

5. LA GRAN FALLA DEL BORDE LLANERO

JAIME GALVIS*, RICARDO DE LA ESPRIELLA*

GALVIS, J. & DE LA ESPRIELLA, R. (1988): La Gran Falla del Borde Llanero. *Geol. Colombiana* No. 16, pp.105-110 1 Fig., Bogotá.

INTRODUCCION

Hay una indudable diferencia entre la geología de la Orinoquia - Amazonia y la del Area Andina de Colombia. La evolución geológica de los Andes de Colombia y Venezuela, presenta episodios que permiten creer, que se trata de un terreno independiente del resto de Suramérica y cuya conexión con este continente es reciente, presumiblemente cenozoica. En el presente artículo se describen algunos contrastes estratigráficos y tectónicos entre los dos bloques que pone en contacto la Gran Falla del Borde Llanero (Fig. 1) y se exponen argumentos acerca de su carácter transcurrente.

COMPARACIONES LITOLÓGICAS

PRECAMBRICO

En primer lugar, es interesante comparar el zócalo precámbrico de las dos áreas. El Precámbrico de la zona andina de Colombia (Cordilleras Oriental y Central) presenta las siguientes litologías características: Franjas de rocas ultrabásicas, altamente metamorfozadas que se presentan como paleosomas de dimensiones variables en complejos migmatíticos. Estas rocas se pueden observar en el flanco oriental del Valle de Medellín, en la zona de Briceño y Campamento en el Norte de Antioquia, en la esquina noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta y en las Serranías del Norte Guajiro. En general se trata de peridotitas y/o dunitas parcial o totalmente serpentinizadas. Generalmente alrededor de ellas hay amplias aureolas de "soapstone".

Las rocas ultrabásicas parecen estar ausentes de toda la parte occidental del Cratón Guayanés. No se conocen ultramafitas en parte

alguna de la Orinoquia y Amazonia de Colombia ni en el Noroeste de la Amazonia Brasileña.

Otro rasgo importante que diferencia el Precámbrico Andino y el Guayanés Occidental, es la relativa abundancia de metamorfitas básicas en el primero. Hay extensas exposiciones de anfibolitas en la Cordillera Central, en Tolima, Huila, Caldas, Antioquia, Serranía de San Lucas, Sierra Nevada de Santa Marta y Macizo de Santander. En la Orinoquia - Amazonia las anfibolitas ocupan áreas muy reducidas al Oriente de Mitú y en proximidades de la Serranía de Naquén. Es importante agregar que en el Area Andina, hay además extensas exposiciones de esquistos de composición básica (Formaciones Valdivia y Cajamarca), rocas estas, desconocidas en la parte colombiana del Cratón Guayanés.

Una diferencia muy importante se presenta en el Proterozoico tardío, con la existencia en la Orinoquia-Amazonia, de espesas secuencias de sedimentos rojos, vulcanitas alcalinas e intrusiones alcalinas y peralcalinas, denominadas respectivamente, Formación Pirapará, Vulcanitas de Yacayacá, Gabros Alcalinos del Caño Ti, Sienitas Nefelínicas de San José del Guaviare (Galvis, Huguet, Ruge, 1979). Estas unidades se encuentran en amplias zonas de la Amazonia Colombiana y Brasileira; en esta última se las engloba con la denominación de Formación o Grupo Uatuma. Nada de esto se ha reportado en el Precámbrico Andino.

Otro aspecto que es importante destacar, es la relativa abundancia de calcáreos en el Precámbrico Andino, entre ellos los mármoles de Palermo y Teruel en el Huila, los de Ninayacu en la vía Pasto-Mocoa, los de Amalfi en Antioquia, los del Páramo de Santurbán en el Macizo de Santander y los de Ciénaga, en la parte occi-

* Bogotá, Colombia.

dental de la Sierra Nevada de Santa Marta. Esto contrasta con la extrema pobreza en rocas calcáreas que caracteriza al Cratón Guayanés.

