

## Evolución tectono-estratigráfica de la cuenca Cauto

**Moses Angula Tataleni Kambwa**

Carrera: Ingeniería geológica.

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

**Resumen:** El trabajo se desarrolló a partir de la necesidad de encontrar nuevos yacimientos petrolíferos dentro del país. Para ello se propuso evaluar las relaciones tectono-estratigráficas de la cuenca Cauto para localizar las zonas con mayores perspectivas en el desarrollo de su sistema petrolero. Los datos sobre la cuenca Cauto permitieron localizar acumulaciones de hidrocarburos. Se ubicaron las zonas favorables para la exploración y ubicación de los pozos. Se distinguió la relación real existente entre las manifestaciones superficiales de hidrocarburos en los pozos y salideros de la superficie. Se pudo afirmar que las estructuras en forma de anticlinal presentes en la cuenca Cauto coinciden con el movimiento paralelo al transporte tectónico de las estructuras compresivas de colisión y pliegan las secuencias del Eoceno Medio, justo antes de la discordancia del Eoceno Superior, indicando la sedimentación sobre un paleorrelieve deformado por compresión y luego enterrado en el proceso de extensión tectónica de la cuenca Cauto.

**Palabras clave:** Cuenca Cauto; evolución tectono-estratigráficas; hidrocarburos.

## Tectonic and stratigraphic evolution of the Cauto basin

**Abstract:** This investigation was carried out due to the need to find new fuel deposits in Cuba. For that reason, it was proposed to evaluate the tectonic and stratigraphic relations of the Cauto basin to locate areas with a higher probability to develop the petroleum system. With data available on the Cauto basin it was possible to discover accumulations of hydrocarbons. Potential areas for exploration and fuel occurrence were discovered. The existing relation between surface manifestations of hydrocarbons in the wells and surface petroleum seepage was identified. It could be observed that the existing anticlinal structures in the Cauto basin are consistent with movement parallel to the tectonic transport of compressive structures and fold the sequences of the Middle Eocene, just before the discordance of the Superior Eocene; which indicate the sedimentation above the compression-deformed paleo-relief and then buried in the process of tectonic extension of the Cauto basin.

**Key words:** Cauto basin; tectonic and stratigraphic evolution; hydrocarbons.

## Introducción

La cuenca Cauto, situada en la región de Cuba Oriental, provincia de Granma, toma su nombre del río homónimo. Es una de las zonas más enigmáticas de la geología cubana, no por su complejidad geológica, sino por las condiciones que se han manifestado allí para el desarrollo de yacimientos petrolíferos; que hasta ahora no se han encontrado.

La evaluación tectono-estratigráfica de la cuenca Cauto se realiza atendiendo a las insuficiencias que presenta el modelo de evolución tectono-estratigráfico, que no permite dar respuesta a un sistema petrolero confiable para la cuenca. La investigación está fundamentada a partir de la interpretación de los datos de las exploraciones sísmicas, gravimétricas, datos de pozos e informes de trabajos geológicos realizados en el área desde la década del 50 del siglo pasado.

Con el objetivo de evaluar las relaciones tectono-estratigráficas de la cuenca Cauto, para localizar las zonas con mayores perspectivas en el desarrollo de su sistema petrolero, se parte de un análisis sismo-estratigráfico así como de una correlación con los datos de pozos, datos gravimétricos y magnéticos, para cada una de las líneas sísmicas que mejor caracterizan los diferentes rasgos de la cuenca, tomando en consideración el sistema petrolero; finalmente se estudiarán, en conjunto, las interpretaciones de las líneas sísmicas para proponer cuáles podrán ser las estructuras más propensas a contener acumulaciones de hidrocarburos.

## Geología de la cuenca Cauto

La cuenca presenta la forma de un polígono irregular limitado por fallas, característico de un desarrollo tectónico controlado por fallas transcurrentes. Está cubierta casi totalmente por depósitos del Mioceno-Cuaternario. Al norte afloran secuencias sedimentarias del Paleógeno y Cretácico con un alto aporte de material volcánico. Estas ocupan una posición intermedia entre la cuenca y los afloramientos de rocas magmáticas correspondientes al arco volcánico Turquino del Paleógeno (Millán, 1997). El conjunto sedimentario está acomodado en dos grandes hundimientos de tipo *pull-apart*, con espesores totales de rocas sedimentarias (6-7 km) de acuerdo con los datos sísmicos (Millán, 1997).

