



El Neógeno marino de la Cuenca Cauca-Patía. Implicaciones exploratorias

Hermann Darío Bermúdez¹, Juan Alejandro Numpaque¹ Victoria Elena Corredor¹ & Alejandra Mejía-Molina²

¹Paleoexplorer s.a.s, ²Agencia Nacional de Hidrocarburos, ANH.

Resumen

Como parte del programa de estudio integral de pozos estratigráficos someros de la ANH, se reporta, por primera vez, la presencia de rocas de origen marino, de edad Oligoceno tardío – Mioceno medio en la cuenca Cauca - Patía.

El pozo Cauca-17-ST-S muestra una sucesión grano-creciente de lodolitas negras fosilíferas con intercalaciones de arenitas líticas, progresivamente más potentes hacia el techo de la unidad, equivalente a los miembros Limolítico-Fosilífero y Arenáceo de la Formación Esmita y a la Formación Cinta de Piedra, que se ha denominado informalmente “Sedimentitas de Suarez”.

Depósitos de *offshore* se interpretan para estratos de lodolitas fosilíferas (con foraminíferos y nanoplancton calcáreo), ricas en materia orgánica, de color gris oscuro, con frecuentes restos de moluscos. Intercalaciones de limolitas de color gris oscuro, ricas en materia orgánica y sublitoarenitas de grano muy fino y fino, se asocian a depósitos de zona de transición, mientras que depósitos de *shoreface* se relacionan a facies de sublitoarenitas con laminación plana-paralela discontinua y ondulosa, localmente bioturbadas.

El hallazgo de estas facies marinas demuestra una conexión neógena, previamente reportada en unidades paleógenas (Formaciones Guachinte y Vijos), con el Océano Pacífico y evidencian que la Cordillera Occidental aún no estaba completamente levantada. Las Sedimentitas de Suarez reflejan ciclos Transgresivo - Regresivos previamente identificados en el Neógeno de la cuenca Tumaco y sugieren no solo el ingreso del mar a la cuenca Cauca - Patía, sino también la extensión hacia el Este de facies reservorio (arenitas de RST) y potencial roca fuente (lodolitas de TST) que incrementan el potencial hidrocarburífero del área.

Introducción

La cuenca Cauca - Patía, en el occidente colombiano, es una cuenca frontera poco conocida. Teniendo en cuenta esto, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ha venido desarrollando, durante la última década una campaña de perforación de pozos estratigráficos, cuyo estudio interdisciplinario ha permitido avanzar en el conocimiento de la geología y prospectividad de esta área del país.

Estos materiales representan el registro más completo y mejor estudiado de la pila sedimentaria de la cuenca hasta la fecha, constituyendo la base de interpretaciones regionales (estratigráficas y paleogeográficas) determinantes para la formulación de futuros proyectos exploratorios en este sector del país.

Materiales y métodos.

El material estudiado involucró el estudio de los corazones del pozo estratigráfico, tipo *slim hole*, Cauca-17-ST-S (profundidad total 1326,99'), el cual reposa en la Litoteca Nacional Bernardo Taborda Arango, en Piedecuesta, Santander. Estas rocas fueron descritas y muestreadas de forma detallada y sistemática (a escala 1:100) identificando facies y asociaciones de facies con el objeto de establecer los paleoambientes de depósito. La edad de las rocas fue determinada mediante estudios bioestratigráficos de foraminíferos y nanoplancton calcáreo.

Localización y marco geológico regional

La cuenca Cauca - Patía se encuentra localizada en el suroccidente colombiano y comprende parte de los departamentos de Risaralda, Caldas, Quindío, Valle del Cauca, Cauca y Nariño. Un alto en el basamento localizado a la altura de Popayán permite dividir la cuenca en las subcuencas Cauca (al norte) y Patía (al sur).

La subcuenca Cauca, está cubierta principalmente por depósitos cuaternarios aluviales, pero en el margen suroeste aparece una franja de rocas sedimentarias plegadas del Paleógeno (ANH-Universidad de Caldas, 2009). El pozo Cauca-17-ST-S se perforó en la parte sur de la subcuenca de Cauca; al norte del municipio de Suárez; departamento del Cauca, sobre la margen occidental del río Cauca. (Figura 1).

