación sur-norte del área erosionada y posteriormente su relleno, que coincide con la dirección preferencial de sedimentación proveniente del escudo de Guayana, que removió totalmente la Formación Freitas y también algunos miembros de la Formación Oficina, como: Blanco y del Azul las unidades A, B, C y D, este máximo correspondería al fondo del valle inciso visto en la sección estratigráfica B-B', en el pozo 256 de la figura 14B, mientras que en la sección de la figura 16 se puede visualizar la forma del pliegue estructural que está truncado por la Formación Las Piedras.

Por ejemplo, en el pozo RG-09 se determinaron 140 pies TVD de espesor entre el tope del primer Miembro Azul "F" a la discordancia, mientras que el mismo tope, pero en el pozo RM-27, el espesor

es de 2.634 pies TVD, esto quiere decir que al restar $2.634' - 140' =$ faltarían 2.494' de la Formación Oficina, que al dividir entre su espesor, en el eje de la estructura dómica, fue erosionado un 26 %, donde fueron removidos los miembros Blanco y del Azul las unidades A, B, C y D.

Conclusiones

Se pudo verificar mediante secciones estratigráficas, con base en las formas de los perfiles de pozos, la existencia de un relleno de valle inciso en el tope de la Formación Oficina en el campo Santa Rosa.

Otras evidencias son los diferentes niveles estratigráficos que cortan la base de la formación Las Piedras.

Los resultados muestran que un 26 % en el eje actual de la estructura del domo correspondiente al Miembro Blanco y de las unidades A, B, C y D del Miembro Azul.

Este estudio preliminar será complementado en posteriores análisis, no solo considerando otros tipos de perfiles y registros sísmicos, sino también las relaciones estratigráficas, tectónicas, estruc-