A partir de lo anteriormente expuesto, se pueden hacer las siguientes observaciones: La relativa abundancia de rocas básicas y presencia de rocas ultrabásicas, en el Precámbrico Andino, puede indicar que esta zona fue corteza oceánica durante el Proterozoico temprano o que se trata de remanentes de rocas verdes del Arqueano, muy afectadas por metamorfismo y migmatización. Diferente de esto, la parte occidental del Cratón Guayanés presenta una predominancia de rocas detríticas metamorfiadas y migmatizadas, indicando una posible corteza continental durante el Proterozoico Temprano y con mayor certeza durante el Proterozoico Tardío, como lo indican los extensos depósitos de sedimentos rojos, posiblemente originados en un gran evento de "rifting", hipótesis que se ve apoyada por el carácter alcalino y peralcalino del magmatismo coetáneo en la Amazonia Occidental.

PALEOZOICO

Las diferencias evolutivas entre la Región Andina de Colombia y la Orinoquia - Amazonia durante esta era son muy claras. En primer lugar, cabe hacer referencia al Paleozoico Inferior. Es importante anotar, la inmensa extensión cubierta por sedimentos de edad ordovícica (Formación Araracuara en Colombia, Formación Trombetas en Brasil) en la Amazonia Occidental y Orinoquia. Comprende principalmente sedimentos arenáceos y en menor proporción pelíticos que parecen haberse depositado en un mar epicontinental. No se encuentran sedimentos de la misma edad en la Cordillera Oriental de Colombia, donde las secuencias de sedimentos del Devónico, reposan directamente sobre rocas metamórficas o sobre rocas graníticas de textura migmatítica, como las descritas por Segovia (1963) en la localidad de La Mina en el Oriente de Cundinamarca. En medios petroleros hay menciones vagas de sedimentos de edad ordovícica en la región limítrofe entre los departamentos de Huila y Meta; si se observa en el mapa el posible trazo de la falla objeto de estas notas, la localidad antedicha está en el flanco oriental.

Además, es importante anotar que los sedimentos del Ordovícico de la Llanura Oriental de Colombia se presentan casi horizontales, formando amplísimas estructuras donde los buzamientos no exceden 10 grados. A diferencia de

esto, los sedimentos devónicos del Oriente Andino, reposan sobre rocas metamórficas intensamente plegadas y esto es observable a muy escasos kilómetros del borde de la Llanura Oriental.

Al contrario de lo descrito en referencia al Ordovícico, existen varias exposiciones de sedimentos del Devónico a lo largo de la Cordillera Oriental; la existencia de sedimentos de ese período en la Llanura Oriental es dudosa, por lo menos en lo que a Colombia y Venezuela se refiere. Otro tanto puede afirmarse del Carbonífero, representado en espesas secuencias de sedimentos marinos, con abundantes lechos calcáreos en áreas muy próximas al borde de la Llanura Oriental (Grupo Farallones) y ausente totalmente en el registro estratigráfico de los pozos petrolíferos de los Llanos.

A diferencia de esto, existe en los Llanos y Amazonia, una secuencia de areniscas de posible origen eólico, con características tales como no presentar cambios de facies apreciables, estratificación cruzada caótica, ausencia de conglomerado basal y depositación sobre superficies topográficamente irregulares. Los sedimentos mencionados reposan sobre la secuencia sedimentaria del Ordovícico. Se desconoce la presencia de este tipo de sedimentos en los Andes Colombianos.

En resumen, se puede concluir que en la Orinoquia - Amazonia de Colombia, un mar epicontinental ocupó la región durante parte del Ordovícico, durante todo el Paleozoico restante existió un ambiente continental. En el área de la Cordillera Oriental hubo una transgresión durante el Devónico y el ambiente marino persistió durante parte del período Carbonífero. La era Paleozoica anterior al Devónico parece haber tenido un ambiente continental.