Estratigrafía

Unidad Sedimentitas de Suarez.

Se propone este nombre para designar al conjunto de rocas que componen la totalidad del pozo Cauca-17-ST-S; esencialmente lodolitas negras fosilíferas con intercalaciones de arenitas líticas que transicionalmente se hacen más importantes hacia el techo (Figura 2), las cuales presentan importantes variaciones de facies con los denominados miembros Limolítico – Fosilífero y Arenáceo de la Formación Esmita de León *et al.* (1973).

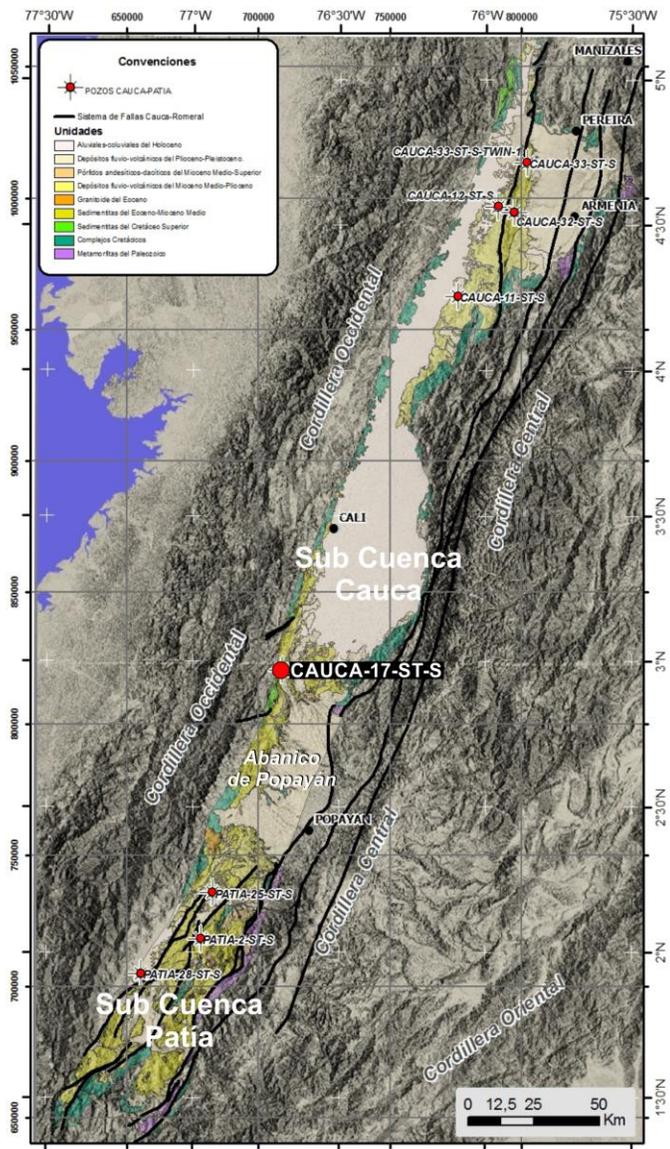


Figura 1. Mapa geológico generalizado de la cuenca Cauca -Patía y ubicación de los pozos objeto de estudio, en el que destaca el pozo Cauca-17-ST-S, al centro del área, entre Cali y Popayán. Base geológica tomada de ANH-Universidad de Caldas, 2009.

Litología y facies.

Según lo observado, en el pozo Cauca-17-ST-S se pueden identificar dos intervalos principales: El segmento inferior, esencialmente lutítico, con algunas intercalaciones de arenitas, abarca desde los 1.326,7' hasta los 254,3'. El límite inferior no se aprecia en esta perforación, mientras que el superior es transicional. El segmento superior está predominantemente constituido por sublitoarenitas y se extiende hasta los 145'. En esta perforación el límite superior no se observa, pues está erodado por depósitos recientes, lo que hace que solo se puedan describir unos pocos metros de este intervalo, que se asocia al Miembro Arenáceo de la Formación Esmita.

