

Lineamientos de Dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el Centro Occidente Colombiano y en el Ecuador

GUILLERMO UJUETA

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

UJUETA, G. (2001): Lineamientos de Dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el Centro Occidente Colombiano y en el Ecuador.- GEOLOGIA COLOMBIANA, 26, pp. 5-27, 4 Figs., Bogotá.

RESUMEN

Los Lineamientos, por definición, son fallas profundas que penetran hasta el Manto Superior y se reconocen en superficie por una serie de indicios geomorfológicos, estructurales, de sedimentación, magmáticos, geofísicos y aún paleontológicos. Entre sus características más importantes observadas: la rectilinearidad y la continuidad sobre distancias considerables (más de 1.000 Km) que aún pueden aumentarse ya que de acuerdo a varios autores, los lineamientos pueden extenderse y continuarse como fracturas oceánicas. Los lineamientos son zonas de debilidad, verticales o subverticales, que alcanzan hasta 20 Km de ancho y que en su desarrollo prolongado han sido afectados por movimientos recurrentes. Otra característica es que todos los lineamientos, reconocidos en el área de este estudio, además de los movimientos principalmente verticales, muestran movimientos de naturaleza transcurrente con desplazamiento lateral izquierdo. Los lineamientos de dirección NO-SE y las grandes fracturas (=Lineamientos) de dirección NNE-SSO a NE-SO ocurren como características aproximadamente ortogonales que constituyen un mosaico de bloques de forma más o menos romboidal. Hay que destacar la influencia que los lineamientos La Fragua, Ataco-Natagaima, Río Ariari y Cañas Gordas-Bogotá, todos aproximadamente perpendiculares a la dirección general de la Cordillera Oriental, ejercen sobre el carácter facial y la potencia de los depósitos sedimentarios en el Valle del Magdalena. Se propone que en el centro y aún en otras partes del país, al oriente del Lineamiento Río Ariari, la entrada del mar jurásico terminal que permitió el depósito de las formaciones Brechas de Buenavista y Batá, entre otras, y luego la sedimentación del Infracretáceo, estuvo controlada por corredores estructurales delimitados por lineamientos de dirección NO-SE.

En el sector comprendido entre los lineamientos Guairapungo y Río Mira la compresión contra el Escudo de Guayana, que se proyecta somero hasta cerca del actual borde cordillerano, fue máxima de manera que la Cordillera Oriental ha perdido identidad o ha reducido al máximo su anchura. La compresión en esta parte de los Andes es mayor que hacia el norte y hacia el sur como se nota, claramente, en el adelgazamiento de la Cordillera Oriental.

Palabras clave: *Tectónica, Lineamientos, Colombia-Centro Occidente, Ecuador-Tectónica.*

ABSTRACT

Lineaments, by definition, are deep faults which penetrate the Upper Mantle and are recognized by a variety of geomorphological, structural, sedimentary, magmatic, geophysical and even paleontological clues. Rectilinearity and continuity over considerable distances (more than 1.000 kilometers) are the most important observed characteristics of Lineaments, which based on the opinion of several authors, could be even larger and continue to be extended as oceanic fractures. The Lineaments are zones of weakness, up to 20 kilometers width, generally vertical or close to vertical, which have been affected by recurrent movements. Another interesting characteristics of all the lineaments recognized in the area of study, besides known vertical movements, are the transcurrent nature and the left-lateral sense of the displacements. The NW-SE Lineaments and the big NNE-SSW to NE-SW fractures (=Lineaments) occur as approximately orthogonal characteristics that constitute nearly a rhomboidal shape block's mosaic. It is remarkably interesting how the Lineaments such as La Fragua, Ataco-Natagaima, Río Ariari and Cañas Gordas-Bogotá, which are almost perpendicular to the general trend of the Cordillera Oriental, influence the facies and thickness of the sedimentary sequences in the Magdalena Valley. It is proposed that the structural zone belts defined by NW-SE lineaments, in central Colombia and also in some other areas to the east of Río Ariari Lineament, were some of the features of the late jurassic and lower cretaceous transgressive seas which allowed the sedimentation of formations such as Brechas de Buenavista and

Río Batá.

As a result of the highest compressional forces in the zone between the Guairapungo and Río Mira Lineaments the Cordillera Oriental lost its identity and its width is reduced to a minimum. In this area the compressional forces are higher than the north and the south and explain the thinning in this area of the Cordillera Oriental.

Keywords: *Tectonics, Lineaments, West Central Colombia, Ecuador-Tectonics*

INTRODUCCION

En la parte más meridional de los Andes colombianos, están conectadas por la característica conocida como "Nudo de Los Pastos" dos cordilleras que de nuevo se abren hacia el norte del país: al oeste, la Cordillera Occidental separada por el cañón de los ríos Guáitara y Patía y por el este, la Cordillera Centro Oriental, denominada así en los mapas publicados por el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC 1977). El término centro-oriental utilizado se interpreta como indicación de la existencia de rocas que se encuentran en contacto tectónico, y que pertenecen tanto a la Cordillera Central como a la Cordillera Oriental, tal como sucede en el extremo sur-occidental de Colombia, en el tramo comprendido entre Mocoa y la frontera con el Ecuador (Fig. 1). En este sector la Cordillera Oriental se vuelve cada vez más angosta, hasta alcanzar la frontera con el Ecuador.

Los Andes ecuatorianos, a su vez, forman dos cordilleras mayores, separadas por un corredor o depresión interandina: la Cordillera Occidental que es la prolongación natural de la Cordillera Occidental de Colombia y hacia el este la Cordillera Real que tiene su continuación en la Cordillera Centro-Oriental de Colombia.

En el Ecuador, en general y hasta ahora, no se reconoce la Cordillera Oriental en el sentido que tiene al norte en Colombia y al sur, en el Perú y Bolivia. En cambio la Cordillera Real ha recibido, desde tiempo atrás (HETTNER 1892: 33) el nombre de Cordillera Oriental; igual hacen PAZ & MIÑO (1956: 13), BALDOCK (1982:11), ASPDEN & LITHERLAND (1992: 189) entre otros autores. El mismo HETTNER (op. cit., 34), sin embargo, considera que en realidad la Cordillera Real es la continuación de la Cordillera Central de Colombia.

En el Ecuador al E de la Cordillera Real emerge una cadena que se manifiesta en levantamientos topográficos moderados como el Domo de Napo al norte, la Sierra de Cutucú al centro y la Cordillera del Cóndor al sur. PAZ & MIÑO (1956: 16) considera, como varios otros autores, que "la Cordillera del Cóndor es una visible continuación de la Cordillera de Cutucú". La Cordillera del Cóndor se prolonga al Perú en donde, en la mitad norte, se disponen, separadas por profundos valles, tres ramales perfectamente

definidos de los Andes: la Cordillera Occidental, Central y Oriental que se unen luego en el Nudo de Pasco, situado al NE de Lima, en forma similar a lo que acontece en el Nudo de Los Pastos y de donde se desprenden de nuevo, hacia el sur, las mismas tres cordilleras perfectamente delineadas que llegan hasta Bolivia. Los levantamientos al E de la Cordillera Real han sido denominados: la Tercera Cordillera (PAZ & MIÑO 1956: 12, 14; HAM & HERRERA 1963), Corredor Subandino (BABY *et al.* 1997) y Zona Subandina (FAUCHER & SAVOYAT 1973: 122; BALDOCK 1982: 5; ASPEN & LITHERLAND 1992: Fig. 1). PAZ & MIÑO (1956: 7) es el único que reconoce en el Ecuador dentro de la denominación geográfica de Sierra, las tres cordilleras: Occidental, Central y Oriental. La región de la Sierra, para la mayoría de los autores, comprende solamente las cordilleras Occidental y Real.

Por otra parte son varios los autores, entre ellos, OPPENHEIM (1950: 532), TSCHOPP (1953: 2305), FAUCHER & SAVOYAT (1973: 126), ACOSTA (1983: 55) y ASPDEN *et al.* (1992: 78) que encuentran que el conjunto estructural Napo-Cutucú-El Cóndor se une a la Cordillera Oriental del Perú y representa, en el Ecuador, vestigios de la Cordillera Oriental de Colombia. Finalmente, PALADINES & ROSERO (1996: 13) expresan claramente que en los Andes ecuatorianos se manifiestan las tres cordilleras "cada una con rasgos geomorfológicos y estructuro-formacionales diferentes" y que la denominada Zona Subandina corresponde a la Cordillera Oriental del Ecuador. De manera que, en consecuencia, la Cordillera Oriental de los Andes está presente desde Colombia hasta Bolivia. Solo que, principalmente, en el sur de Colombia y en menor proporción en la parte más norte de Ecuador, ha sido recortada y reducida a cuñas delgadas o solamente se expresa, en el resto del Ecuador, como características topográficas y estructurales de moderada elevación (Fig. 1), acción combinada de fracturas marginales de gran importancia como las Fallas del Borde Llanero y de Cutucú-Napo (q.v.) y por las Fallas Garzón-Suaza-La Magdalena y Chusma-Calarma (Girardot) y la continuación en el Ecuador, de cada una de esas fallas (Fig. 2).