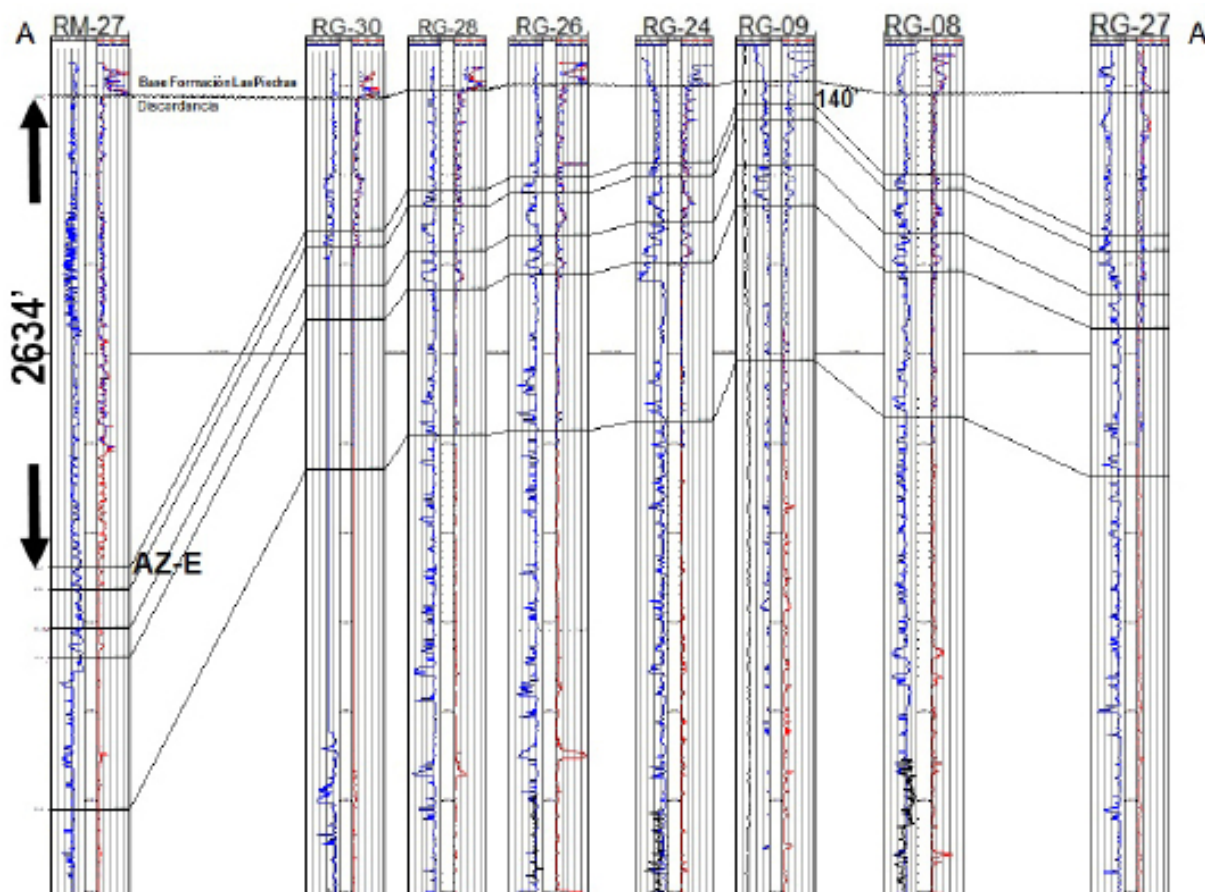


Figura 16. Sección A-A' mostrando los niveles erosionados de la Formación Oficina.

turales y con el sistema petrolífero del Área Mayor de Anaco.

Agradecimientos

El autor agradece a PhD Francia Galea y PhD Alfonso Quaglia por sus revisiones y recomendaciones.

Bibliografía

- Biddle, K.T., Wielchowsky Ch. C (1994). Hydrocarbon traps: AAPG Memoir 60, Capítulo 13, pp. 221.
- Campos, V., S. de Cabrera, R. Lander. (1985). Estratigrafía del noreste de Anzoátegui. En: Espejo, A., J. H. Rios y N. P. de Bellizzia, (Eds.) VI Cong. Geol. Ven., Caracas, Mem. 1: 156-200.
- Casas, J., E. Gudiño, (2021). Integrated Sequence Stratigraphic Model for C1 Unit (Oficina Formation, Miocene), Petro-Cedeño Field (Junín), Orinoco Heavy Oil Belt, Venezuela. International Journal of Innovative Science and Research Technology. Volume 6, Issue 12, December – 2021
- Chacín, E., (2013). Campo La Victoria: evidencias de un episodio de relleno de valle inciso durante el Oligoceno temprano (Cuenca Barinas-Apure, Venezuela). XIV Congreso Colombiano de Geología.
- Corpoven, S. A., Gerencia de Exploración (1982). Geología petrolera, cuenca oriental de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Di Croce, J. Eastern Venezuela Basin: Sequence Stratigraphy and Structural Evolution. Unpublished PhD Dissertation, Rice University, 1996. 225 p.
- González de Juana, C., Iturralde de Aroze-

- na, J. M., Picard Cadillat, X. (1980). Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Ed. Foninves, Tomo II, 1030 p.
- James, K. H. (2000). The Venezuelan Hydrocarbon Habitat, Part I: Tectonics, Structure, Palaeogeography and Source rocks. Journal of Petroleum Geology. Vol. 23 (1): 5 – 53.
- Kindinger, J. (1996). Evolution and history of incised valleys: The Mobile Bay model. USGS Unnumbered Series.
- Léxico Estratigráfico de Venezuela – 3ª Edición. Bol. Geol., Caracas, Publ. Esp. No. 12: pp 1-838.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., Vail, P. R. (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. Science 235, 1156- 116
- Herrera, R., Ruiz, F., Carrillo, M., Oropeza, H. (2006): Ejemplo de Valles Incisos en la Secuencia T3 del Terciario en los Campos Carito/Santa Bárbara, Norte de Monagas, Venezuela. XIV Simposio Bolivariano de cuencas Subandinas.
- Zaitlin, B., Dalrymple, R., Boyd R. (1994): the stratigraphic organization of incised-valley systems associated with relative sea-level change. SEPM Special Publication No. 51.
- Van Wagoner, J., H. Posamentier, R. M. Tchum, P. Vail, J. Sarg, T. Loutit, J. Handberg (1988). An Overview of the Fundamentals of Sequence Stratigraphy and Key Definitions, en Sea Level Changes: An Integrated Approach. Editado por Wilgus C., B. Hastings, C. Kendall, H. Posamentier, C. Ross y J. Van Wagoner. Publicación Especial, Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Tulsa, 42, 39-45.



Conciencia conservacionista



YouTube: <https://youtu.be/wHjunkxCwJk?si=NyatE1JK0KIU64cf>



YouTube: https://youtu.be/As_CcRJ8UCE?si=sw84FMF5McW0Y3xc



YouTube: <https://youtu.be/1jiaEo4Qtwc?si=4n6nywR XR4jOKoLL>