

Arcos y Lineamientos de Dirección Noroeste-Sureste en las Cuencas subandinas de Venezuela y Colombia

GUILLERMO UJUETA L.

Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 14490, Bogotá, Colombia

UJUETA L., G. (1993): Arcos y Lineamientos de Dirección Noroeste-Sureste en las Cuencas Subandinas de Colombia y Venezuela.- *Geología Colombiana*, 18, pp. 95 - 106, 6 figs., Bogotá.

RESUMEN

De tiempo atrás se han reconocido varias características estructurales en la Cuenca de los Llanos Orientales y en la Cuenca de Barinas-Apure, aproximadamente perpendiculares a la dirección general de la Cordillera Oriental de Colombia y a los Andes de Venezuela, respectivamente, que se han conocido con el nombre de arcos. Tales arcos son estructuras identificadas mediante datos magnéticos, sísmicos e información estratigráfica obtenida a partir de la perforación de numerosos pozos para la exploración de petróleo.

Y recientemente, como resultado del estudio de datos obtenidos a partir de varias fuentes y disciplinas se determinó la presencia de fracturas profundas de dirección Noroeste-Sureste, ancestrales (Precámbricas?), reactivadas en diversas épocas, que se han denominado lineamientos y de los cuales se han reconocido 11 en la Cordillera Oriental de Colombia, en el sector Girardot-Cúcuta, y 4 en los Andes de Mérida. Los lineamientos tienen longitudes, reconocidas hasta ahora, que fluctúan entre 400 y 1.200 km, están espaciados entre 40-50 km en Colombia y en múltiplos de este espaciamiento en Venezuela.

Los lineamientos observados representan las trazas superficiales de límites entre bloques de la corteza cuyos movimientos diferenciales han gobernado el desarrollo tectónico y sedimentológico tanto en la Cordillera Andina como en las Cuencas Subandinas; en estas últimas, los bloques mencionados coinciden aproximadamente con la posición y orientación reconocida y aceptada para los arcos.

Se cree que existe relación directa entre el fracturamiento presente en el Escudo de Guayana y las estructuras que aparecen en la Cordillera Andina, así como con una serie de bloques levantados o hundidos (horts y grabens) de dirección NO-SE presentes en las cuencas subandinas de Colombia y Venezuela. Se postula entonces, que los llamados "arcos" no son otra cosa que bloques levantados delimitados por lineamientos de dirección NO-SE y que esta tesis puede

utilizarse ahora, como nueva herramienta para la búsqueda de hidrocarburos.

ABSTRACT

As from some time back, various structural characteristics identified in the Llanos Orientales and Barinas-Apure basins known as arcs are found to be approximately perpendicular to the Eastern Cordillera of Colombia and the Venezuelan Andes. Such arcs were identified by means of magnetic and seismic data as well as stratigraphic data from the various oil wells drilled. Recently, as a result of the pooling of data from different sources and disciplines, the presence of deep-seated ancestral (Proterozoic?) Northwest-Southeast trending fractures was determined. These fractures have been reactivated in different epochs, are referred to as lineaments of which eleven are known in the Eastern Cordillera of Colombia in the Girardot-Cúcuta sector and four in the Mérida andes. These lineaments have lengths that vary between 400 and 1,200 km being spaced every 40 to 50 km in Colombia and multiples of this in Venezuela.

The observed lineaments represent the surficial traces of the edges of crustal blocks whose differential displacements have defined the tectonic and sedimentological development of the Andean Cordillera as well as the sub-andean basins. In these last basins, the aforementioned blocks roughly coincide with the recognized and accepted position and orientation of the so-called arcs.

It is believed that there is a direct connection between the fractures present in the Guayanan Craton and those structures that appear in the Andean chain as well as the series of uplifted or downthrown blocks (horsts and grabens) of Northwest-Southeast trend in the Colombian and Venezuelan subandean basins. It is then proposed that the so-called arcs are none others than the edges of the uplifted blocks defined by the NW-SE lineaments. This proposal would then become an important tool for hydrocarbon prospecting.

1. INTRODUCCION

Se ha propuesto que las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia están delimitadas por características estructurales aproximadamente perpendiculares al tren general de la Cordillera Andina, a las cuales se les ha dado el nombre de "arcos". El concepto de arco queda claro si se entiende tal como lo define Dennis (1967:4). Trad. " es una estructura anticlinal elongada, abierta, amplia, establecida en cualquier superficie o familia de superficies geológicas" y el término Dennis (1967:5), se aplica comúnmente a estructuras de basamento, junto con las rocas que las cubren, y en las cuales además, se infieren movimientos verticales.

El reconocimiento de los "arcos" se ha logrado mediante evidencias suministradas por medio geofísicos y estratigráficos utilizados para la prospección de petróleo. Los arcos conocidos en Venezuela se han trazado unos en la cuenca de Barinas-Apure, remontando los actuales Andes de Mérida y extendiéndose a la cuenca del Lago de Maracaibo y otros han quedado circunscritos a la primera cuenca. En cambio, en Colombia, todos los arcos propuestos se han trazado únicamente sobre la Cuenca de los Llanos Orientales.

Por otra parte, el análisis de mapas topográficos, de mapas geológicos, del mapa en relieve de Colombia (IGAC, 1980), del Mapa de Unidades Geomorfológicas de Venezuela (1976), de los mapas Geológico-Estructurales de Venezuela (1976, 1984), reveló la relación existente entre la morfología superficial y las estructuras geológicas y permitió establecer la existencia de varias fracturas profundas de dirección NO-SE que en este trabajo se denominan Lineamientos y que por definición (Jain, 1980, Parte II:49), es un término general empleado para denominar fallas profundas que penetran hasta el Manto Superior y que se manifiestan en superficie por un sinnúmero de indicios geomorfológicos, estructurales, de sedimentación, magmáticos y geofísicos.

El propósito principal de este trabajo es fijar la posición de los numerosos "arcos" reconocidos en las Cuencas Subandinas de Venezuela y Colombia, compararlos y establecer la relación con los lineamientos de dirección NO-SE presentes no sólo en la Cordillera Andina, sino también en las cuencas subandinas y aún en el Escudo de Guayana, hasta donde se han podido trazar algunos de ellos. La relativa buena expresión superficial de los lineamientos sugiere que tales características reflejan movilidad periódica a lo largo de correspondientes zonas de fractura en el basamento.

2. ARCOS RECONOCIDOS

El término, aparentemente acorde con la definición que se presenta en la introducción, ha sido aplicado en Venezuela a estructuras del Escudo de Guayana y es así como varios autores encuentran que los llamados arcos, como el de Mérida, el de Paraguaná-El Baúl y el de Maracaibo, están orientados en dirección NO-SE, casi normales al rumbo

actual de los Andes Venezolanos (González de Juana, 1952:408).