Los diferentes accidentes geográficos y geológicos a que se hace continua referencia en el texto están contenidos en el Mapa Físico-Político de Colombia del Instituto Geográfico «Agustín Codazzi» (IGAC 1972), en el Mapa Físico

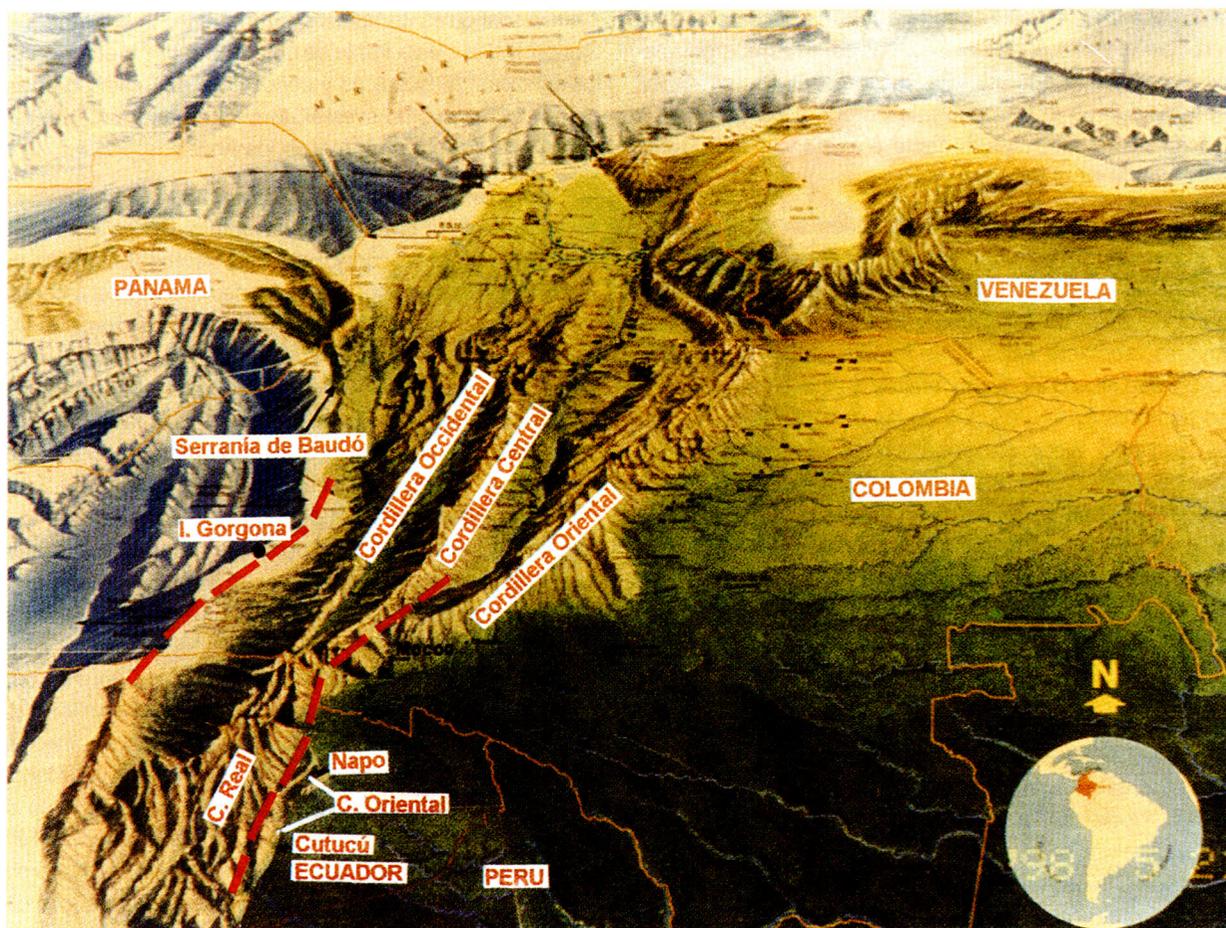


Fig. 1. Mapa de localización, tomado del mapa en perspectiva de Jaime Quintero Russi (Escala vertical 2:1), 1990 (con permiso del autor).

co-Político en relieve (Igac 1971), en el Mapa Geológico de la República del Ecuador (SNGM 1969) y en los Mapas Geológicos de Colombia del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS 1988) y de GEOTEC (1988).

MARCO TECTÓNICO REGIONAL

En la Fig.2 se presenta la integración de todas las megafacturas y grandes alineamientos estructurales presentes en el occidente de Colombia y en el Ecuador. Estos pueden reunirse en dos grupos principales con direcciones bien definidas:

1- Lineamientos de dirección NO-SE

En general la deformación de las Cordilleras Central y Occidental de Colombia y Ecuador, constituidas en su mayor parte por rocas cristalinas, se expresan principalmente por fracturas; esto ha permitido que allí lineamientos NO-

SE se hayan reconocido con mayor facilidad, en contraste con la Cordillera Oriental, donde la cubierta sedimentaria que es muy gruesa les comunica características de plasticidad y la deformación en la dirección NO-SE se expresa solo como flexiones de pliegues y fallas y, principalmente, por discontinuidades en la topografía (UJUETA 1990, 1991, 1992, 1993).

Son varios los autores que en trabajos previos han señalado la existencia de tales Lineamientos, así: ACOSTA (1983: 61) afirma que “los Andes ecuatorianos están limitados al norte y al sur por zonas de fallas que presentan continuación en el continente de grandes zonas de fracturas oceánicas” y añade, además, que el límite sur es muy claro y está formado por la llamada “Deflexión de Huancabamba” o la conocida “Estructura Transversal Amotape”, que GANSSE (1973: 104) considera como la mayor transversal de Suramérica ya que la divide en dos bloques, y donde LOCZY (1970: Fig. 1) conecta la Zona Fracturada de Romanche en el Atlántico, la Deflexión de Huancabamba, la Zona de Fractura Galápagos y la Cordillera de Carnegie en el Pacífico.

En el mismo artículo (ACOSTA 1983:61) hace notar también, que el límite norte del Ecuador es, sin embargo, menos espectacular que el límite sur. A pesar de ser menos espectacular, es muy importante porque a partir de allí y hacia el sur se hace más evidente la existencia de la Cordillera Oriental en el Ecuador.

Luego, HALL & WOOD (1985) basados en la distribución de los volcanes, en sus trabajos de campo, y en datos geológicos y geofísicos publicados, dividen los Andes noroccidentales de Colombia y Ecuador en siete bloques mayores mediante estructuras transversales de dirección NO-SE que ellos denominan "límites" y a los cuales les asignan nombres (q. v.). Algunas de las estructuras mencionadas por Hall & Wood coinciden con las ya reconocidas por DEHANDSCUTTER (1979) en el occidente colombiano. HALL & WOOD (1985) son los primeros en reconocer algunos de tales lineamientos (límites) en el Ecuador; esos límites, según los mismos autores, son realmente zonas de 20 Km de ancho.

En el Ecuador, FAUCHER & SAVOYAT (1973:188) mencionan que la Cordillera de Chongón-Colonche se presenta como un eje alargado de dirección NO-SE (perpendicular a la dirección de los Andes) y señalan, además, que junto con la característica anterior existen la Falla de Colonche, la Cuenca Progreso y la Falla de La Cruz todas de dirección NO-SE; BENITEZ *et al.* (1986: 1-7) encuentran que el límite norte de la Cuenca de Guayaquil se expresa como un borde transcurrente o como una megacizalla sinistral que sería la Falla de Colonche y agregan que existen otras fallas similares, hacia el norte de la anterior, como son las fallas Esmeraldas y Bahía de Caráquez, que se diferencian de la primera sólo en la magnitud del desplazamiento; BENITEZ *et al.* (1986: 1-34) encuentran también que hay una serie de fracturas de menor magnitud, de dirección NO-SE, que desplazan en diferentes sitios las Fallas Real ó Palanda-Méndez-Cosanga (q. v.) y OPPENHEIM (1950: 538), cuando se refiere a la cuenca Interandina Central en el Ecuador dice que "además de las grandes zonas de fallas que sirven de límite a esta cuenca interior, al Este y al Oeste, también está dividida en grandes bloques por zonas de fracturas transversales"; ROSANÍA (1989: 422) indica cómo en la región costera norte del Ecuador la Falla Esmeraldas-Pichincha que separa y desplaza en sentido lateral izquierdo las Cuencas de Borbón, al norte, de la Cuenca de Manabí, al sur, también lo hace con las Fallas Guayaquil-Babahoyo-Santo Domingo; pero según su Fig. 4, no intercepta el Graben Interandino Colombo-Ecuatoriano ni las fallas Real o Palanda-Méndez-Cosanga.