MESOZOICO

El paralelo entre las litologías del Mesozoico de los Andes y la Llanura Oriental de Colombia, se inicia haciendo referencia al Trias-Jurásico. En la Región Andina, durante el Mesozoico inferior, tuvo lugar un gran evento tafrogénico, cuyo registro litológico es amplísimo en la Cordillera Oriental, Valle del Magdalena, Valle del Cesar, Serranía de San Lucas, Sierra de Perijá y de menor extensión en la Cordillera Central y la Sierra Nevada de Santa Marta. Este registro incluye sedimentos rojos, vulcanitas y rocas plutónicas alcalinas, además de algunos depósitos evaporíticos. Estas unidades

geológicas se encuentran hasta el borde oriental de lo que puede denominarse el Terreno Andino. Los sedimentos rojos se hallan expuestos al Suroriente de Boyacá (Bürgl, 1958) en Buenavista al Oeste de Villavicencio, en Colombia (Huila), San Antonio al Este de Neiva y en el Alto Caquetá al Norte de Mocoa. Las vulcanitas se encuentran cubriendo amplias zonas del Valle del Magdalena en el Huila, se presentan apófisis de pórfidos alcalinos en la región de Labateca proxima al piedemonte de la Cordillera Oriental en la cuenca del Alto Arauca. Puede anotarse que las unidades litológicas mencionadas no se han hallado en los pozos petroleros de los Llanos, ni en la parte oriental del Macizo de Garzón que pertenece al Cratón Guayanés, no al Andino.

Por último deben considerarse las grandes diferencias que presenta la sedimentación cretácea en los dos flancos de la Falla de Borde Llanero. En el piedemonte de la Cordillera Oriental hay amplias exposiciones del Cretáceo, que comprenden una espesa secuencia de sedimentos marinos, con un espesor total que algunos autores (Bürgl, 1959), estiman en más de diez mil metros. Esto incluye importantes ocurrencias evaporíticas (Restrepo, Upín, La Salina), depósitos de mineral de hierro tipo Clinton (Ubalá, Manta), roca fosfórica (Baraya, Turmequé), manifestaciones de sulfuros y carbonatos en varios tipos de ocurrencia. Por el contrario el registro litológico cretáceo de los pozos petroleros es muy pobre. Basta señalar que en el Campo Apiay, muy próximo al piedemonte cordillerano, el espesor de los sedimentos cretáceos, no llega a cuatrocientos metros, que incluye areniscas y lutitas con algunos niveles delgados de carbón (Pérez & Bolívar, 1985). Estas unidades han sido datadas, generalmente en base a polen como del Senoniano Superior. Otro tanto se presenta en el Campo Barquereña (Charitat, Carvajal & Ruiz, 1985) donde el "Cretáceo Superior" presenta menos de seiscientos metros de espesor, con una litología muy similar a la de Apiay, pero totalmente diferente a la de la vertiente cordillerana más próxima. En resumen se está comparando la secuencia sedimentaria marina más variada de Colombia y una de las más espesas, con unos sedimentos continentales y posiblemente litorales, de muy poca variedad litológica y pobre espesor.

TERCIARIO

Los contrastes y/o similitudes entre los sedimentos de edad terciaria en los dos flancos

de la Falla de Borde Llanero, son difíciles de evaluar. Por una parte, el área de la Cordillera Oriental vecina al Borde Llanero presenta una amplia exposición de unidades litológicas pre-Terciarias. Los sedimentos terciarios más próximos, con exposiciones amplias se hallan en la Meseta Cundiboyacense o en el Valle del Alto Magdalena. La información de superficie en el Terciario de los Llanos (Ulloa & Rodríguez, 1979), indica un ambiente continental, aunque lo autores concluyen lo contrario. El Terciario de la Cordillera Oriental, posterior a la regresión que dejó un amplio rastro de carbones y arenas litorales entre el Maastrichtiano y el Eoceno, presenta características de sedimentación continental. Por tanto, no es fácil establecer contrastes entre el Terciario de los Llanos y el Andino. La estratigrafía registrada en los pozos petroleros de los Llanos poco ayuda en este aspecto dada la interpretación ambiental contradictoria de las diversas compañías y la nomenclatura estratigráfica confusa.