Feo-Codecido (1955:110) considera que el arco de El Baúl se extiende con dirección Noroeste-Sureste desde el Escudo de Guayana, pasa por Barquisimeto y Paraguaná y llega "por lo menos" hasta la isla de Aruba. González de Juana *et al.* (1980:223) señala cómo la Formación Río Negro se acuña contra los bordes de las áreas positivas denominadas la Plataforma de Maracaibo y el Arco de Mérida, características que de acuerdo a las figs. IV-12 y 13 de los mismos autores, se encuentran una a continuación de la otra en dirección NO-SE. Graf (1972, Fig. 7) extiende el Arco de El Baúl-Paraguaná hacia el noroeste de la Península de Paraguaná y también Graf, en la misma figura, muestra la posición del Arco de Maracaibo (Fig.1), actualmente en emergencia.

Feo-Codecido (1972, Fig.2) señala la posición de los arcos de Mérida y Santa Bárbara. El arco de Mérida lo traza desde el borde sur del Lago de Maracaibo (Fig.1) hasta el Río Apure en dirección al Escudo de Guayana y propone, a la vez, que el Arco de Santa Bárbara es una elevación en la cuenca, producida por la extensión del Macizo de Colorado que emerge sobre el borde SE de los Andes de Mérida. Guedez y Mozetic (1982, Fig.2) ubican la posición del Arco de Santa Bárbara y a este mismo arco, cuyo eje pasa cerca de la población de Arauca, Chigne (1985) lo denomina Arco de Arauca.

Chigne (*op. cit.*) señala que los rasgos del Arco de Arauca fueron identificados desde hace tiempo y que el arco puede situarse entre los ríos Apure y Arauca. Recientemente, mediante sísmica moderna y perforación exploratoria, teniendo como punto de referencia el área de Guafita (Fig. 2), se ha podido precisar la orientación general N 40° 0 del eje del Arco de Arauca. Este arco se extiende desde el área de Guafita hacia el Escudo de Guayana sin que su posición en esta parte esté claramente definida. Al noroeste, mediante la bifurcación del eje del arco (Fig. 2), podría estar asociado ya sea con el Macizo de Colorado o llegar contra el Alto de Brujas, situados ambos en el borde SE de los Andes de Mérida. La aparente bifurcación del eje de Arco de Arauca puede ser sencillamente la falta de paralelismo que se observa entre el Lineamiento Depresión de Cúcuta o Táchira y el Lineamiento Caparo (Fig. 3) causado por la rotación de los Andes de Mérida con respecto a la Cordillera Oriental de Colombia (Ujueta, 1992b).

En Colombia se introduce el concepto de arcos para zonas geomorfológicas altas dentro de la Cuenca Subandina de los Llanos Orientales. Valderrama (1982) apoyado principalmente en informes internos de Ecopetrol, de carácter gravimétrico y sísmico e información estratigráfica obtenida a partir de pozos perforados en la cuenca, elabora el mapa paleogeomorfológico al tope de basamento, que se reproduce en la Fig. 2, en donde aparecen los siguientes arcos, cuyos ejes en general se orientan en dirección aproximadamente perpendicular a la Cordillera Oriental de Colombia y que de SO a NE son: a) Arco de Ariari, b) Arco de Vorágine, c) Arco de Santiago, d) Arco de Orocué, e) Arco de Trinidad, f) Arco de Santa Rita, g) Arco de Tame y

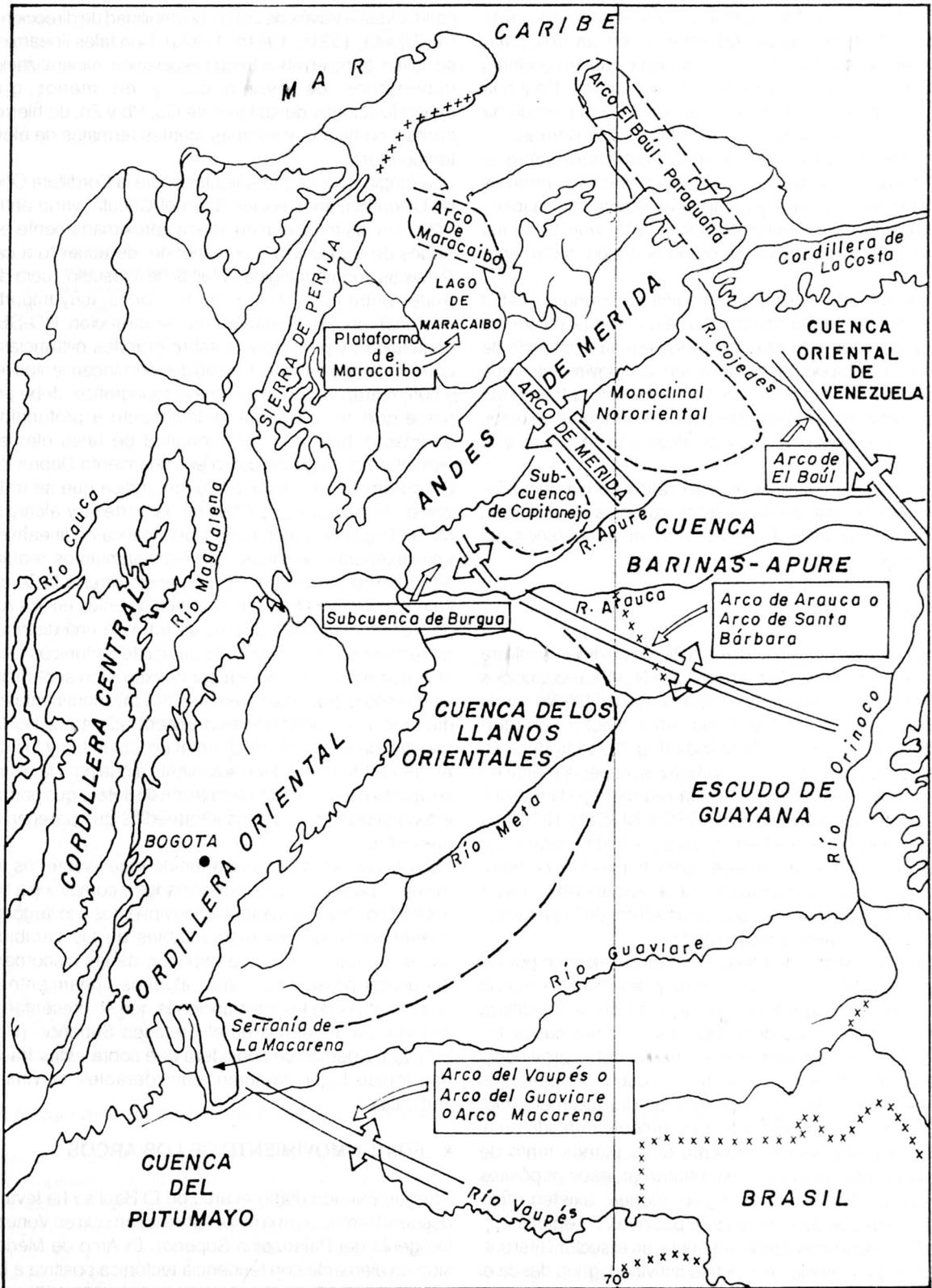


Fig. 1. Arcos de las Cuencas Subandinas de Colombia y Venezuela (tomado de Russomano & Velarde (1982, Figs. 1 y 8) y Graf (1972, Fig. 7).