PALADINES & ROSERO (1996: 15) denominan a la zona comprendida entre los 2° 15' y 5° de latitud sur "Zona Transversal Puná-Méndez" que según ellos tiene corteza de tipo

transicional en su composición y agregan: "A lo largo de fallas paralelas a esta franja se observan rocas precámbricas, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas que están dispuestas en forma subtransversal" lo cual es anómalo con respecto a la dirección normal de los Andes.

Además del análisis sísmico-estratigráfico adelantado en la Subcuenca Tumaco-Buenaventura, GÓMEZ *et al.* (1996: Fig.2) muestran los principales elementos tectónicos del Pacífico y cuencas asociadas, donde es notorio el reconocimiento de numerosas "fallas transversales" de dirección NO-SE, todas de desplazamiento lateral izquierdo como se observa tanto sobre la "Megafisura" de Romeral como, mar afuera, en el eje de la Fosa. Muchas de las fallas transversales coinciden con los Lineamientos que se describen más adelante en este trabajo y que se presentan en la Fig.2. Por otra parte, NEVERS *et al.* (1991: 2, Fig.3) expresan, como lo han hecho también otros autores, que cada una de las cuencas subandinas está separada por un arco transversal y entre ellos, mencionan los arcos de Napo y Caquetá-Vaupés que delimitan la Cuenca Napo-Putumayo. Así mismo, BEJARANO *et al.* (1991: 2) se refieren también al Arco de Caquetá como el límite norte de la Cuenca de Putumayo y MENELEY ENTERPRISES LTD. (1991: Fig. 2.5.7.) proyectan en dirección NO-SE hasta el borde cordillerano, entre Florencia y Mocoa, el alto de basamento preCámbrico denominado Arco de Iquitos. Con el mismo concepto, URIEN & ZAMBRANO (1991: Fig.1) expresan que al norte de la Deflexión de Cochabamba las cuencas subandinas están separadas entre sí por elementos tectónicos positivos y mencionan que, existen además de la Deflexión de Cochabamba las deflexiones de Huancabamba y Quito.

En Colombia, DEHANDSCHUTTER (1979: 134, Fig. 2) muestra cómo fajas de diferente densidad sísmica y la distribución preferencial de volcanes permiten la segmentación de los Andes colombianos mediante características NO-SE que él llama "lineamientos".

El denominado "Bloque levantado del Tolima Grande" por LOZANO (1985), en la Cordillera Central, está delimitado al norte por la Falla Salento y al sur por la Falla de Buenaventura-La Plata; estas fallas tienen dirección NO-SE y también son de desplazamiento lateral izquierdo. En este bloque no se presentan mineralizaciones de oro como tampoco es zonas de volcanes, argumento que HALL & WOOD (1985) comparten; BENAVENTE & BURRUS (1988), reconocen en la Cuenca del Valle Superior del Magdalena, una serie de fallas de rumbo, algunas de las cuales tienen dirección N 50° O.

CORTÉS & DE LA ESPRIELLA (1990: 137-139) reconocen la Falla del Río Negro como una falla regional de dirección N 40°-50° O, que se hace muy evidente en el Macizo de Quetame donde tienen una zona de influencia de 5 Km de

ancho. Los autores reconocen la continuación de la falla al Sur de Bogotá y además, la extienden hasta el Departamento del Chocó. UJUETA (1990: 114- 116, Fig. 31) reconoce en el Occidente colombiano, desde Urabá hasta la frontera con Ecuador, 8 lineamientos importantes de dirección NO-SE que ejercen notable control sobre el desarrollo geomorfológico, estructural y sedimentológico del área.

Mediante análisis de sensores remotos, de mapas de relieve y de mapas geológicos de Colombia GÓMEZ (1991) detecta rasgos geomorfológicos y geológicos que le permiten definir como Paleomegacizalla Transversal de Colombia (PMTC) a una zona de fallas de 150 Km de ancho y dirección NO-SE que él extiende desde Panamá hasta los Llanos Orientales. En esta zona reconoce y describe una serie de fallas transcurrentes, sinestrales, antiguas, que llegan hasta el basamento y que afectan rocas de edades paleozoicas hasta cuaternarias. Como límite de tal zona coloca, al NE, la falla denominada Transversal de Colombia (FTC) y al SO, la Falla Transversal de los Volcanes (FTV). UJUETA (1999: 12 y 13) describe 4 de tales lineamientos en la parte SO de Colombia. En la zona de Pasto, MURCIA & CEPEDA (1991:15) reconocen algunas fracturas de dirección N40°O a N70°O que según ellos se salen del tren regional y que a pesar de ser muy antiguas, ellos las consideran apenas de edad cretácea.

UJUETA (1993: Fig.4) postula la formación de bloques, tanto en el área cordillerana como en las cuencas interandinas y subandinas, delimitados por lineamientos (fallas profundas) de dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO. Luego, CUERVO (1995) modela la geología general de Colombia dentro de un marco rombohédrico en el que los bloques quedan principalmente delimitados por grandes fallas de dirección NNE-SSO a NE-SO y lineamientos NO-SE.

Los lineamientos reconocidos son sensiblemente paralelos (Fig.2), su dirección fluctúa entre N45°O y N55°O y la longitud puede variar entre 300 Km y más de 1000 Km. El espaciamiento entre ellos no es regular, como parece serlo en la Cordillera Oriental de Colombia, quizá porque el estudio de los lineamientos no ha sido exhaustivo en estas áreas y aún sea posible reconocer, intercalados, varios lineamientos más.

El mecanismo que explicaría el movimiento de cizalla NO-SE no está bien definido aún; algunos de los autores citados hasta ahora lo identifican con la tectónica de placas, mientras que otros, entre ellos el autor del presente trabajo, por el contrario, consideran que tales lineamientos representan estructuras fundamentales del continente que han actuado durante mucho tiempo. DEHANDSCHUTTER (1979: 138) dice que “los lineamientos son zonas de debilidad de la corteza que se han reactivado individualmente o en grupos durante diferentes eventos tectónicos desde el

Proterozoico” y que “los lineamientos son reconocidos en las cortezas oceánicas y continentales”.

Tratando de respetar los nombres que primero les fueron asignados, en este grupo destacan los siguientes lineamientos:

Lineamientos Sautatá-Gachalá

Coincide con algunas de las características que GÓMEZ (1991: 53) utiliza como evidencia para describir la Falla Transversal de Colombia (FTC). Este lineamiento parece iniciarse en Panamá, donde la Cordillera de San Blas, la Sierra de Cañazas, la Serranía del Darién y la Serranía del Sapo tienen dirección general NO-SE. Desde Panamá se proyecta en dirección SE hasta el Río Magdalena donde empata con el “Lineamiento Gachalá” estudiado en la Cordillera Oriental por UJUETA (1992).