DIFERENCIAS TECTONICAS Y ESTRUCTURALES

Como punto de partida para establecer las diferencias que en este aspecto presentan los Terrenos Andino y Guayanés, se pueden mencionar los contrastes estructurales que presenta el Paleozoico en las dos áreas. Las Unidades geológicas anteriores al Devónico, en los Andes Colombianos presentan metamorfismo regional. Los sedimentos del Devónico y Carbonífero, del área mencionada reposan discordantemente sobre las rocas antedichas o sobre granitoides precámbricos y a su vez presentan un intenso plegamiento. Por el contrario el Paleozoico de la Amazonia y la Orinoquia presenta un plegamiento muy suave, con buzamientos no mayores de 10 grados. Las directrices tectónicas del Devónico y Carbonífero de la Cordillera, más próximos al Borde Llanero varían de N40E hasta N70E (Segovia, 1963). Las directrices tectónicas del Paleozoico Llanero, varían de N-S a N20W.

En referencia al Mesozoico pueden hacerse las siguientes anotaciones: La diferencia entre las facies graníticas de las migmatitas del área Andina y las del Cratón Guayanés, respecto a su historia térmica. Las primeras dan frecuentemente dataciones potasio-argón de 180 a 200 millones de años, especialmente si esa relación isotópica se mide en biotita. Esto refleja cambios isotópicos debido a la intensa actividad magmática que afectó al Cratón Andino

durante el Mesozoico Inferior. Las facies granitoides de las migmatitas del Cratón Guayanés dan edades potasio-argón de 900 millones de años o más, dado que la actividad magmática allí cesó antes del Fanerozoico.

El Mesozoico del Area Andina presenta notable plegamiento, por lo cual generalmente los sedimentos del Terciario reposan discordantemente sobre los del Cretáceo o del Juratriásico. El Terciario Llanero es paraconcordante con el Cretáceo, al igual que sucede en el Putumayo. Excepcionalmente se presentan angularidades mínimas.

Es importante anotar, además, que el Cretáceo Llanero presenta sedimentos térmicamente inmaduros para la generación de petróleo en el Campo Apiay (Pérez & Bolívar, 1985), en la zona más próxima en la Cordillera Oriental como son las regiones del Guavio y Valle de Tenza, los sedimentos del Cretáceo presentan sobremaduración (información verbal de Mary Page, Robertson Research). Esto es explicable dado que hay claras evidencias de actividad ígnea cretácea en algunos lugares de la Cordillera próximos a los Llanos, tales como Pajarito (carretera de Sogamoso a Yopal).

TRAZO Y DESPLAZAMIENTO (FIG. 1)

El posible trazo de la Falla de Borde Llanero en el Arauca, puede situarse aproximadamente en el cauce del Río Salibón o un poco al Oeste en el del Río Banadia, como lo sugiere el contraste estratigráfico entre el Pozo Arauca III (Navas, 1985) y el Pozo Araquita. La continuación de esta falla en Venezuela, posiblemente es la Falla de Boconó, muy mencionada en la literatura geológica de ese país. La Falla de Boconó, se encuentra desplazada hacia el Noroeste respecto a la Falla de Borde Andino, aparentemente debido a una gran falla de tipo transcurrente que puede localizarse en la depresión de La Grita y cuya continuación al Sureste, parece encauzar gran parte del curso del Río Ele. En Casanare, el trazo de la Falla de Borde Llanero, se sitúa en el piedemonte de la cordillera, donde presenta una expresión morfológica relativamente clara. En la región de Villavicencio se puede situar entre la Serranía de Las Palomas y la Cordillera Oriental. Al Sur de Villavicencio, en la región del Ariari, parece internarse en la Cordillera. De allí hacía el Sur, es claro el rasgo morfológico en el Valle de Balsillas y más al Sureste, forma la gran depresión de Algeciras.

Al Sur del Huila, puede situarse al Oriente de Acevedo. El trazo de la Falla de Borde Llanero en el Putumayo no se define con total claridad; en esa zona hay fallas de dirección Noroeste que dificultan la identificación de su trazo y posiblemente la desplazan.