h) Arco de Arauca. Este último arco y el Arco de Santa Bárbara se unen, según Valderrama, en un sólo arco mayor, que se extiende hasta el Escudo y que, en el último tramo, conserva el nombre de Arco de Arauca. Según la Fig. 2, los arcos mencionados buscan al SE el Escudo de Guayana y hunden al NO, hacia el borde cordillerano.

Fuera de los datos consignados hasta aquí sobre el número y ubicación de los arcos, muchos de los informes conocidos son iterativos y no agregan nueva información. En este punto es importante hacer notar que tanto los extremos SE y NO de los arcos no han sido claramente definidos.

De acuerdo a la literatura geológica cada uno de estos arcos tiene su propia historia. Es así como la evidencia estratigráfica permite establecer: primero, la existencia de culminaciones topográficas; segundo, los movimientos que cada uno de los llamados "arcos" han tenido a través del tiempo y tercero, la indiscutible posición ortogonal de estos "arcos" o culminaciones topográficas con respecto a la Cordillera Andina.

En resumen, la evidencia estratigráfica apoya decididamente la existencia de estructuras con ejes de dirección NO-SE presentes en las Cuencas Subandinas de Venezuela y Colombia.

3. LINEAMIENTOS

La intersección perpendicular a la dirección de la Cordillera Andina de 11 lineamientos de dirección NO-SE reconocidos por primera vez (Ujueta, 1990, 1991a, 1991b, 1992a), en la Cordillera Oriental de Colombia, en el sector Girardot-Cúcuta y 4 en los Andes de Mérida (Fig. 3), se traduce en rasgos geomorfológicos muy llamativos, especialmente en cuanto hace a la adaptación de la red hidrográfica a dos direcciones preferenciales NNE-SSO a NE-SO y NO-SE, y a la aparición de valles transversales a la dirección de la Cordillera Andina. Pero es la geología la que en la comprobación de la existencia de los lineamientos aporta la mayor cantidad de datos a través de la estructura, de la sedimentación y de los eventos magmáticos.

La mayor evidencia de control estructural ejercido por los lineamientos NO-SE es la ruptura y desplazamiento de estructuras que siguen el tren general de la Cordillera Oriental y de los Andes de Mérida. Así, en unos casos, los lineamientos constituyen límites netos entre provincias estructurales diferentes y en otros casos, lineamientos como los del Río Ariari y Depresión de Barquisimeto (Fig. 3) delimitan un gran bloque tectónicamente hundido en el que, en la parte correspondiente a los Llanos tanto de Colombia como de Venezuela, afloran gruesos depósitos cuaternarios. Dentro de este gran bloque, existen otros bloques menores que son ya sea positivos o negativos.

En la Cordillera Oriental de Colombia, en el sector Girardot-Cúcuta, hay evidencia de repetida actividad ígnea desde el Paleozoico y quizá aún desde el Precámbrico (?) hasta el Pleistoceno (1,5 m.a.). Así, las intrusiones y extrusiones ígneas menores presentes (diques, silos y domos), que varían desde rocas básicas hasta riocitas, fueron

conducidas a través de zonas de debilidad de dirección NO-SE (Ujueta, 1991a, 1991b, 1992a). Con tales lineamientos se hallan, también en estrecha asociación, mineralizaciones importantes de esmeraldas y en menor grado, mineralizaciones de sulfuros de Cu, Pb y Zn, de hierro, de barita y de fluorita y además fuentes termales de elevada temperatura.

La longitud de los lineamientos sobre la Cordillera Oriental de Colombia, en el sector Girardot-Cúcuta, varía entre 90 y 200 km, se mantiene en 90 km aproximadamente en los Andes de Venezuela y se extiende, de acuerdo a características geomorfológicas y fallas de subsuelo, fuera de los Andes entre 400 y 1.000 km. Es, pues, muy importante destacar en los lineamientos de dirección NO-SE, su continuidad y persistencia sobre grandes distancias, así como su rectilinearidad. Puesto que son lineamientos rectos y cortan gran variedad de relieve topográfico, debe presumirse que se proyectan verticalmente a profundidad y además debido a la gran longitud de tales elementos estructurales, algunos como el Lineamiento Depresión de Barquisimeto, de hasta 1.200 km, indica que se trata de zonas de fractura que penetran la corteza y alcanzan el Manto Superior. La aparición sistemática de lineamientos sensiblemente paralelos, con espaciamientos regulares, 40-45 km aproximadamente, perpendiculares a la Cordillera Oriental de Colombia y en múltiplos de éstos en los Andes de Venezuela, indica que no se trata de una distribución estructural errática, resultado de ajuste tectónicos locales, sino que más bien pueden ser la expresión superficial de elementos estructurales regionales y aún continentales. La diferencia de espaciamiento encontrado entre los lineamientos de la Cordillera Oriental de Colombia y los de los Andes de Mérida se debe solamente a que para la última no se dispuso de suficiente información de detalle que permitiera individualizar lineamientos intermedios que parecen estar presentes.

Los movimientos que han tenido lugar sobre los lineamientos, parecen haber sido variados y complejos a través del tiempo. Así que, repetidos movimientos a lo largo de los lineamientos son los responsables de los cambios de facies, de los cambios de espesor, de las discordancias angulares presentes y aún, algunos lineamientos son responsables de las interrupciones que se presentan en la distribución de faunas en el Cretáceo Superior (Duque, 1971:37). Además se considera que sobre estas fracturas han tenido lugar, también, considerables movimientos verticales.