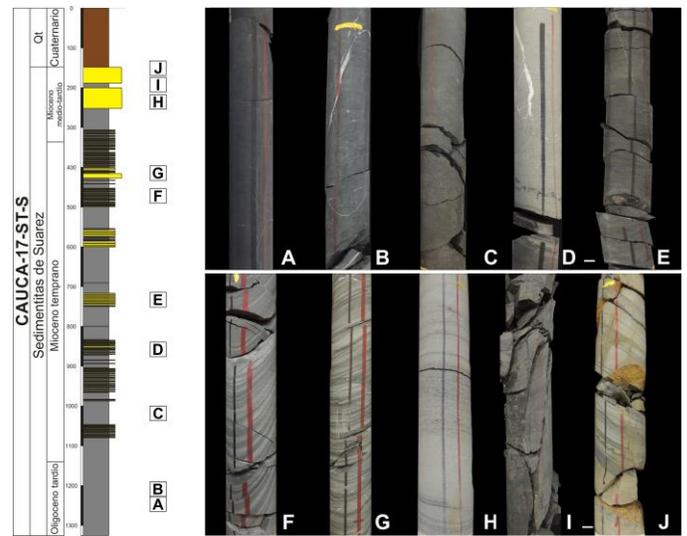


Figura 2. Columna estratigráfica generalizada de las Sedimentitas de Suarez en el pozo Cauca-17-ST-S, ilustrando algunas de las facies más representativas y el carácter regresivo de la unidad hacia el techo, mientras que en la base predominan las facies lutíticas marinas. A) Limolitas oscuras masivas. B-C) Limolitas oscuras y bioturbadas. D) Nivel de arcosas líticas. E) Limolitas oscuras laminadas. F-G) Interlaminación de limolitas y arcosas líticas. H) Arcosas líticas. I) Nivel de limolitas. J) Arcosas líticas laminadas.

Las rocas de esta unidad se pueden agrupar en tres asociaciones de facies que representan:

Depósitos de offshore. Representados por limolitas ricas en materia orgánica, localmente arenosas con laminación plano-paralela discontinua, ondulada o deformada, con microfallas, seudonódulos, diques clásticos o estructuras en llama, de color gris oscuro, muy localmente se observa bioturbación moderada y frecuentemente algunos fósiles, que incluyen gasterópodos y bivalvos (Figura 3), los cuales en ocasiones están remplazados por pirita. Se encuentran esporádicamente interlaminaciones de litoarenitas de tamaño de grano arena fina, muy fina o limolitas, de color gris muy claro, con pirita y láminas de materia orgánica.

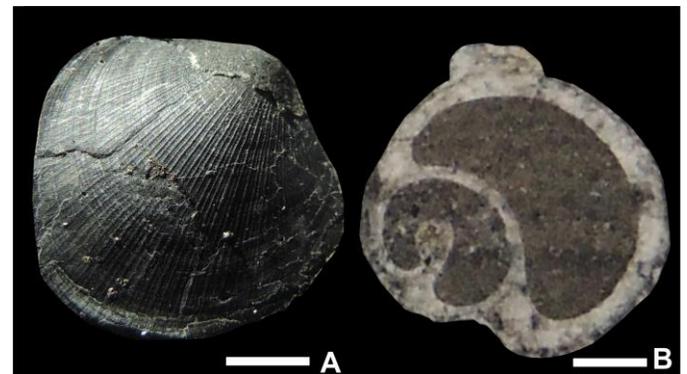


Figura 3. Contenido paleontológico de la unidad Sedimentitas de Suarez, pozo Cauca-17-ST-S. A) *Glycymeris* sp. La barra equivale a 1 cm. B) Gasterópodo indeterminado. La barra equivale a 1 mm.

Depósitos de zona de transición. Corresponden principalmente a intercalaciones de limolitas de color gris oscuro ricas en materia orgánica y sublitoarenitas de grano muy fino y fino, color gris muy claro, con laminación plana-paralela discontinua, ondulada o deformada, con microfallas, micropliegues, seudonódulos, estructuras en llama y de carga, muy localmente con ondulitas asimétricas, a veces con bioturbación (criptobioturbación). Las arenitas presentan matriz lodosa y abundantes fragmentos de materia orgánica diseminada.