## **Estratigrafía de la cuenca Cauto**

La formación de la cuenca Cauto está ligada al desarrollo del arco volcánico cretácico, ocupando una posición entrearco, modelada en la colisión con la plataforma de Bahamas (Pindell *et al.*, 2006).

La información estratigráfica de la región proviene de los diferentes levantamientos geológicos realizados en el área y principalmente de 15 pozos profundos perforados por compañías norteamericanas en el período 1956-1960 y del pozo paramétrico Granma, perforado a principios de la década del 80, así como el Creciente 1X en la década del 90 del siglo pasado.

El basamento de la cuenca Cauto lo ocupan las rocas del arco volcánico cretácico con su cobertura Campaniano-Maastrichtiano de composición siliciclásticos-carbonatada, que no ha sido cortado por ningún pozo. Afloran al sur de la Sierra Maestra y en la región del río Silantro, aunque existen algunos afloramientos aislados al norte de la Sierra Maestra, en la región de Palma del Perro y en el camino de Los Callejones a la Pimienta, al sur de Guisa, donde afloran por debajo de la Fm. Charco Redondo. Estas rocas están constituidas por micritas de color gris oscuro, fétidas, masivas, carsificadas en forma de lapiez. Hacia el centro este de la cuenca también afloran rocas cretácicas en la región de Babiney (García *et al.*, 2008).

## **Evolución geológica**

A fines del Campaniano Superior-Maastrichtiano se extinguió el arco volcánico cretácico, iniciándose la obducción de sur a norte, originándose procesos de acreción tectónica sobre el margen de Bahamas y el emplazamiento del complejo ofiolítico, según un sistema de escamas de sobrecorrimientos altamente dislocadas (Pindell *et al.*, 2006).

La actual cuenca Cauto aparece como estructura geotectónica en este periodo como una prolongación de la apertura de la cuenca de Yucatán y como cuenca intra-arco de la evolución del arco de las Antillas (Pindell, 2001).

Los movimientos de compresión hacia el norte culminaron con la colisión y obducción de las paleounidades tectónicas del Bloque Oriental Cubano sobre el borde pasivo de la Plataforma de Bahamas (Pindell, 2001). A partir del Eoceno Medio y hasta el Mioceno

Medio las fuerzas de compresión tangencial se reducen, quedando solo expresadas a través de fallas de deslizamiento por el rumbo, plegamientos y empujes locales, tomando importancia para la región los movimientos verticales que caracterizan y condicionan la morfotectónica regional, iniciándose a partir del Mioceno Medio el proceso de ascenso del actual territorio de la isla de Cuba, dominados en el sector oriental por el sistema de fallas transcurrentes Oriente, límite de placas actual del Caribe y Norteamérica.

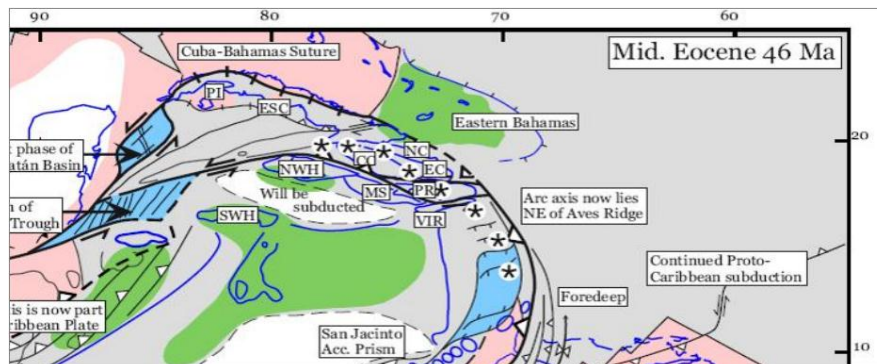


Figura 1. Término del Eoceno Medio, acreción y sutura del Bloque Oriental Cubano. Al margen de Bahamas (Modificado de Pindell, 2001).

Los movimientos tectónicos recientes se van a caracterizar por movimientos verticales responsables de la modelación del sistema de *horts* y *grabens*, pero sin restar importancia a la influencia que tienen sobre Cuba y, más remarcada, sobre el sector de Cuba Oriental, los desplazamientos horizontales que ocurren a través de la falla Oriente (Bartlett-Caimán) desde el Eoceno Medio-Superior, generándose un campo de esfuerzos de empuje con componentes fundamentales en las direcciones norte y noreste, que, a su vez, provocan desplazamientos horizontales de reajuste en todo el Bloque Oriental Cubano y que deforman las antiformal del *foredeep*, en su porción oriental.