4. EDAD Y MOVIMIENTO DE LOS ARCOS

Según Estrada (1982) el arco de El Baúl se ha levantado desde el Pérmico como respuesta a la llamada en Venezuela, Orogenia del Paleozoico Superior. El Arco de Mérida ha sido un elemento con tendencia tectónica positiva a través del tiempo; así González de Juana *et al.* (1980:153) señalan que como consecuencia de la orogénesis pre-Mesozoica se destaca la elevación conocida como Arco de Mérida que influencia el desarrollo de la sedimentación en el Triásico-

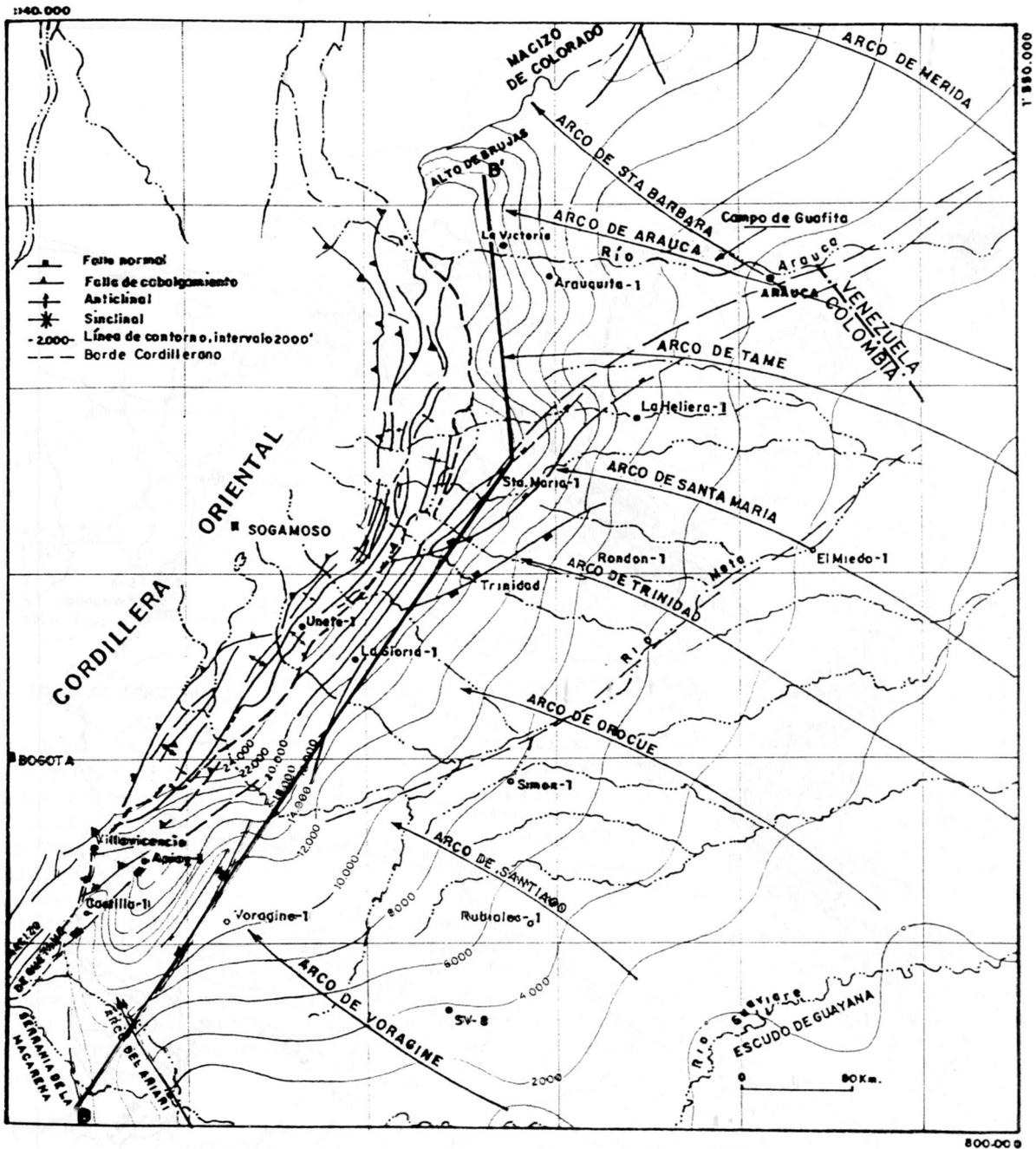


Fig. 2. Mapa Paleogeomorfológico Regional. Tope de Basamento (según Valderrama, 1982, Fig. 4).

Jurásico, en el Cretáceo, en el Terciario Inferior y hasta el Eoceno Superior. Por otra parte, la sedimentación fundamentalmente continental de la Formación La Quinta se presenta en ambos flancos del Arco de Maracaibo pero no pasa sobre él, y la Formación Río Negro (Neocomiense-Barremiense), está representada por escasos metros de un conglomerado basal que reposa sobre el basamento granítico (González de Juana, 1952:409). Boesi *et al.* (1988:14) basados en datos de sedimentación durante el Cretáceo

señalan que hubo basculamiento hacia el noroeste tanto del Arco de Mérida como de la Plataforma de Maracaibo. Chigne (1985) afirma que en la orogénesis del final del Cretáceo se levantaron los Arcos de Mérida, El Baúl y el Arco de Arauca o de Santa Bárbara y el mismo Chigne (1985) opina "que la evolución del Arco de Arauca durante el Paleoceno contribuye al levantamiento regional de la Cuenca de Barinas meridional", y además Chigne (*op.cit.*) señala que "En el Eoceno Superior los mares se retiran al