Depósitos de frente de playa. Conformados por sublitoarenitas muy localmente ricas en materia orgánica, con laminación plano paralela discontinua, ondulosa o deformada, con microfallas, micropliegues, pseudonódulos, diques clásicos y estructuras de carga; estas rocas se observan altamente bioturbadas, con relictos de laminación ondulosa no paralela; presentan color gris medio claro o gris muy claro y tamaño de grano muy fino y fino, con abundante piritita.

Paleontología y edad.

Las determinaciones bioestratigráficas, basadas en estudios de foraminíferos y nanoplancton calcáreo, establecieron un rango de edad Oligoceno tardío (Chatiense) - Mioceno medio tardío, (Serravalleinense - Tortoniense) para esta unidad. La micropaleontología de foraminíferos determinó la presencia de las zonas P21b, zona de *Paragloborotalia opima*; N4, zona de *Paragloborotalia kugleri*; N5, zona *Globigerinatella insueta* y N11? N12? N13? A partir de nanoplancton calcáreo se identificaron, a la base de la secuencia descrita, las zonas NP25 - NN1, caracterizadas por la ocurrencia de *Cyclicargolithus abisectus*, donde destaca la presencia de *Cyclicargolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster deflandrei*, *Reticulofenestra lockeri*, *Reticulofenestra dictyoda*, *Reticulofenestra minuta* y *Sphenolithus moriformis*; NN3 y NN6 - NN7; mientras que hacia el tope de la sucesión se observan biozonas del Mioceno temprano - Mioceno medio, con algunos buenos marcadores bioestratigráficos como *Sphenolithus conicus* y *Triquetrorhabdulus rugosus*, respectivamente.

Genesis.

El conjunto de facies y asociaciones de facies de las Sedimentitas del Suarez, permite observar la presencia de lutitas y arenitas con restos fósiles de afinidad marina, que permiten plantear el desarrollo, en el área, de fondos de depósito marinos someros, ubicados entre el *offshore* y el *shoreface*, durante el final del Oligoceno y parte del Mioceno, revelando una conexión marina con el Océano Pacífico, en parte de lo que hoy se conoce como la cuenca Cauca - Patía, en la que para el Neógeno, solo se habían descrito facies continentales y transicionales (Figura 4) hasta la fecha.

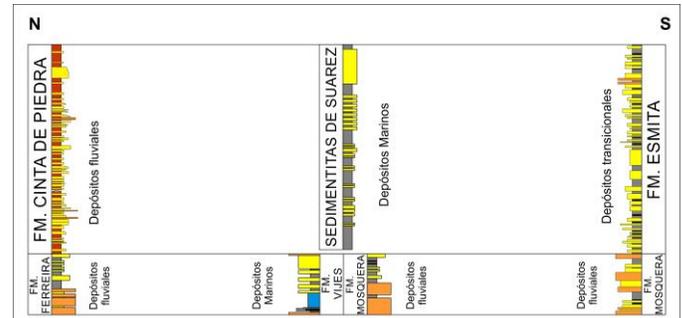


Figura 4. Relaciones estratigráficas y paleoambientales de las secuencias de roca del Oligoceno tardío - Mioceno medio tardío (Formaciones Cinta de Piedra, Sedimentitas de Suarez y Esmita) en la Cuenca Cauca - Patía, suprayaciendo depósitos paleógenos de las formaciones Ferreira y Mosquera (paleoambientes continentales) y Vijes (depósitos marinos de litoral).

Cabe resaltar que, como se ve en la definición de las facies y asociaciones de facies, a lo largo de todo el pozo y en todas las litologías, aunque en forma más evidente en aquellas que involucran arenitas e intercalaciones de arenitas y lodolitas (Figura 5) es posible observar abundantes estructuras que se asocian a estructuras de deformación en sedimentos blandos (*Soft-sediment deformation structures*) que se propone corresponden al registro de paleosismitas, tal como se ha propuesto en el Neógeno del Occidente colombiano (Bermúdez *et al.* 2013), como resultado de los movimientos orogénicos relacionados al levantamiento de la Cordillera Occidental.