Las características más sobresalientes de este lineamiento son:

GÓMEZ (1991: 53) señala que “La Loma del Cuchillo es una serranía aislada y orientada NW-SE que se presenta en la Cuenca del Chocó (Atrato Bajo). Corresponde a la mejor expresión del Arco de Sautatá”. Este Arco de Sautatá es una “estructura en forma de Pilar (*Horst*)” según CASE *et al.* (1971) y según Bandy (1970 en ALVAREZ 1983: 59) “sobre dicho arco se encuentran reposando sedimentos abisales y batiales del Terciario temprano, lo cual sugiere que evidentemente fueron levantados con las rocas de basamento”; el Arco de Sautatá ha sido confirmado por estudios aeromagnéticos, gravimétricos y sísmicos y se utiliza para separar la Cuenca del Atrato de la Cuenca del Sinú; el Mapa Areas Libres para Contratar de ECOPEPETROL (2.000) muestra cómo al NE de este lineamiento existen numerosas manifestaciones de petróleo y gas y en cambio, al SO del Lineamiento, son escasas; en el tramo de dirección NO-SE, comprendido entre Cañas Gordas hasta 15 Km al noroeste de Dabeiba, el Lineamiento sigue las cabeceras del Río Sucio que tal como se observa en el Mapa Físico-Político de Colombia en relieve (IGAC 1971) ha logrado una fuerte incisión en la Cordillera Occidental; hacia el SE GÓMEZ (1991:53) observa que “La flexión estructural que presentan las rocas terciarias, así como el desplazamiento observado en las rocas volcánico-sedimentarias del Cretáceo Superior, entre Mutatá y el Alto de los Morros (Ingeominas, 1979), permite definir la existencia de un fallamiento transcurrente sinextral”. También, GÓMEZ (*op. cit.*: 53), señala que “en este sector de cizalla existen dos intrusiones de gabro y gabro anfíbolítico”; al SE de Santa Fé de Antioquia el Río Magdalena hace un notorio quiebre de su curso hacia el E y en ese sector, sobre la traza del lineamiento, tanto ALVAREZ (1983: 45) como GÓMEZ (1991: 54) encuentran un sistema convergente de fallas de dife-

rentes direcciones y fajas de rocas cataclásticas con amplitud de varios kilómetros; en los mapas geológicos de Colombia (INGEOMINAS 1988 y GEOTEC 1988), el Batolito Antioqueño además de estar afectado por una serie de fallas de dirección N40°O, tiene él mismo orientación regional NO-SE a diferencia de otros episodios plutónicos de Colombia que siguen dirección N-S; se conoce una serie de fallas regionales de dirección NO-SE en cercanías de Medellín (Fallas Balseadero, Nare, Calderas); la Falla Calderas “ es la más importante por su expresión regional: atraviesa la actual represa El Peñol y está alineada con las rocas precámbricas, que el Batolito Antioqueño englobó durante su emplazamiento” (GÓMEZ (1991: 54); también GÓMEZ (1991: 54) expresa que “el rasgo más significativo lo constituye el desplazamiento sinetral de las rocas sedimentarias (cretáceas), localizadas al Este de Las Mercedes: allí el desplazamiento neto es de 3.5 Km”. Tal desplazamiento es claramente observable en el Mapa Geológico de INGEOMINAS (1988); continuando hacia el SE GÓMEZ (1991: 54) encuentra hacia el Occidente del Río Magdalena “que la Falla Palestina y su sistema de fallas satélites, sufren claro abombamiento, desplazamiento y truncamiento: su continuidad hacia el SW está afectada por efectos transcurrentes con dirección N40°W entre La Dorada y Honda”; el Lineamiento se ha seguido hasta el Río Magdalena un poco al Norte de Puerto Salgar donde se amplían una serie de meandros comprimidos que vienen del sur; el Valle Medio del Magdalena (VMM) se ensancha considerablemente entre La Dorada y El Banco y a partir de aquí las unidades estratigráficas requieren nomenclatura diferente a la conocida en el VSM (MOJICA & FRANCO 1990: 56); al Occidente de Cundinamarca, en el área del Peñón, La Palma, Topaipí, en un cinturón tectónico hundido de dirección NO-SE que separa al norte y al sur estructuras de dirección NE-SO se presentan varias anomalías geoquímicas. Allí se encuentran mineralizaciones de Fe, Pb, Zn y esmeraldas; hacia el SE y hasta el borde llanero este lineamiento puede coincidir con el “Lineamiento Gachalá” descrito por UJUETA (1992: 354).

Lineamiento Cañas Gordas-Bogotá

HALL & WOOD (1985) reconocen varias características de dirección NO-SE que ellos llaman “límites”. El primero que citan es el “Límite A: Cañas Gordas” que se ajusta a la descripción de este lineamiento; FABRE (1987: fig.7) traza la denominada Paleofalla de Gutiérrez, de dirección N50°O y desplazamiento lateral izquierdo, que se acomoda exactamente a la traza del Lineamiento Cañas Gordas-Bogotá entre el sector de Apiay, sobre los Llanos Orientales, y el sur de Honda, sobre el Río Magdalena. FABRE (*op.cit.*) justifica esta falla para establecer el límite entre la sección completa del Cretáceo Inferior en la región de Villeta y la

falta de depósitos Berriasianos a Barremianos al SO del Lineamiento; CORTÉS & DE LA ESPRIELLA (1990) enumeran, desde el Macizo de Quetame hasta el Río Atrato, una serie de características estructurales que definen lo que ellos denominan un alineamiento de dirección NW-SE; corresponde bien con las características que GÓMEZ (1991) describe para la Falla Transversal de Colombia (FTC) en la Sabana de Bogotá y en el Occidente de Cundinamarca y con las características que UJUETA (1990,1992), autor del nombre «Lineamiento Bogotá», enumera en el sector entre Puerto Unión sobre el Río Guaviare (Llanos Orientales) y cerca de Honda sobre el Río Magdalena.

Definen este lineamiento las siguientes características:

En el Chocó, aun cuando no en estricta alineación con el Lineamiento Cañas Gordas-Bogotá, pero sí en forma paralela con él, hay varias características importantes en dirección NO-SE: el Brazo Viejo del Río Domingodó y el Río Chintadó, que nacen al Occidente en la Serranía de Los Altos y llevan dirección NE, repentinamente hacen un recodo fuerte y ambos desvían su curso hacia el norte; por tales recodos pasa un lineamiento prominente de dirección NO-SE tal como se observa en imágenes de radar del área. Hasta este lineamiento llega el Anticlinal de Chintadó de dirección N-S, que se interrumpe hacia el sur; entre 7 Km al oeste de Murindó y Domingodó, parte del Brazo Murindó del Río Atrato y el Atrato propiamente dicho están alineados en dirección NO-SE en un tramo de 35 Km; siguiendo hacia el SE, el Lineamiento rompe la Cordillera Occidental a lo largo del curso del Río Penderisco que ha logrado allí una fuerte incisión; Restrepo *et al.* (1979) (en HALL & WOOD 1985) mencionan justamente en el mismo lugar la falla de dirección NO del Río Murri (cabeceras del Río Penderisco)-Urao; luego el Lineamiento pasa por la extensión sur del Páramo de Frontino que desde allí (3.000 m.s.n.m.) asciende rápidamente hacia el norte hasta alcanzar 4.080 m.s.n.m. y que constituye una característica geográfica importante de la Cordillera Occidental; forma parte del Lineamiento un tramo de 40 Km, de dirección NO-SE, en el que queda incluido parte del Río Arma desde antes de su desemboadura en el Río Cauca y la desviación de este último, entre La Pintada y Bolombolo. Con el lineamiento coincide la terminación norte de la depresión del Cauca- Patía (HALL & WOOD, 1985: 205) lo que hace que a partir de allí las cordilleras Occidental y Central estén en contacto, y en esa zona, señalan también, que tanto la Falla de Romeral como la franja metamórfica paleozoica presentan desplazamientos laterales izquierdos; JAMES (1985: 73) confirma la existencia de características de orientación NO-SE que deflectan, en sentido lateral izquierdo, juegos de fallas como las de Romeral-Cauca; manifestaciones de cinabrio y mercurio libre se presentan en un cinturón N-S en jurisdicción de los municipios de

Aranzazu (minas La Esperanza y Manzanillo), Salamina (manifestaciones), Pácora (manifestaciones) y Aguadas (minas El Socorro y Zulia) de acuerdo a MUTIS (1983: 203). Este cinturón está situado entre los Lineamientos Río Ariari y Cañas Gordas-Bogotá; la población de Aguadas cae justamente sobre el último Lineamiento. La presencia de mercurio está relacionada con fallas profundas que conectan con el manto según estudios realizados por científicos rusos, en PALADINES & ROSERO (1996:113); sobre la Cordillera Central al occidente del Río Magdalena, el Lineamiento Cañas Gordas-Bogotá limita hacia el NE de su traza, volcanes extintos representados ahora por cuellos y cráteres volcánicos como el Cerro Nutibara al oeste de Frontino, el Cerro Tusa al oeste de Venecia y la Laguna de San Diego al norte de Samaná; en la intersección del Lineamiento con el Río Magdalena se presenta lo que se ha denominado el Salto de Honda o Angostura de Honda; allí De Porta (1966; en CORTÉS & DE LA ESPRIELLA 1990: 138) señala "variaciones faciales en las unidades del Cretáceo y Terciario en este límite y además indica que existe una posible discontinuidad estructural en esta zona"; en relación con el gran espesor que a partir de este sector y hacia el NE, adquieren los depósitos sedimentarios cretáceos, indican que hubo una profundización del VMM; hacia el oriente del Lineamiento Cañas Gordas-Bogotá aparecen los afloramientos conocidos del Titoniano Superior y Berriasiano según DORADO (1990: Fig.9). Casi simultáneamente CORTÉS & DE LA ESPRIELLA (1990), UJUETA (1990) y GÓMEZ (1991) describen cada uno de ellos las diferentes características que exhibe el Lineamiento desde el Río Magdalena hasta el borde oriental de la Cordillera Oriental.