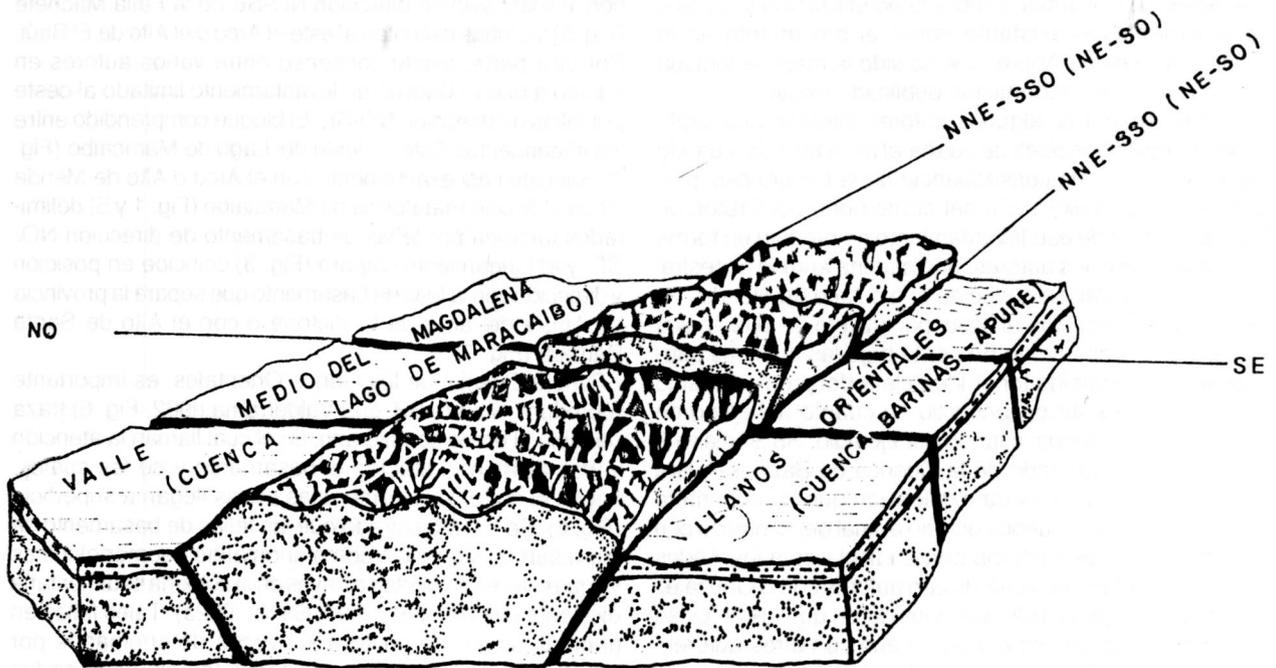


Fig. 4. Bloques determinados por lineamientos (fallas profundas) de dirección NO - SE y NNE - SSO ó NE - SO

norte y al este. Movimientos epirogenéticos reactivan el levantamiento de los Arcos de Arauca y Mérida", y como consecuencia "se produce fuerte erosión en los arcos, especialmente en el Arco de Mérida".

Russomano & Velarde (1982, Fig. 8), expresan que "La estructura de la Cuenca de Barinas-Apure es el resultado de la sobreimposición de la tectónica Mio-Pliocena andina sobre rasgos más antiguos del Cretáceo tardío. A pesar de la intensidad de la fase tectónica andina, los rasgos más antiguos no han sido borrados y juegan un papel decisivo en la geología petrolera de la cuenca". Finalmente, Graf (1972, Fig. 7) muestra cómo lo que él denomina Arco de Maracaibo, actualmente en emergencia, afecta la sedimentación en el Holoceno.

5. CUENCAS Y ARCOS

Estrada (1982) considera que la Cuenca de Barinas-Apure es una depresión estructural en el basamento precámbrico, limitada al este y nordeste por el Arco de El Baúl y al sur y suroeste por el alto gravimétrico localizado entre los ríos Apure y Arauca, característica esta última a la cual se le ha dado el nombre de Arco de Arauca. Luego, hacia el centro, el Arco de Mérida, de orientación noroeste, divide la Cuenca de Barinas-Apure en dos subcuencas (Estrada, 1982); a la depresión presente entre los Arcos de Mérida y Santa Bárbara, Russomano & Velarde (1982, Fig. 8) la denominan como Subcuenca de Capitanejo y como

Subcuenca de Burgua a la depresión presente al occidente del Arco de Santa Bárbara (Fig. 1).

El Arco de Arauca según Chigne (1985) separó desde el Terciario Inferior las Cuencas de Barinas y de los Llanos Orientales de Colombia. Este arco por su condición de elemento positivo, dio lugar a acuíferos de capas en ambos flancos y ejerció influencia en la distribución de facies.

De acuerdo a la Fig. 2, Valderrama (1982) reconoce ocho arcos, contando el Arco de Arauca, y ocho depresiones de basamento que él denomina depocentros por similitud con las áreas geomorfológicamente bajas, presentes en Venezuela. Finalmente, según Bueno (1988:53), la Cuenca de los Llanos Orientales o del Meta como también ha sido llamada por Russomano & Velarde (1982, Fig. 1), queda limitada al suroeste por la Saliente, Dorsal o Arco del Vaupés, también llamado Arco del Guaviare o también Arco Macarena (Martínez del Olmo, 1991) que la separa de la Cuenca del Putumayo (Fig. 1).

6. ORIGEN DE LOS ARCOS

Hasta ahora, nadie ha explicado el origen de los arcos; varios de los autores que tratan el tema, simplemente consideran que los arcos son estructuras relativamente antiguas (Paleozoico ?) del Escudo de Guayana, mientras que otros consideran que su formación es más reciente. La falta de consenso tiene que ver, sin duda, con el descono-

cimiento que hasta ahora se tiene sobre la tectónica que afecta el basamento presente bajo la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia o sobre la no utilización y análisis de la información existente sobre el basamento en la Cuenca de Barinas-Apure, que ha sido la mejor estudiada y de la que mayor información publicada existe.

De todas maneras, algunos autores intentan una explicación parcial (González de Juana *et al.*, 1980:153) cuando expresan que como consecuencia de la Orogénesis pre-Mesozoica hubo elevación del borde norte del Cratón de Guayana y que de ese levantamiento se produjo en forma integrada, según los autores, una cadena andina ancestral junto con la elevación conocida como Arco de Mérida.

Pero no es solamente el desconocimiento de la tectónica que afecta el basamento presente bajo las cuencas subandinas lo que impide tener idea clara del problema, sino que además, existe desacuerdo en cuanto al tiempo de formación de los arcos, cuando por ejemplo, Russomano & Velarde (1982) hablando de la Cuenca de Barinas-Apure expresan, sin ninguna otra explicación que "Una primera estructuración de la cuenca ocurrió al final del Cretáceo con la formación de estructuras perpendiculares a los Andes actuales", en claro desacuerdo con autores como González de Juana *et al.* (1980:153) que consideran que los arcos se formaron al final del Paleozoico y aún con otros autores, como Estrada (1982), quien indirectamente les asigna por lo menos edad anterior al Paleozoico Superior cuando considera que los arcos establecen los límites de la Cuenca de Barinas-Apure e indica que estos últimos comienzan a moverse desde el Pérmico. Como conclusiones se estima que el rasgo estructural dominante en la actualidad, en la Cuenca de los Llanos Orientales y principalmente en la Cuenca de Barinas-Apure, es una alternación de elevaciones y depresiones a manera de megapliegues de orientación NO-SE que se han trazado unos, hasta el borde llanero y otros han sobrepasado la Cordillera Andina y que sin duda, rocas del Escudo de Guayana, constituyen el basamento de las cuencas de Barinas-Apure y Llanos Orientales de Colombia, así como esas mismas rocas están presentes en el núcleo del Macizo de Santander y de la Sierra de Mérida.