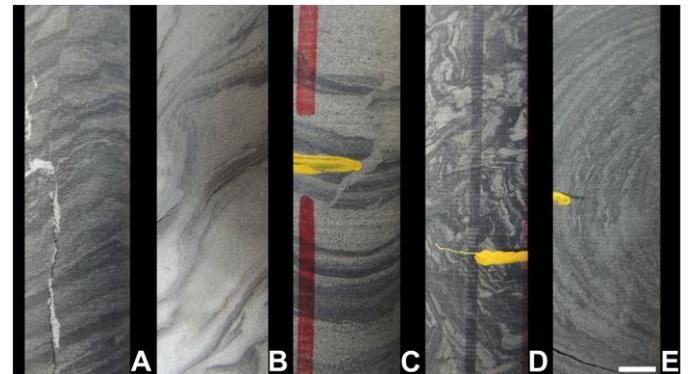


Figura 5. Aspecto de algunas estructuras de deformación, asociadas a paleosismitas en las facies de las Sedimentitas de Suarez. A) Laminación convoluta, microfallas y micropliegues. B) Laminación deformada, convoluta y micropliegues. C) Diques clásicos. D) Laminación deformada. E) Pseudonódulo.

Implicaciones exploratorias

El hallazgo de las facies marinas de las Sedimentitas de Suarez, en la Cuenca Cauca - Patía, demuestra una conexión neógena, previamente reportada en el área en unidades paleógenas (Formaciones Guachinte y Vijes), con el Océano Pacífico y la Cuenca Tumaco y evidencian que la Cordillera Occidental aún no estaba completamente levantada (Figura 6).

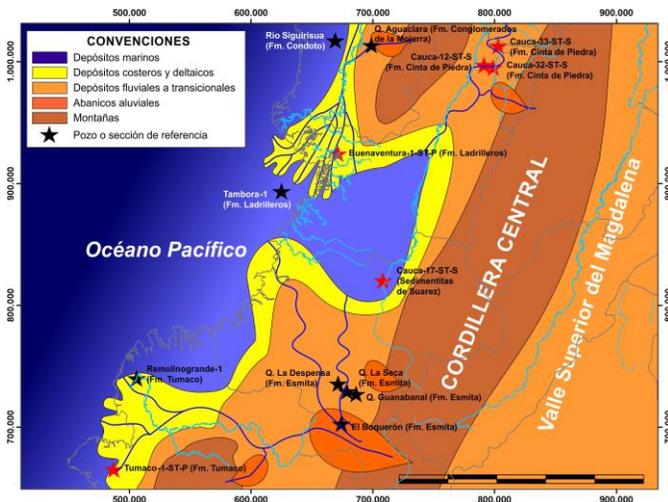


Figura 6. Escenario paleogeográfico para Neógeno temprano en el Occidente colombiano, ilustrando la presencia de una bahía conectada al Océano Pacífico en la cuenca Cauca-Patía y los sistemas deltaicos de la cuenca Tumaco.

En estas facies marinas, las tendencias depositacionales, permiten definir un esquema estratigráfico de secuencias, con ciclos transgresivo – regresivos, *sensu* Embry (2009), que registran el desarrollo de discordancias regionales asociadas a rompimientos del ciclo sedimentario.

En particular, se plantean: una superficie transgresiva (en la base de la unidad) de edad Oligoceno tardío y una discordancia regional (al techo) de edad Mioceno medio – tardío, que coincide con las sucesiones sedimentarias de la cuenca Tumaco y con los límites formacionales de las unidades de la cuenca Cauca – Patía (Figura 7); lo que en términos de estratigrafía de secuencias permite extender hacia el Este la sedimentación de facies reservorio (arenitas de RST) y de potencial roca fuente (lodolitas de TST) de la cuenca Tumaco (hasta el Mioceno medio tardío), por lo menos a un sector de lo que hoy conocemos como cuenca Cauca – Patía, incrementando el potencial hidrocarburífero del área y facilitando la realización de correlaciones de carácter regional, la identificación de tendencias depositacionales y el entendimiento de la dinámica evolutiva del Occidente Colombiano en especial para la prospección de hidrocarburos.