Los sistemas de escama tectónicas movieron todas las estructuras junto a la cuenca Cauto, como estructura de cuenca a cuesta; desde el Maastrichtiano (García *et al.*, 2008; Pindell, 2001), debido al movimiento del cinturón orogénico al norte, que se deforma por compresión y se separa por la fallas transcurrentes laterales que lo subdividen.

Se puede generalizar el sistema a partir de las principales estructuras de Cuba Oriental y la superposición de eventos geológicos compresivos oblicuos de dirección

septentrional (García *et al.*, 2008). El evento compresivo Cretácico-Terciario con magmatismo asociado, y la continuidad de este evento compresivo sin magmatismo asociado desde el Eoceno Superior. En el Eoceno Inferior parte alta, la actividad volcánica comenzaba a disminuir al sur de la cuenca, se mantiene el sistema de grandes fallas de dirección NO, que modela la cuenca Cauto desde el Cretácico (García *et al.*, 2008). Es activa la compresión oblicua hacia el norte. Luego de casi concluida la actividad volcánica se mantiene la componente tensional y la compresión N-S, por la continuación de obducción sobre el margen de Bahamas, apareciendo un elemento nuevo: la transurrencia de dirección E-O asociada a la apertura de la fosa Caimán. Con la subsiguiente deposición de las brechas polimícticas, como la Fm. Farallón Grande con clastos angulares de hasta un metro, de la Fm. Charco Redondo y el Grupo El Cobre.

Los afloramientos de esta formación marcan en superficie el momento de máxima actividad de la zona de falla transcurrente Cauto-Nipe, la que desempeña un papel importante en la traslación desde una posición meridional del Bloque Oriental Cubano.

### **Estructuras dentro de la cuenca Cauto**

Las estructuras desarrolladas dentro de la cuenca Cauto pertenecen a la zona de la cuña orogénica (*wedgetop*), iniciada a fines del Mesozoico, y representada en afloramientos dentro de la cuenca por la Fm. Babiney. El proceso continuo de evolución tectónico sedimentario, dentro de la cuenca, en el periodo Terciario, está dominado por procesos de extensión de la corteza, manifestando procesos transpresionales y transtensionales dominados por la zona de falla Cauto-Nipe, bien expresada en los campos gravimétricos del área de estudio (Figura 2), donde se observa la cuenca con sus límites bien expresado por altos gradientes en los bordes del campo, y desarrollada como un mínimo gravitacional regional con algunos máximos locales.

Los máximos A y A', con una intensidad de campo de 46 y 70 mGal, muestran el efecto de cuerpos densos, del arco volcánico cretácico y de la corteza oceánica. Las anomalías C y C' similares se encuentran enmarcadas en un mínimo gravimétrico relativo, presentando intensidades de campo de 6 y 12 mGal; esta zona corresponde al mínimo regional que representa en la cuenca Cauto la zona de fallas transcurrentes Cauto-Nipe, a la que está asociado un potente espesor sedimentario.

La anomalía B caracteriza el máximo Levingston, corresponde con una intensidad de campo de 176 mGal; muestra un alto gradiente con respecto a la anomalía C e indica una zona de contacto tectónico con cambios bruscos de dirección, indicativo de tectónica transcurrente, que caracteriza la zona de falla Cauto-Nipe.

Esta anomalía está provocada por un cuerpo enorme de rocas densas perteneciente a una corteza oceánica.