Lineamiento Río Ariari

El Lineamiento Río Ariari es una característica estructural de gran importancia teniendo en cuenta que se extiende desde la costa Pacífica hasta el Escudo de Guayana. En la Cuenca de los Llanos Orientales separa hacia el Occidente, un bloque levantado compuesto principalmente por rocas terciarias, de un bloque hundido, hacia el Oriente, compuesto por una espesa cubierta cuaternaria. El Lineamiento ha sido ampliamente descrito por UJUETA (1990, 1992) y en la Fig.3 se muestran las características que definen el lineamiento entre la parte alta de la Cordillera Oriental y el Río Magdalena.

Dada la gran extensión, el Lineamiento prácticamente divide en dos partes al país; al NE, en el área de la actual Cordillera Oriental, junto con el Lineamiento Barquisimeto, en Venezuela (UJUETA 1993), formó un gran bloque hundido donde el mar cretáceo ingresó muy temprano y dejó gruesos depósitos de sedimentos, mientras que hacia el SO junto con el Lineamiento Guairapungo formó un bloque levantado (UJUETA 1999), en donde el mar cretáceo

ingresó mucho más tarde y dejó depósitos más delgados. Los dos bloques mayores constan, a su vez, de sub-bloques levantados, hundidos o basculados delimitados por Lineamientos de dirección NO-SE.

Entre la costa pacífica y el Río Magdalena son importantes las siguientes características:

Puede decirse que el Lineamiento sigue la línea de costa y se inicia desde Punta Ardita, cerca de la frontera con Panamá, pasa por la Bahía de Humboldt o Coredó y se proyecta hasta la Bahía de Cupica; hacia el SE separa la Serranía de Los Saltos que forma parte de la Serranía del Baudó, con sólo alturas de 200 m.s.n.m. y dirección NO-SE, de la continuación de la misma serranía hacia el sur donde alcanza alturas de más de 500 m.s.n.m y se orienta en dirección N-S; sobre la Cuenca del Atrato cerca al sitio Bocas de Bebaramá, controla en dirección NO-SE a los ríos Tagachi y Buey antes de entrar al Río Atrato por su margen izquierda y el Río Bebaramá antes de entrar al Río Atrato por su margen derecha. En ese mismo sitio el curso del Río Atrato tiene un desplazamiento notorio en sentido SE; en la Cordillera Occidental pasa cerca de los cerros de San Fernando y Caramanta al sur de los Farallones de Citará; continúa al SE y desplaza en sentido NO por 7 Km, el curso del Río Cauca; los neises de Puquí, Pescadero, Alto de Minas, Samaná y Manizales, son realmente cuerpos graníticos transformados en neises e intruídos en el Grupo Cajamarca (Humberto González, comunicación oral). Este evento de edad Devoniano inferior a medio sólo se ha reconocido al NE del Lineamiento Río Ariari; al NE de la traza del Lineamiento CASTAÑEDA *et al.* (1996: Tabla 3) encuentran volcanes inactivos representados ahora por cuellos volcánicos y domos muy disectados por glaciación y muy antiguos como los de El Retiro, La Ermita, El Contento, Santa Cecilia, La Cumbre y La Plazuela y estrato-volcanes, inactivos subrecientes, como los de Guadalupe y Romeral. En cambio al SO de la traza del Lineamiento aparecen los volcanes activos; en la región de San Félix y Valle Alto, situada al NE de Manizales, se ha determinado la presencia de una secuencia de sedimentos infracretáceos (Berriasiano superior-Albiano medio) de acuerdo a RODRÍGUEZ & ROJAS (1985); en el trayecto entre Manizales y el Volcán Nevado del Ruíz sigue la Falla Villamaría-Termales que THOURET *et al.* (1991: 76) consideran como una falla normal, activa, de buzamiento al NE; en la Fig.4 es muy llamativa la cicatriz que el lineamiento deja sobre la Cordillera Central desde el Nevado del Ruíz hasta cerca de Alvarado, controla en un tramo pequeño el Río Magdalena, y la misma cicatriz empata, hacia el SE, sobre la Cordillera Oriental, con las características señaladas en la Fig.3; este Lineamiento forma el límite suroccidental de la secuencia más inferior del Cretáceo en la región de Apulo, al occidente de Bogot

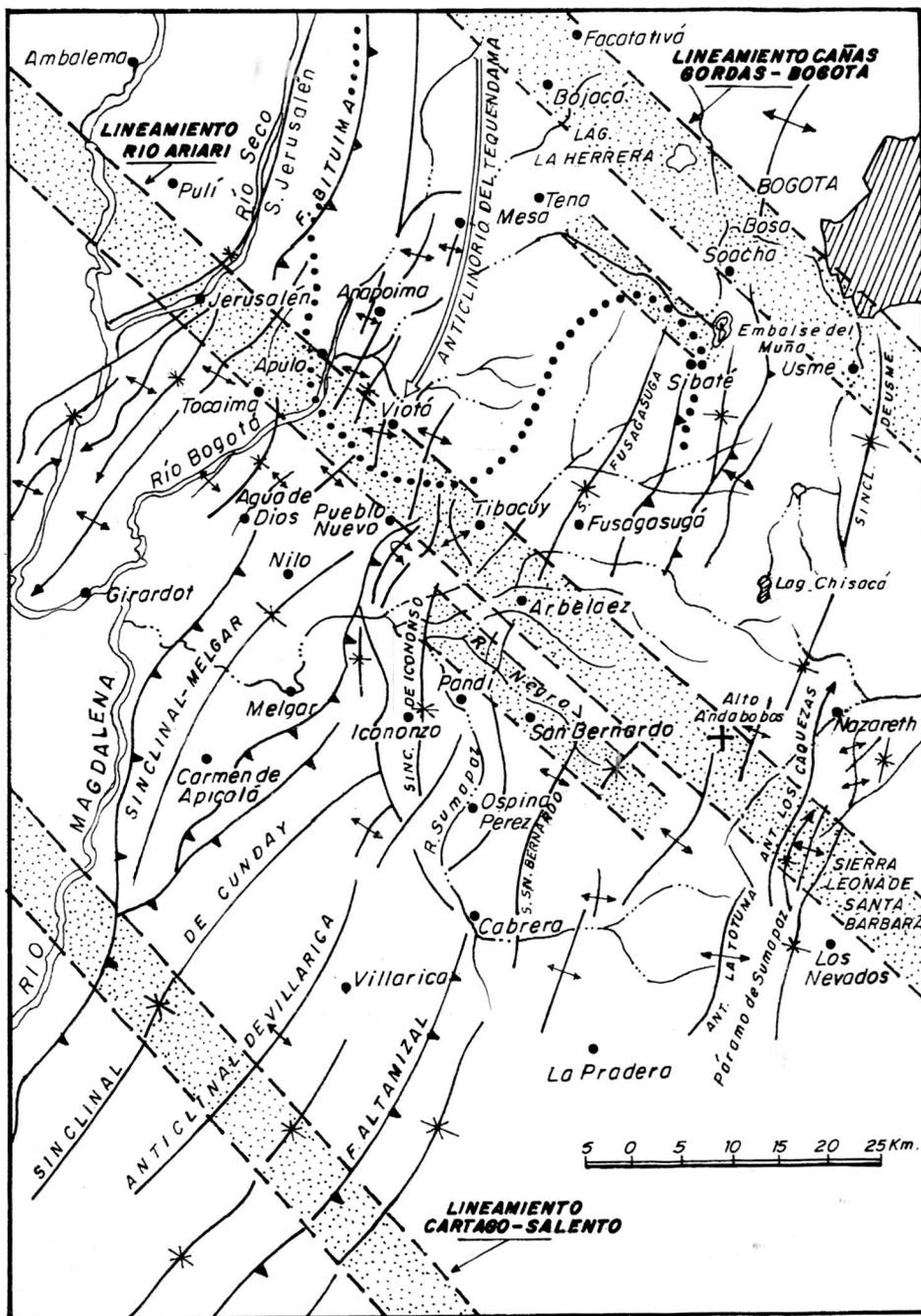


Fig. 3. Lineamientos Cañas Gordas-Bogotá, Ariari y Cartago-Salento. Mapa tectónico de parte de las planchas 226-227-245 y 246 del IGAC.

tá; RENZONI (1994: 33) coloca «el límite nororiental de la cuenca (del VSM) en cercanías de Guataquí» mediante la prolongación hacia el NO, utilizando imágenes de satélite, de las fallas Palermo, Tabor y Río Grande, de rumbo N55°O, interpretadas por él (op.cit: Fig.16) «como paleofallas que marcan la terminación meridional de la

Cuenca de Cundinamarca»; finalmente, el Lineamiento se convierte en límite claro, desde el borde llanero hasta el Océano Pacífico, entre una zona de sismicidad baja al NE y una zona de sismicidad alta hacia el SO (DEHANDSCHUTTER 1979).