Hay algunas razones para considerar que la cuenca del Putumayo, se encuentra integralmente al Oriente de la Falla del Borde Llanero, tales como los contrastes litológicos entre los sedimentos del Cretáceo del Valle de Sibundoy (Bueno, 1952) y los de los campos petroleros del Putumayo. En la primera localidad se menciona la existencia de lilitas, cuya existencia no se reporta en el registro estratigráfico de la zona petrolera. Es importante anotar además las diferencias estratigráficas entre la Cuenca del Alto Magdalena y la del Putumayo, así como el contraste en sus directrices estructurales. Por otra parte el contacto Terciario - Cretáceo en el Putumayo es paraconcordante o presenta una levísima angularidad; en cambio en el Huila se trata de una discordancia angular, notablemente marcada. Por tanto, es dable suponer que el trazo de la Falla de Borde Llanero, en general bordea la Cordillera en el Putumayo.

Respecto al movimiento relativo de la Falla del Borde Llanero, cabe hacer mención del trabajo de Pennington (1981) quien, según mecanismos focales de hipocentros sísmicos, le atribuye un movimiento dextral.

De acuerdo con esto, la Región Andina Colombo - Venezolana, proviene del Suroeste, en relación con el resto del continente. Pennington considera además que el plano de falla se presenta inclinado hacia el Noroeste.

CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto, cabe concluir que el Area Andina de Colombia constituye un terreno diferente al Cratón Guayanés y por tanto al Continente Suramericano. Es interesante anotar que la Cuenca Cretácea Colombo - Venezolana, no presenta analogías en zona alguna de Suramérica.

La datación de los movimientos relativos del Terreno Andino y el Guayanés es aún incierta con la información disponible, al igual que precisar cuando el movimiento cesó, o por lo menos se llegó a la posición actual.

Aunque en la zona de piedemonte andino, hay fallas de movimiento vertical, es claro que se trata de una actividad reciente, cuyas dimensiones no pueden compararse con el gran evento tectónico que constituye la gran falla

transcurrente de Borde Llanero, ni relacionarse a él. En ningún caso movimientos de tipo vertical, pueden dar explicación a la absoluta diferencia en la evolución geológica de Los Andes y la Orinoquia - Amazonia.

BIBLIOGRAFIA

BUENO, J. (1953): Informe sobre algunos yacimientos calcáreos de posible aplicación para producir cal agrícola para Nariño. Bol. Geol., No. 1, Bogotá.

BURGL, H. (1958): El Jurásico e Infracretáceo del Rfo Batá, Departamento de Boyacá. Bol. Geol., Vol. VI, Ns. 1-3. Bogotá.

BURGL, H. (1959): Sedimentación cíclica en el Geosinclinal Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia. Bol. Geol., Vol. VII, Ns. 1-3, Bogotá.

CHARITAT, P., CARVAJAL, L. & RUIZ, J. (1985): Tocaria Oil and Gas Field and La Gloria Norte Oil Field, two examples of Casanare Hydrocarbon Fields. II Simposio Bolivariano de Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, Vol. I, Bogotá.

GABELA, V. (1985): Campo Caño Limón, Llanos Orientales de Colombia. II Simposio Bolivariano de Cuencas Subandinas, Vol. I, Bogotá.

NAVAS, J. (1985): Campo Arauca. II Simposio Bolivariano de Cuencas Subandinas, Vol. I, Bogotá.

PENNINGTON, W.D. (1982): Subduction of the Eastern Panamá Basin and Seismotectonics of northwestern South America. J. Geophys. Res., 86 (B11), Washington, D.C.

PEREZ, V.E. & BOLIVAR, L.A. (1985): Desarrollo Campo Apiay. II Simposio Bolivariano de Cuencas Subandinas, Vol. I, Bogotá.

SEGOVIA, V.A. (1963): The Geology of Plancha L-12 (Peralonso - Medina area) of the Geologic Map of Colombia. Penn. St. Univ., University Microfilms Inc., Inédito, 201 p.

ULLOA, C. & RODRIGUEZ, E. (1970): Geología del Cuadrángulo K-12, Guateque. Bol. Geol., Vol 22, Bogotá.

Manuscrito recibido en octubre de 1987

Dirección de los Autores:
Apartado Aéreo 92094
Bogotá - Colombia.