La dirección estructural NNE-SSO ampliamente conocida en la Cordillera Oriental de Colombia y NE-SO en los Andes de Mérida es interceptada por los hasta ahora desconocidos lineamientos de dirección NO-SE descritos antes en este artículo (Fig. 4). Hasta el momento, los lineamientos se reconocen más fácilmente sobre la Cordillera andina y sólo mediante el estudio de anomalías geomorfológicas se han podido extender a las cuencas subandinas y aún, algunos de ellos, como los del Río Ariari y Depresión de Barquisimeto, se han seguido hasta el Escudo de Guayana.

En la Cuenca de Barinas-Apure, que ha sido mejor estudiada que la Cuenca de los Llanos Orientales, existe una interpretación magnética del área (Fig. 5) de la cual es interesante resaltar cómo varias de las provincias magnéticas determinadas en el basamento por Young (1988, Fig. 4), están claramente separadas por fallas de dirección NO-SE y corresponden, en términos generales, con los arcos compilados en la Fig. 1.

La comparación directa entre las Figs. 3 y 5 muestra cómo el lineamiento Depresión de Barquisimeto (Fig. 3) coincide con la extensión en dirección NO-SE de la Falla Machete (Fig. 5) y ambas delimitan al este el Arco o el Alto de El Baúl. Por otra parte, existe consenso entre varios autores en cuanto a que El Baúl es un levantamiento limitado al oeste por fallas de dirección NO-SE. El bloque comprendido entre los lineamientos Este y Oeste del Lago de Maracaibo (Fig. 3) coincide casi exactamente con el Arco o Alto de Mérida y con el Arco o Plataforma de Maracaibo (Fig. 1 y 5) delimitados también por fallas de basamento de dirección NO-SE, y el Lineamiento Caparo (Fig. 3) coincide en posición y dirección con la falla de basamento que separa la provincia de Apure del área de la Victoria o con el Alto de Santa Bárbara (Fig. 5).

Para la Cuenca de los Llanos Orientales, es importante reproducir el corte BB' que Valderrama (1982, Fig. 6) traza paralelo al borde cordillerano, en el cual llaman la atención varias fallas que afectan el basamento y de las cuales, según el corte, solamente unas pocas llegan a superficie (Fig. 6). Se ha demostrado que las fallas de basamento se expresan en superficie como anomalías geomorfológicas ya que ellas se proyectan a través de la cubierta sedimentaria existente (Ujueta, 1982, 1990, 1991b, 1992a). Tales fallas en general, sirven de límite a los arcos determinados por Valderrama (*op. cit.*) y casi todas están situadas en las depresiones que separan los diferentes arcos.

Las fallas que llegan a la superficie delimitan y levantan el bloque que forma la Serranía de la Macarena, a cercanías de la cual se hace llegar el Arco del Vaupés o aún a este último se le integra la Serranía de la Macarena y abiertamente se le llama Arco Macarena.

La comparación de las figuras 3 y 6 permite, a la vez, establecer la coincidencia entre el Lineamiento Río Ariari (Fig. 3) y la falla de basamento que establece el límite occidental del Arco del Ariari (Fig. 6); existe coincidencia entre el Lineamiento Río Sogamoso (Fig. 3) y la falla de basamento que forma el límite oriental del Arco de Trinidad (Fig. 6).

Las consideraciones inmediatamente anteriores permiten establecer el importante papel que juegan las fallas NO-SE en la delimitación de los 'arcos' presentes en las Cuencas Subandinas de Venezuela y Colombia.

En un interesante estudio sobre el papel que los denominados "Pliegues de Fondo" juegan sobre las estructuras y el relieve en el Escudo Suramericano, Ruellan (1953:246) menciona, además de las direcciones O-E y N-S, la dirección que varía de NE-SO a NNE-SSO que aparece con frecuencia entre el NE del Brasil y el Uruguay y que ha sido llamada dirección brasileña y la dirección NO-SE, presente en las Guayanas y en el NE del Brasil que ha recibido el nombre de dirección caribe. El mismo autor (1953:251) califica a las direcciones brasileña y caribe como las direcciones básicas de América del Sur. Estas dos últimas direcciones las reconoce Estrada (1982) en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia y Ecuador y así mismo lo hace Ujueta (1982, 1990, 1991a, 1991b, 1992a y 1992b).