Lineamiento Cartago-Salento

Corresponde con la gran Falla de Salento de LOZANO (1985: Fig. 16) y con la Falla de Bagadó que ha sido considerada por LOZANO (1985: Fig. 13) como un segmento de la anterior y que juntas afectan todo el sistema andino. GÓMEZ (1980: Fig. 2) lo llama Falla de Bahía Solano, HALL & WOOD (1985) lo llaman "Límite B: Cartago" y BUENO (1989: Fig. 3) lo denomina "Mega Shears" de Cartago-Bahía Solano. La traza del lineamiento realmente pasa unos pocos Km al norte de Cartago.

Las siguientes características son importantes en este lineamiento:

HALL & WOOD (1985: 205) expresan que "un cañón submarino grande de dirección noroeste se alinea con el "Límite B"; continúa luego por Punta Solano (Bahía Solano); pasa al S del Alto del Buey que alcanza más de 1.000 m.s.n.m. y luego sirve de divisoria de aguas entre el Río Bojayá que corre hacia el norte y el Río Baudó que corre hacia el sur; este lineamiento establece el límite sur de la Cuenca del Atrato que está separada de la Cuenca o Depresión de San Juan por un alto delimitado por los Lineamientos Cartago-Salento y Ataco-Natagaima, característica que se refleja topográficamente en la zona de Itsmina y que ha sido denominada, por varios autores, Alto de San Juan, Zona Estructural de Itsmina y «Paleoalto» por Bueno & Govea (1979, en SUÁREZ 1990); luego rompe la Cordillera Occidental entre los Altos de Las Palomas al norte (3.650 m.s.n.m.) y el Alto de Tamaná (4.200 m.s.n.m.) al sur; pasa por La Virginia en donde el Río Cauca forma un recodo de dirección NO-SE que JAMES (1985: 58) reconoce como "un cañón estrecho y profundo comparado con su homólogo al sur". Allí las rocas son las mismas y de acuerdo a medidas recientes "al norte de esta estructura la superficie se levantó casi 5 cm en 20 años"; HALL & WOOD (1985: 205) dicen que "este límite coincide con un quiebre importante a lo largo del eje de valores de máxima gravedad Bouger a lo largo de la Cordillera Central (BERMÚDEZ & ACOSTA 1978)"; pasa por Pereira y sigue aproximadamente el curso del Río Otún, a lo largo del cual THOURET *et al.* (1991: Fig. 1) trazan la Falla Pereira-Otún de dirección NO-SE; remonta la cima de la Cordillera Central al sur de los Nevados del Quindío y del Tolima; este último se eleva a 5.215 m.s.n.m., mientras que la topografía al SO del lineamiento sólo alcanza alturas ligeramente mayores de 3.000 m.s.n.m.; en Cajamarca, cerca de la traza del Lineamiento, se conoce la presencia de cinabrio cuyo origen, como ya se indicó, está relacionado con el manto; de acuerdo a GÓMEZ (1991: 58) controla "los ríos Combeima-Coello" y presenta "efectos neotectónicos a lo largo del Cono o Abanico de Ibagué, con dirección NW-SE"; cerca de Ibagué, sobre el abanico de Ibagué, se ha registrado

recientemente la presencia de un cono volcánico cuaternario con depósitos compuestos principalmente de basaltos que pueden provenir del manto superior; según GÓMEZ (1991:58) "Atraviesa la barrera de Gualanday y afecta el abanico de El Guamo produciendo levantamientos del labio sur en 12 metros"; GÓMEZ (*op cit.*, 1991:58) encuentra que "Produce seccionamiento en el Sinclinal de Cunday, en el Anticlinal de Villarrica y afecta también la Falla Altamizal"; finalmente alcanza la cima de la Cordillera Oriental en el Alto de Oseras a 3.830 m.s.n.m. hasta llegar al norte de la Sierra de La Macarena (Fig.3).

Lineamiento Ataco-Natagaima

Este importante Lineamiento, que no ha sido mencionado antes, se extiende desde el Pacífico hasta el Escudo de Guayana; de él forma parte la Falla de Ataco de LOZANO (1985: Fig. 9), quien considera que el bloque sur se ha levantado y que el bloque norte está hundido.

Las características importantes de este lineamiento son:

La Serranía de Baudó que se extiende desde Panamá a lo largo de la costa pacífica, se hunde a la altura de Cabo Corrientes, donde se inicia el Lineamiento. A partir de allí y hacia el sur, la serranía está ausente y sólo aparece al sur y costa afuera en la Isla de Gorgona que se considera prolongación de esta cadena (Fig.1); como consecuencia de lo anterior se presentan dos tipos de costas: al norte del Lineamiento, costa alta, montañosa, acantilada y hacia el sur, hasta las bocas del Río Santiago (Ecuador), costa baja formada por sedimentos aportados por redes fluviales y una cadena de islas barrera; alcanza el Río San Juan a la altura de Bebedó, donde el río sufre desplazamiento de dirección NO y luego hacia el SE controla los nacimientos del Río Cajón; en esta zona PÉREZ (1980: 35, Fig. 1) denomina «rasgo de Cabo Corrientes» a una característica que según él separa dos provincias estructurales y que justamente marca el límite sur del Alto de San Juan y el límite norte de la Cuenca de San Juan; rompe la Cordillera Occidental al Sur del Cerro Torrá (Volcán Torrá) que se considera producto de manifestaciones neovolcánicas en la Cordillera Occidental; sigue al sur de la Serranía de Los Paraguas; alcanza la cima de la Cordillera Central en el Páramo de Miraflores, aquí la cima de la cordillera tiene desplazamiento hacia el SE; en el flanco oriental de la Cordillera Central es notorio el control que el lineamiento ejerce sobre el Río Amoyá tal como se expresa en el Boquerón de Miraflores a la altura de la población de Las Hermosas; en el Valle Superior del Magdalena (VSM) tiene relación directa con el Umbral, Alto o Arco de Natagaima, que también ha recibido el nombre de Alto Patá (o Arco de Patá) que se ha considerado, hasta ahora, como el límite entre las subcuencas Neiva y Girardot en que se ha dividido el VSM; RENZONI (1994:Fig.15) encuentra en



Fig. 4. Entre flechas, parte del lineamiento del Río Ariari. En el SE, flanco Oeste de la Cordillera Oriental, en el centro límite VSM-VMM (?) y en el NO, flanco E de la Cordillera Central. Imagen digitalmente procesada por BP Exploration y cedida por Ecopetrol (ISN 25665).

una franja central del VSM que la Formación Yaví aparece al NE de la Quebrada Bambucá en un bloque inclinado hacia el noreste; allí FLOREZ & CARRILLO (1996: 482) afirman que “El límite sur de esta formación (Formación Yaví) en el extremo norte de la Subcuenca de Neiva, coincide aproximadamente con el trazo del lineamiento o falla de Villavieja, la cual tiene orientación N50°W”; tal falla coincide y forma parte del Lineamiento Ataco-Natagaima. Además, los últimos autores resaltan, con acierto, la influencia que estos lineamientos ejercen sobre la sedimentación; en el mismo sentido VILLARROEL *et al.* (1996: 60) hacen notar que de acuerdo con datos del subsuelo pueden deducir que el “Alto de Patá” se comporta como una especie de colina que se presenta “en posición transversal con respecto al Valle del Magdalena” y que de acuerdo a relaciones estratigráficas presentes en el área, tal alto no sólo separa las subcuencas de Neiva y Girardot del VSM desde el Oligoceno al Mioceno sino que esa barrera sufrió también levantamiento durante el Plioceno; sobre la Cordillera Oriental corta abruptamente, en la Cordillera de Los Picachos, el Macizo de Garzón. Este, de gran continuidad hacia el SO, prácticamente desaparece allí: según el Mapa Geológico de INGEOMINAS (1988) primero pone en contacto el Macizo de Garzón con rocas del Terciario y, luego, hacia el Llano con rocas cuaternarias; pasa por Puerto Rico sobre el Río Guayabero y continúa por el Salto de Angostura formado, hacia el SE, por el mismo río y bordea, finalmente, el sur de la Serranía de La Macarena.