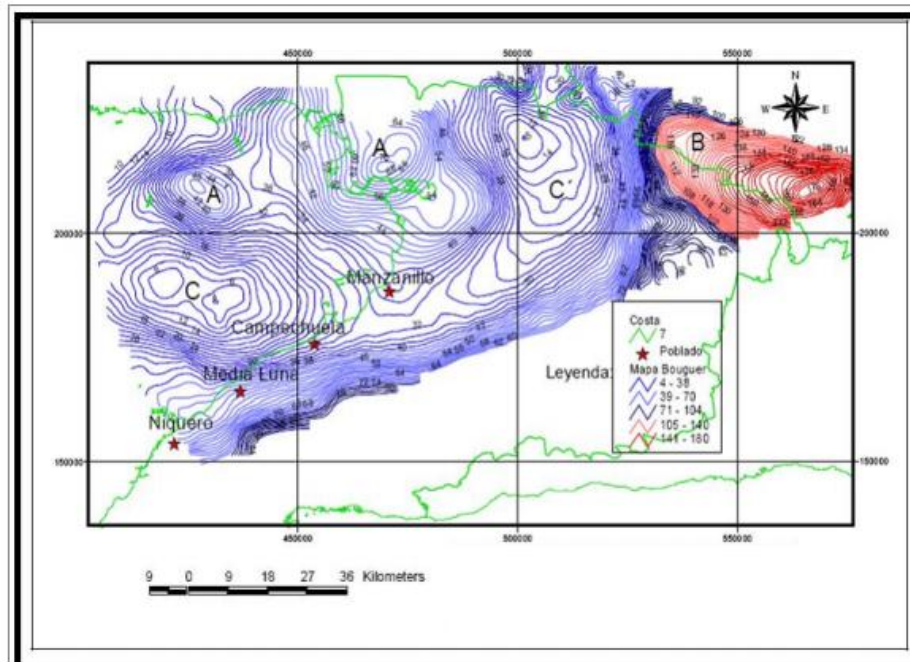


Figura 2. Mapa de anomalía en reducción Bouguer (tomado de Bastos, 2011).

En el mapa magnético (Bastos, 2011) se observa cómo los cuerpos magnéticos bordean la cuenca, delimitada por el mínimo regional del campo gravimétrico que presenta un comportamiento tranquilo. Además, se pueden observar algunas anomalías circulares de máximos magnéticos locales dentro del mínimo gravimétrico regional. Las anomalías magnéticas son coincidentes con los afloramientos de rocas del arco y sus ofiolitas, así como del extremo occidental de la Sierra Maestra. Ambos mapas con sus anomalías muestran el control tectónico impuesto por el desarrollo de fallas transcurrentes que forman la cuenca tensional del Cauto, a partir de la extensión de la corteza. La presencia de las subcuencas es un peculiar rasgo del desarrollo de las cuencas de *pull-apart*, interpretado como una extensión paralela al orógeno. Este estilo tectónico determina la existencia de bloques elevados por basculamiento, que pueden

formar trampas para la acumulación de hidrocarburos y, por ende, se convierten en objetivos potenciales de la exploración petrolera.

### **Estructura de zonas perspectivas en la cuenca Cauto**

Dentro del conjunto investigado por la sísmica se tomaron los perfiles más importantes y que coincidían con estructuras delimitadas por la gravimetría en trabajos precedentes. Donde, con claridad, se observa la relación entre la geología de superficie y la del subsuelo y se manifiestan zonas levantadas dentro de la cuenca Cauto. En la porción sur occidental existe una relación entre las manifestaciones de hidrocarburos y levantamiento del registro estratigráfico cretácico, coincidencia que se muestra en el mapa de tope del Cretácico elaborado por Bastos (2011). En la zona aparecen perforados los pozos Vicana 1, Vicana 2, Creciente 1X y Media Luna, todos ubicados sobre estructuras levantadas del Cretácico pero no llegan a evaluar los mismos en su profundidad.

Las estructuras, en forma de anticlinal, coinciden con el movimiento paralelo al transporte tectónico de las estructuras compresivas de colisión y pliegan las secuencias del Eoceno Medio, justo antes de la discordancia del Eoceno Superior, indicando la sedimentación sobre un paleorrelieve deformado por compresión y luego enterrado en el proceso de la extensión tectónica de la cuenca Cauto. La misma estructura de anticlinales y fallas inversas por compresión general se muestran en la localidad donde se perforó el pozo Manzanillo 1, reconocido por muchos como mal ubicado, con respecto a la zona más levantada estructuralmente de su trampa, pero nunca vuelto a evaluar. Este es, en nuestra opinión, el prospecto más interesante del área de tierra en la zona de la cuenca Cauto, para una futura perforación de exploración. El pozo Manzanillo 1, perforado en 1956, mostró manchas de petróleo en margas del Eoceno Inferior, además de unas calizas arrecifales del Eoceno Medio; atendiendo a los resultados de esta perforación se siguieron los estratos pertenecientes a estas edades, en la línea sísmica.