Un pliegue de fondo de acuerdo al trabajo de Ruellan

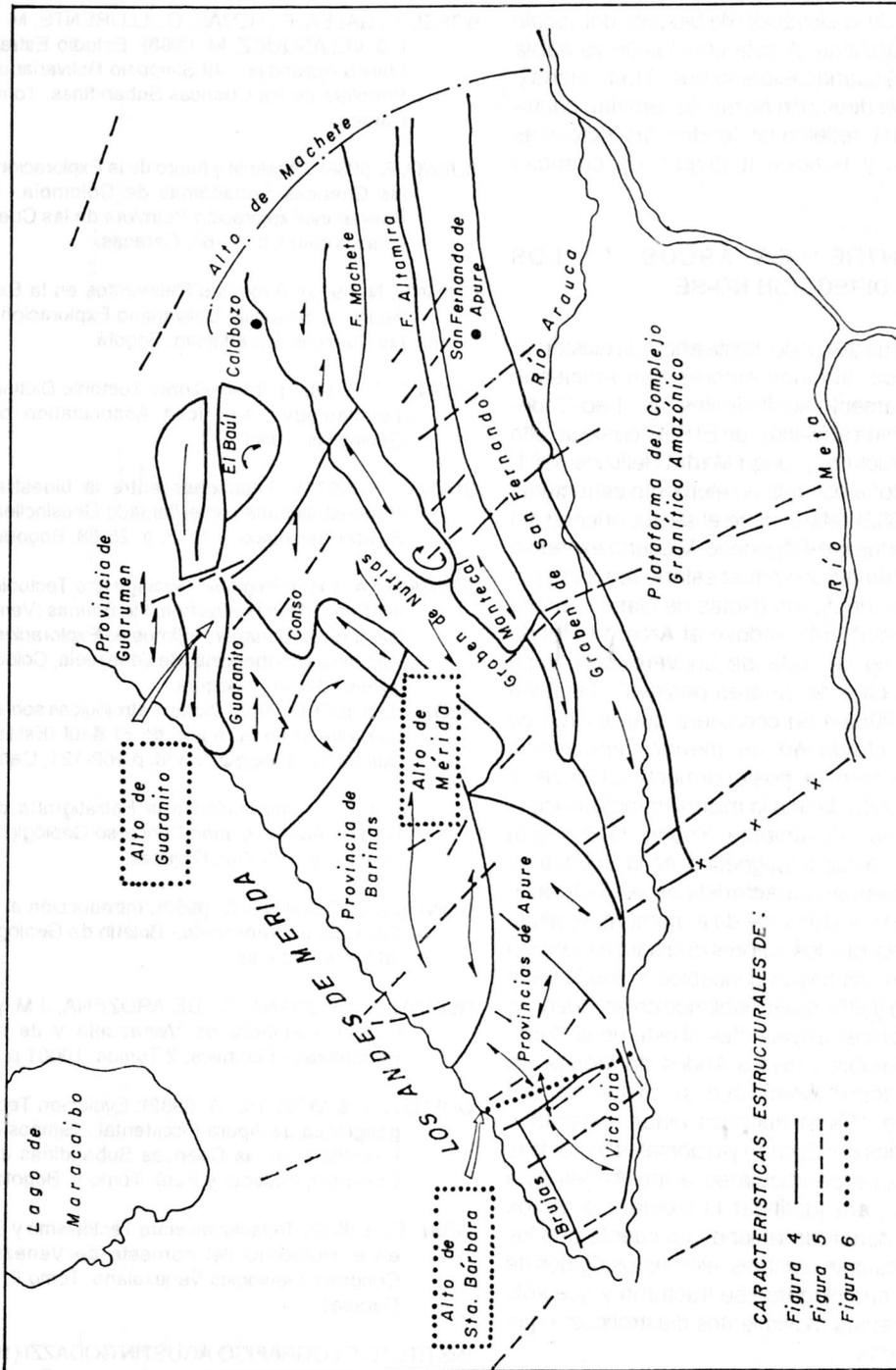


Figura 5 - Provincias Magnéticas, fallas de dirección NO-SE y altos en el basamento Pre-Cretáceo. Integrada de Young (1.988, Figs. 4-5 y 6).

(1953) puede visualizarse como el abombamiento que se produce entre dos fracturas. De manera que las direcciones de fracturamiento consideradas establecen depresiones o fosas, separadas por abombamientos o "horts". Así, los abombamientos o "arcos" de dirección NO-SE no son otra cosa que el resultado de la elevación de bloques del sócalo en las Cuencas Subandinas. A esta conclusión ya había llegado Estrada (1982) cuando expresa que, Trad. "Horts o altos de basamento de dirección Noroeste rematan contra la Faja Plegada Andina, reflejan las tendencias tectónicas antiguas del Cratón y tienden a dividir las cuencas subandinas".

7. RELACION ENTRE LOS ARCOS Y LOS LINEAMIENTOS DE DIRECCION NO-SE.

A pesar de que nadie ha discutido, hasta ahora, la existencia de los llamados arcos, algunos autores han empleado términos no necesariamente equivalentes, así: Feo-Codecido (1955:110) denomina al Macizo de El Baúl como un alto geomorfológico y estructural y luego Martín Bellizzia (1961:1513) llama "arco o alto" a ese mismo elemento estructural. Guedez & Mozetic (1982) refiriéndose al sector oriental del área de Apure en tiempos pre-Oligoceno-Mioceno expresan que la tectónica en el área pudo haber estado regulada por paleoaltos y González de Juana (Notas de clase sobre la Geología de Venezuela), refiriéndose al Arco de Mérida dice "posiblemente no se trata de un verdadero arco estructural sino más bien de un área positiva". También González de Juana (1952:409) considera que el Arco de Maracaibo es una elevación de menor importancia estructural, lo que les permite, posteriormente a González de Juana *et al.* (1980:223) darle a la misma característica el nombre de "plataforma". Finalmente, Young (1988, Fig.6) ubica de acuerdo a su estudio magnético, en la Cuenca de Barinas-Apure, las mismas características estructurales que se están tratando y a todas les da el nombre de altos.

Es probable entonces, que los autores que hacen mención a los diferentes arcos, los hayan concebido como lo hace recientemente Chigne (1985), quien hablando de las Cuencas Subandinas pericratónicas adyacentes al este de la Cordillera Oriental de Colombia y de los Andes de Mérida los considera como dedos o lomos que se proyectan del Escudo, cuando dice: "Estas cuencas están separadas entre sí por digitaciones del Escudo y/o dorsales tectónicas cuyos ejes son casi perpendiculares a los Andes". La anterior concepción para justificar la existencia de los arcos, no es fácil de visualizar teniendo en cuenta que los escudos son áreas bastante estables, elementos rígidos de la corteza que antes que plegarse se fracturan y que sólo responden a los diferentes movimientos diastróficos a que puedan estar sometidos.

Puede en cambio postularse que los hasta ahora llamados arcos coinciden con bloques delimitados por lineamientos como los aquí propuestos. Es decir, en vez de arcos tendríamos bloques de dirección NO-SE (Figs. 3 y 4) desplazados verticalmente unos con respecto a otros, que

representan las mismas diferencias en la historia y en el régimen de movimientos anotados para los llamados "arcos".

8. REFERENCIAS CITADAS

- BOESI, T., GALEA, F., ROJAS, G., LLORENTE, M. A., DURAN, I. & VELASQUEZ, M. (1988): Estudio Estratigráfico del Flanco Norandino.- III Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas, Tomo I, p. 1-41, Caracas.
- BUENO, R. (1988): Presente y futuro de la Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas de Colombia.- III Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas, Tomo I, p. 42-67, Caracas.
- CHIGNE, N. (1985): Aspectos Relevantes en la Exploración de Apure.- II Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, Bogotá.
- DENNIS, J. G. (1967): International Tectonic Dictionary, English Terminology.- American Association of Petroleum Geologists, Tulsa.
- DUQUE, H. (1971): Relaciones entre la bioestratigrafía y la cronoestratigrafía con el llamado Geosinclinal de Bolívar.- Boletín Geológico, v.19, 3, p. 25-68, Bogotá.
- ESTRADA, A. (1982): Regional Geology and Tectonic Evolution of the Subandean Basins from the Barinas (Venezuela) to the Napo River (Ecuador).- Simposio Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Peru, Tomo II, Bogotá.
- FEO-CODECIDO, G. (1955): Notas Petrológicas sobre formaciones que afloran en la región de El Baúl (Estado Cojedes).- Boletín de Geología, v.3, 8, p.109-121, Caracas.
- _____ (1972): Contribución a la Estratigrafía de la Cuenca Barinas-Apure.- Cuarto Congreso Geológico Venezolano, Tomo II, p. 773-792, Caracas.
- GONZALEZ DE JUANA, C. (1952): Introducción al Estudio de la Geología de Venezuela.- Boletín de Geología, v. II, 6, p. 407-416, Caracas.
- GONZALEZ DE JUANA, C., DE AROZENA, J.M. y PICARD, X. (1980): Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas.- Foninves, 2 Tomos, 10001 p., Caracas.
- GUEDEZ, V. & MOZETIC, A. (1982): Evolución Tectónica-Paleogeográfica de Apure Occidental.- Simposio Exploración Petrolífera en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Tomo II, Bogotá.
- GRAF, C. H. (1972): Relaciones entre Tectonismo y Sedimentación en el Holoceno del noroeste de Venezuela.- Cuarto Congreso Geológico Venezolano, Tomo II, p. 1125-1144, Caracas.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (1980): Mapa en relieve de la República de Colombia, Escala 1:1.500.000, Bogotá.
- JAIN, V.E. (1980): Geotectónica General.- Editorial Mir, Parte I, 358 p., Parte II, 304 p., Moscú.