DUQUE (1971) muestra en un mapa generalizado varias líneas de dirección NO-SE que le sirven para indicar la localización de interrupciones regionales en la distribución de poblaciones faunísticas en el Cretáceo superior, una de ellas está situada entre Neiva y la Serranía de La Macarena, aproximadamente sobre la traza del Lineamiento Ataco-Natagaima. Los Lineamientos Ataco-Natagaima y Buenaventura-La Plata sirven de límite a la Cuenca o Depresión de San Juan cuya característica principal, que se asemeja a la Cuenca Progreso al sur del Ecuador (Fig.2), es que el eje de la depresión es transversal al tren estructural del área ya que se orienta del ONO al ESE, tal como se observa en el mapa magnético del área (OJEDA & CALIFE 1987: Fig.10) y sobre la cuenca subandina, entre la Cuenca de los Llanos y la Cuenca del Putumayo, los mismos dos Lineamientos pueden ser también los límites de la Cuenca Yarí-Caguán propuesta por ECOPEPETROL (2001). En el mismo informe (Fig. 3.7) dibujan una característica estructural importante que denominan «Lineamiento Caja de Piedra» con orientación NO-SE y desplazamiento lateral izquierdo que se extiende desde el borde oriental de la Cordillera Oriental, Llano adentro, hasta la Sierra de Chiribiquete y aún podría empatar con la Falla Apaporis (*op.cit.*, Fig. 3.3).

Lineamiento Buenaventura-La Plata

Denominado así por la Falla de Buenaventura-La Plata (LOZANO 1985: Fig. 16); según el autor tiene el bloque NE levantado y junto con la Falla de Salento forman el gran “Bloque levantado del Tolima Grande”. Esta característica de desplazamiento lateral izquierdo ha sido llamada “Límite C: Huila” por HALL & WOOD (1985) y Falla de Cali por UJUETA (1990: Fig. 31). El lineamiento realmente pasa al NE de la población de La Plata.

Las características más sobresalientes de este lineamiento son:

Entre Bahía Málaga y un poco al sur de Buenaventura la línea de costa sigue la dirección del Lineamiento y al sur de éste la costa se desplaza 60 Km en dirección SE. Los Cerros de Los Chancos de dirección NO-SE, se proyectan al occidente hasta las bocas del Río San Juan y hacen que este último, que viene del norte con dirección aproximada N-S, se defleccione hacia el occidente hasta alcanzar el Océano Pacífico donde forma el delta de San Juan. Los Cerros de Los Chancos controlan también la dirección de los ríos Calima, Dagua y Anchicayá; esta importante característica topográfica transversal a la cuenca está directamente relacionada a la estructura pre-Terciaria tal como se observa en las secciones sísmicas y magnéticas, donde al N del Lineamiento, aparece un alto de basamento de dirección NO-SE; el Mapa de Areas Libres para Contratar de ECOPEPETROL (2.000) muestra cómo a partir del Lineamiento hacia el sur en la Cuenca de Tumaco aparecen mucho menos manifestaciones de petróleo y gas con respecto al norte del Lineamiento (Cuenca Atrato-San Juan); pasa por la terminación norte de Los Farallones de Cali cerca de Cali; formando un notorio contraste topográfico el Lineamiento rompe la Cordillera Central inmediatamente al sur del Nevado del Huila, la topografía al norte del Lineamiento es alta y alcanza los 5.750 m.s.n.m. precisamente en el Nevado del Huila. Hasta el lineamiento llegan las Serranía de Atá e Iquira que vienen del NE y no pasan al SO donde la topografía es mucho más baja y solo alcanza los 3.500 m.s.n.m.; cruza el VSM a la altura de Hobo y luego rompe la Cordillera Oriental al sur de Algeciras; allí el Río Neiva que viene del oriente con dirección SO-NE hace un codo fuerte y se dirige luego hacia el NNE-SSO; sobrepasa la cima de la cordillera y se dirige hacia Guacamayas y San Vicente del Caguán en los Llanos Orientales; este Lineamiento al igual que el Lineamiento Río Ariari separa zonas de diferente sismicidad; en este caso separa una zona de alta sismicidad hacia el NE de una zona de sismicidad baja hacia el SO, es decir, entre los dos lineamientos queda comprendida una ancha faja de alta sismicidad (DEHANSCHUTTER 1979: Fig.2) que se extiende desde el bor-

de llanero hasta mar adentro en el Pacífico.

Lineamiento Suárez

Este lineamiento que ha sido descrito por UJUETA (1999: 12) tiene las siguientes características: comienza en la costa pacífica cerca de la Bahía Chocó; controla hacia el SE el Río Timba; el Lineamiento podría servir para subdividir la denominada Cuenca de Tumaco, cuyos límites son el Lineamiento Buenaventura-La Plata al norte y el Lineamiento Río Mira al sur, en cuencas menores, con características diferentes, según se observa en el mapa magnético del área (OJEDA & CALIFE 1987: Fig.10); sigue, sobre la Cordillera Occidental, una falla de dirección NO-SE que aparece en los Mapas Geológicos de INGEOMINAS (1988) y GEOTEC (1988), falla que separa la Serranía de Siguí, al sur, de la terminación sur de los Farallones de Cali, al norte; pasa al sur de la población de Suárez donde según STUTZER (1934: 87) "el valle de Cali está bordeado por el dintel eruptivo de Suárez-Santander formado por pórfidos dioríticos". Continúa sobre una falla de dirección NO-SE (Mapa Geológico de INGEOMINAS 1988) que desplaza en sentido NO el Río Cauca. STUTZER (1934: 90) considera "singular el hecho de que en esta parte el río Cauca pase por entre la Cordillera Occidental y no corra en su propio foso geológico" y desde el sur de Suárez se extiende hasta el norte de Totoró y el sur de Silvia; una luego los volcanes de Merenberg y El Pensil (UJUETA 1999: Fig. 4) ; continúa hacia el SE y pasa muy cerca de la confluencia controlada del Río Timaná en el Río Magdalena; luego pasa por el recodo, por cambio de dirección N-S a SE, que forma el Río Suaza y que tiene lugar inmediatamente al occidente de la población de Guadalupe; allí, convergen las fallas de Suaza y Acevedo que vienen del sur y continúan como una sola falla hacia el NE; en el sector comprendido entre la confluencia controlada del Río Timaná y el Río Magdalena y el recodo del Río Suaza, el lineamiento establece el límite sur de la Formación Honda donde forma parte del cierre del Sinclinal de Tarqui, cuyo eje levanta hacia el SO y cabecea hacia el NE. La Formación Honda no vuelve a aparecer hacia el SO en las cuencas de Suaza, Pitalito y Palestina; según KROONENBERG & DIEDERIX (1982: 82) las andesitas olivínicas encontradas en los volcanes Merenberg y El Pensil probablemente pueden pertenecer a la misma secuencia de las lavas basálticas de San Agustín- San José de Isnos y como ellas pueden también provenir del Manto Superior. En forma similar pueden considerarse las intrusiones basálticas (diques, silos y pequeños stocks) que ocurren en los flancos oriental y occidental de la Cordillera Oriental (sector Girardot- Cúcuta) (UJUETA 1991: Tabla1). Se trata, en este caso, de gabros con hornblenda y biotita hasta gabros piroxénicos que han sido relacionados con Lineamientos de dirección NO-SE.