La estructura se ubica en el tope superior del anticlinal que funciona como una excelente trampa, a la vez de ser un sello estructural. Destaca la existencia de fallas en esta zona que pueden funcionar como vías de migración, también como sellos del tipo cierre contra falla y trampas estructurales o mixtas; la estructura está limitada por fallas. Esta línea sísmica está controlada por el pozo Manzanillo 1 (2 089 m). Se



observa una sedimentación continua durante todo el corte, aunque se destaca una superficie erosiva sobre el Oligoceno, donde se sedimentaron calizas, y la deformación en anticlinal de toda la secuencia del Cretácico al Oligoceno, recubierto en *onlap*<sup>1</sup>, por las secuencias del Mioceno.

Se observa un control tectónico del anticlinal, con el desarrollo de numerosas fallas, que cortan la secuencias miocénicas, indicativo de los movimientos transcurrentes que ocurren aún dentro de la cuenca.

El perfil sísmico CUB20-96-15 se relaciona con el pozo Granma 1 (3 017 m). Esta línea muestra, de manera general, una profundización de la cuenca hacia la parte suroriental, mientras en el noroeste va levantándose la estructura del fondo presumiblemente cretácica y los estratos terciarios disminuyen los espesores. Todo el corte coincide con la anomalía gravimétrica que se observa en el mapa. A partir del pozo, hacia el sureste, hay fallas normales que aparecen en toda la secuencia sedimentaria y la parte noroeste parece fallas inversas.

El pozo Granma 1 está fuera de la estructura y una posible ubicación de un nuevo pozo de exploración debe tener en cuenta la relación que existe con el mapa de anomalías residuales (Bastos, 2011). Su ubicación debe coincidir con el cuadrante de la anomalía A, y en la posición que cierra la residual 8.

Toda la evidencia entre los diferentes datos recopilados nos lleva a afirmar que existe en la cuenca una relación muy estrecha entre las manifestaciones de hidrocarburos en pozos y salideros superficiales, con las antiformas descritas en el mapa geológico, que, a su vez, son coincidentes en profundidad con las anomalías gravimétricas y estructuras levantadas delimitadas por la sísmica. Esto se debe tener en cuenta para futuras exploraciones.

## **Conclusiones**

Fueron evaluadas las relaciones tectono-estratigráficas de la cuenca Cauto y se localizaron las zonas con mayores perspectivas en el desarrollo de su sistema petrolero.

---

<sup>1</sup> Onlap: Deposition of sediments in a transgressive sea, where the young sediments are deposited on the discordant surface of the older rocks.

Se confirmó que las estructuras en forma de anticlinal presentes en la cuenca Cauto, coinciden con el movimiento paralelo al transporte tectónico de las estructuras compresivas de colisión y pliegan las secuencias del Eoceno Medio, justo antes de la discordancia del Eoceno Superior, indicando la sedimentación sobre un paleorrelieve deformado por compresión y luego enterrado en el proceso de la extensión tectónica de la cuenca Cauto.

Existe una relación real entre las manifestaciones de hidrocarburos en pozos y salideros superficiales, con las antiformas descritas en el mapa geológico, que, a su vez, son coincidentes en profundidad con las anomalías gravimétricas y estructuras levantadas delimitadas por la sísmica. Las zonas favorables para la exploración y ubicación de pozos están en el área adyacente de los antiguos pozos Manzanillo y Granma.

### **Referencias bibliográficas**

BASTOS, J. 2011: Interpretación integrada de atributos geólogo-geofísicos para la selección de áreas perspectivas para la exploración gasopetrolífera en la cuenca del Cauto, Cuba. Tesis de maestría. Pinar del Río.

GARCÍA, A.; ITURRALDE, M. & PINDELL, J. 2008: Latest Cretaceous Collision/Accretion between the Caribbean Plate and Caribean: Origin of Metamorphic Terranes in the Greater Antilles. *International Geology Review* 50(9): 781-809.

MILLÁN, R. 1997: Tectónica de Cuba Oriental. Informe IGP.

PINDELL, J.; KENNAN, L.; MARESCH, W.; STANEK, K. & DRAPER, G. 2006: Foundations of Gulf of Mexico and Caribbean evolution: eight controversies resolved. *Geological Acta* 4(1-2): 303-341.

PINDELL, J. 2001: The Pacific Origin of the Caribbean Plate, with emphasis on Cuba: Leicester meeting [en línea]. Consultado: 10 nov 2012. Disponible en: [www.ig.utexas.edu/CaribPlate/reports/IGCP\\_433\\_2001.htm](http://www.ig.utexas.edu/CaribPlate/reports/IGCP_433_2001.htm)