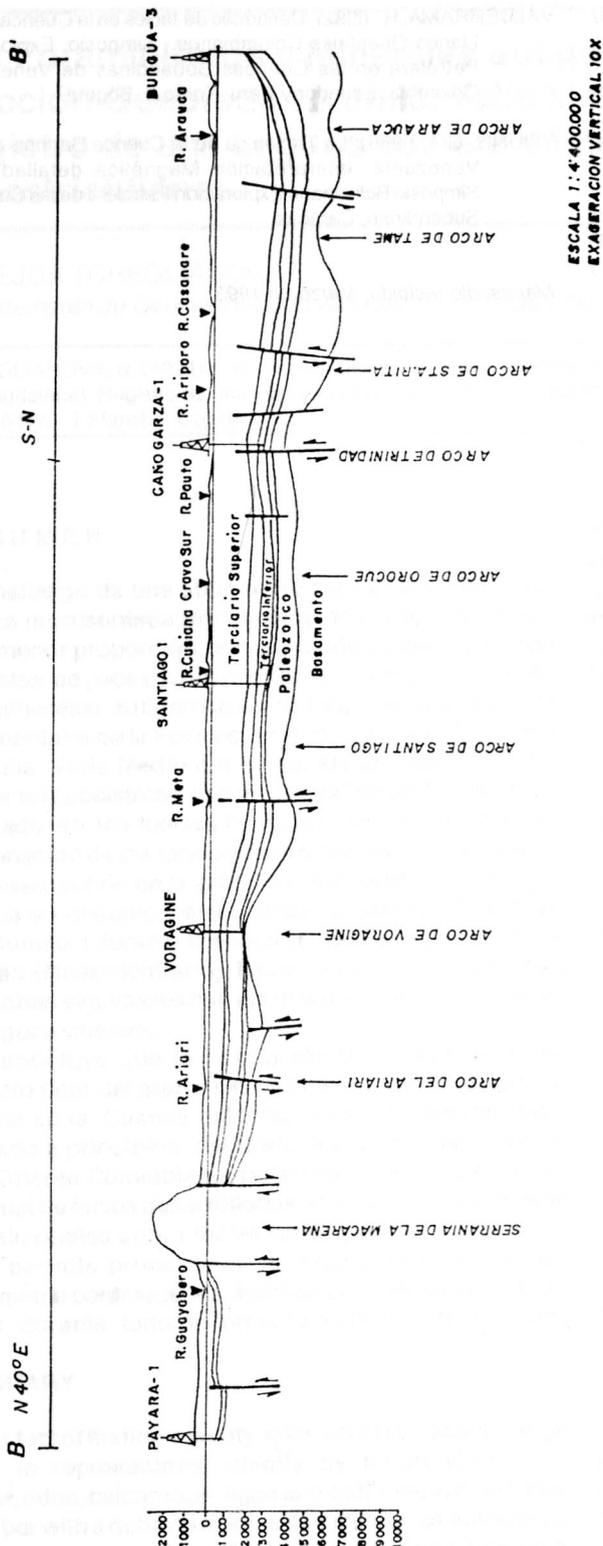


Fig. 6. Llanos Orientales, Sección Geología B-B' (Ver Fig. 2) Tomada de Valderrama, (1982, Fig. 6)

MARTIN BELLIZZIA, C. (1961): Geología del Macizo de El Baúl, Estado Cojedes.- Tercer Congreso Geológico Venezolano, Tomo IV, p. 1453-1530, Caracas.

MARTINEZ DEL OLMO, W. (1991): Esquemas Estructurales relativos a la deformación neógena en la Cadena de los Andes.- IV Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, Bogotá.

MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS, DIRECCION DE GEOLOGIA (1976): Mapa de Unidades Geomorfológicas de Venezuela. Escala Gráfica.- Preparado por Alba Zambrano, Caracas.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, DIRECCION DE GEOLOGIA (1984): Mapa Geológico Estructural de Venezuela. Escala 1:2.500.000.- Compilado por N. Pimental de Bellizzia, Caracas.

RUELAN, F. (1953): Le role de plis de fond dans la structure et le relief du bouclier sud-americain.- Congress Géologique Internationale. Section III, Fase III, p. 211-261.

RUSSOMANO, F. & VELARDE, H. (1982): Geología Petrolera de la Cuenca Barinas-Apure.- Simposio Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Tomo I, Bogotá.

UJUETA, G. (1982): Geomorfología aplicada a la exploración de petróleo en tierras planas.- Simposio, Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Bogotá.

(1990): Lineamientos de dirección Noroeste-Sureste en la Cordillera Oriental de Colombia (Sector Girardot-Cúcuta) y en los Andes Venezolanos.- Trabajo presentado a la Universidad Nacional de Colombia como requisito parcial para ser admitido como Profesor Titular, 166 p., inédito, Bogotá.

(1991a): Tectónica y Actividad Ignea en la Cordillera Oriental de Colombia (Sector Girardot-Cúcuta).- Simposio sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico. Tomo I, p. 151-192, Manizales.

(1991b): Lineamientos de dirección Noroeste-Sureste en los Departamentos de Santander y Norte de Santander, Colombia.- Boletín de

Geología, Universidad Industrial de Santander, UIS, v. 20, 35, p.27-57, Bucaramanga.

(1992a): Lineamientos Río Ariari, Bogotá y Gachalá en los Departamentos de Cundinamarca y Meta, Colombia.- Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, v. 18, 70, 345-355, Bogotá.

(1992b): Modelo de desplazamiento entre la Cordillera Oriental de Colombia y los Andes de Mérida.- Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, v. 19, 72-73, en prensa.

VALDERRAMA, R. (1982): Desarrollo de facies en la Cuenca de los Llanos Orientales Colombianos.- Simposio, Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Tomo II, Bogotá.

YOUNG, G.A. (1988): La Tectónica de la Cuenca Barinas-Apure, Venezuela. Interpretación Magnética detallada.- III Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas, Caracas.

Manuscrito recibido, Marzo de 1993