Conclusiones

Aunque la evolución de la cuenca Cauca - Patía ha sido relacionada estrechamente a los pulsos de levantamiento y vulcanismo de la Cordillera Occidental, la presencia de facies marinas neógenas en la parte central de la cuenca, demuestra que esta cadena montañosa no estaba completamente desarrollada (al menos localmente) entre el Oligoceno tardío y el Mioceno medio-tardío, permitiendo la entrada del Océano Pacífico a un área cercana al actual Santiago de Cali, extendiendo la sedimentación marina de la cuenca Tumaco hacia el centro del país, en esa época.

Se propone la existencia de una nueva unidad informal, denominada aquí como Sedimentitas de Suárez, que sería el equivalente marino de las facies continentales a transicionales de la Formación Esmita, que involucra el desarrollo lodolitas de *offshore* ricas en materia orgánica, potenciales roca fuente, y hacia el techo, de areniscas de *shoreface*, con potenciales reservorios.

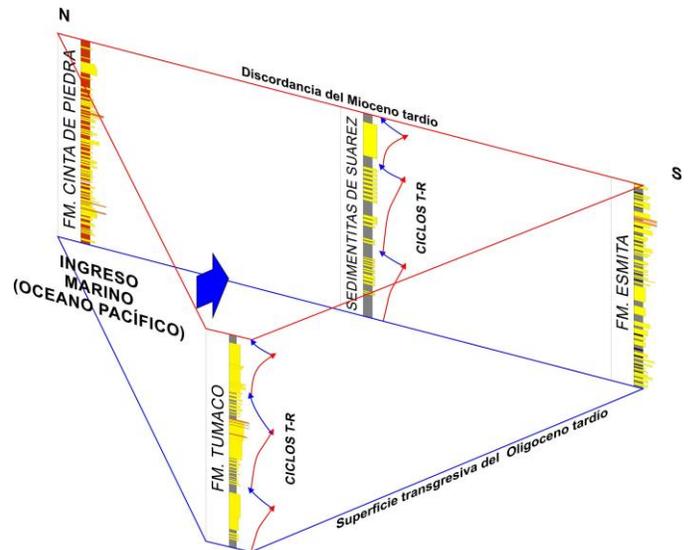


Figura 7. Relaciones litológicas y estratigráficas entre las rocas de la cuenca Cauca - Patía y la cuenca Tumaco, con las facies marinas de las Sedimentitas de Suárez. Se ilustran en azul las tendencias transgresivas y en rojo las tendencias regresivas.

Agradecimientos

Se agradece a la Agencia Nacional de Hidrocarburos por la autorización para la divulgación de estos resultados, que hacen parte del contrato Antek S.A - ANH 153 de 2012. La revisión de los resultados del trabajo por parte de los Dres. Darío Barrero y Luis Ernesto Ardila (asesores ANH) es altamente apreciada.

Referencias

- ANH - Universidad de Caldas (2009). *Evaluación geológica y prospectividad, Cuenca Cauca-Patía*. Reporte interno a la ANH.
- Bermúdez, H.D., Corredor, V.E., Numpaque, A., Restrepo, L.C., García, J., Bedoya, E.L., Rey, J.A., Echeverry, S., Rosero, J.S., y Mejía-Molina, A. (2013). Paleosismitas en el registro estratigráfico del Cenozoico del Occidente Colombiano. *Memorias XIV Congreso Colombiano de Geología*. Bogotá D.C.
- Embry, A.F. (2009). *Practical Sequence Stratigraphy*. Canadian Society of Petroleum Geologists.
- León, L.A., Padilla, L.E y Marulanda, N. (1973). *Geología, recursos minerales y geoquímica de la parte NE del Cuadrángulo O-5, El Bordo, departamento del Cauca*. Tesis de grado no publicada. Universidad Nacional, Bogotá.