Lineamiento Puracé

Llamado "Limite D: Puracé" por HALL & WOOD (1985), corresponde con el lineamiento No 5 de UJUETA (1990: Fig.31). Este lineamiento que ha sido descrito recientemente por UJUETA (1999:12), se inicia en el Pacífico como un cañón submarino de dirección NO-SE en la pared interior de la fosa y forma además, una aparente deflexión del eje de la fosa (HALL & WOOD 1985: 205); costa adentro controla y ha excavado un profundo corte en el valle inferior de Río San Juan de Micay; continúa en dirección SE y pasa entre las serranías de Timbiquí y de Siguí; pasa al N del Cerro Munchique (Munchique de Tambo) la parte más alta de la Cordillera Occidental en este sector; forma parte de la divisoria de aguas entre los ríos Cauca y Patía en un puente (nudo) volcánico compuesto por dacitas y dioritas, que interrumpe allí la Fosa Interandina (Graben Interandino). Vale la pena anotar que la Hoya del Río Cauca (1.000 m.s.n.m) es de mayor elevación que la Hoya del Río Patía (algo más de 500 m.s.n.m.) Esta característica geológica que forma el límite entre las subcuencas del Valle del Cauca y del Patía recibe el nombre de Cuchilla del Tambo y también Alto Paleogeomorfológico Popayán-El Tambo (PÉREZ 1980: Fig.6). MURCIA *et al.* (1981:53), hablando del sistema de fallas del Cauca-Patía encuentran que existe un sistema de fallas NO-SE que ellos llaman fallas de compensación que pueden haberse comportado como fallas verticales o de rumbo; ellos creen que es posible que a través de fallas de este tipo, intrusiones de cuerpos ígneos estén asociadas con el paleoalto Popayán-El Tambo; involucra una falla sin nombre, de dirección NO-SE, que aparece en el Mapa Geológico de Colombia (INGEOMINAS 1988) que se extiende desde la planicie de Popayán hasta el sur y paralelamente a la cadena de volcanes de los Coconucos (Paletará, Pan de Azúcar y Puracé); sigue al SE por el valle del Río Mazamorra, afluente del Río Magdalena, orientado en dirección NO-SE; conecta los depósitos de lavas basálticas de San Agustín-San José de Isnos con los de Acevedo-San Adolfo y es muy posible también que el Lineamiento Puracé sea responsable del cambio abrupto de rumbo NE a NO que sufre el Río Guarapas en el área de Pitalito y que luego obliga al río a buscar desagüe anómalo en el Río Magdalena y, a la vez, ayudaría a explicar en parte la depresión de Pitalito ahora ocupada superficialmente por depósitos cuaternarios; el control NO-SE del Río Guarapas ha sido cartografiado como una falla sin nombre en el mapa geológico del sur del Departamento del Huila por GÓMEZ & DIEDERIX (1993); es interesante anotar también que hasta este lineamiento llegan los afloramientos de rocas terciarias de las formaciones Gualanday y Gigante; ellas no aparecen ya hacia el SO. Ya sobre el borde cordillerano, al occidente de Florencia, hay un corte neto sobre el Macizo de Garzón, cuya expresión superficial se reduce, desde allí hacia el SO, prácticamente a la tercera parte; sin em-

bargo, tal reducción de espesor es aparente y se debe a la combinación de fallas de dirección NE-SO y al Lineamiento que rompe el Macizo y deja su bloque hundido hacia el SO (UJUETA 1999: Fig.4) donde el Macizo continúa en el subsuelo con cubierta Terciaria-Cuaternaria somera; luego se interna en la Cuenca Subandina de Napo-Putumayo como se manifiesta en el prominente alineamiento NO-SE de los ríos Bodoquero y Ortegua; relacionado con este lineamiento estaría el Arco de Caquetá o Arco del Vaupés o arco de Iquitos, una característica NO-SE, que en la zona subandina según BEJARANO *et. al.* (1991: Fig.1.1), y varios autores más, forma el límite NE de la Cuenca del Napo-Putumayo.

Lineamiento La Fragua

Denominado así por UJUETA (1990: 115, Fig.31) y descrito recientemente también por UJUETA (1999: 13), se ha proyectado hasta justamente al norte de la Isla de Gorgona considerada como continuación de la Serranía del Baudó; este alto estructural indicaría que el sector al NE del Lineamiento está hundido; sigue luego el curso del Río Timbiquí, atraviesa la Serranía de Timbiquí entre el Cerro Timbiquí (2.236 m.s.n.m.) al norte y el Cerro Napí (2.700 m.s.n.m) al sur (IGAC 1977: 209). Los cerros de Napí y Timbiquí están formados por intrusiones de rocas tonalíticas terciarias; según el mapa magnético del área (OJEDA & CALIFE 1987: Fig.10) este Lineamiento que forma un alto podría establecer otras dos subdivisiones menores dentro de la Cuenca de Tumaco; luego atraviesa la Cordillera Occidental entre el Cerro Guavas al norte y el Cerro Guapí al sur; pasa por el Páramo de Las Papas y sigue la Serranía de La Fragua, donde existe clara ubicación lineal, de dirección NO-SE, de varios centros volcánicos como el Domo de San Alfredo, La Caldera de Cutanga y los Picos (conos) de La Fragua. Parte de la Serranía de La Fragua establece la divisoria de aguas entre varios de los afluentes del Río Magdalena (1.400 m.s.n.m.) y del Río Caquetá (500 m.s.n.m.); aquí el Lineamiento La Fragua interrumpe la cuenca del Valle Superior del Magdalena en igual forma en que lo hace el Lineamiento Puracé en la Fosa Interandina (Graben Interandino) a la altura de la característica geomorfológica de Tambo-Popayán; KROONENBERG & DIEDERIX (1982: 75) postulan en el área de la Serranía de La Fragua un "Arco" o barrera que se ha usado tácitamente como terminación del VSM; también como en el Lineamiento Puracé, en el Lineamiento La Fragua el bloque levantado está ubicado al NE. Este levantamiento explica la existencia de la actual Serranía de La Fragua y ha establecido, desde el Terciario Inferior, la barrera responsable del cambio de facies al NE y SO del Lineamiento (UJUETA 1999, Fig.6).

Lineamiento Guairapungo

Lineamiento denominado "Fractura de Guairapungo" por ACOSTA (1983), "Límite E: Guairapungo" por HALL & WOOD (1985: 205), Lineamiento No. 7 por UJUETA (1990: Fig.31); MARTÍNEZ DEL OLMO (1991: Fig.6) hace coincidir allí mismo, una característica de dirección NO-SE que él llama Arco de Mocoa. También ha sido descrito por UJUETA (1999: 13); se inicia en la costa pacífica; allí, al sur del Lineamiento, la línea de costa se proyecta ahora hacia el NO; forma la divisoria de aguas entre el Río Iscuandé, de dirección NO-SE, y el Río Tapaje; corta la Cordillera Occidental en el gran Cañón del Río Patía (+500 m.s.n.m.), característica geográfica conocida como la Hoz de Minamá, y con esa misma dirección continúa en el también pronunciado cañón del Río Juanambú hasta sus cabeceras; pasa por la parte alta de la Cordillera Central entre los Volcanes de Juanoy y Bordoncillo; probablemente tiene que ver con el llamativo límite NE del Valle de Sibundoy que tiene dirección NO-SE y que coincide con la conocida Falla de San Francisco; llega a las cabeceras del Río Mocoa y alcanza el borde llanero en cercanías de la Villa Amazónica; HALL & WOOD (1985:205) señalan que hacia el sur del Lineamiento las anomalías gravimétricas en los Andes son más amplias y más negativas lo que sugiere la existencia de raíces de la corteza más anchas y profundas; DEHANDSCHUTTER (1979: 136) y ACOSTA (1983: 61) anotan que esta característica de dirección N50°O, es de gran importancia pues está relacionada con la virtual desaparición de la Cordillera Oriental al occidente de Puerto Limón; una línea de dirección NO-SE, aparentemente controlada tectónicamente, que coincide con el Lineamiento Guairapungo, según DUQUE (1971), controlaría allí interrupciones en la distribución de poblaciones faunísticas en el Cretáceo superior.

Lineamiento Guamués

Denominado así por UJUETA (1990: 116, Fig. 31) corresponde con el Lineamiento No. 8 de ese trabajo. Este Lineamiento se inicia en la Rada de Tumaco formada en una fuerte entrante de la costa pacífica; sigue el curso del Río Güiza en el borde occidental de la Cordillera Occidental; sigue la Falla de Tumaco, así denominada por INGEOMINAS (1988), desde Tumaco hasta los nacimientos del Río Telembí; utiliza el Valle del Río Guamués ya sobre el flanco oriental de la Cordillera Central y llega hasta el borde cordillerano, donde desplaza en sentido lateral izquierdo rocas jurásicas y luego, ya sobre la Cuenca del Putumayo, controla primero, por 32 Km, el Río Guamués y luego el Río Raya (Mapa Físico-Político de Colombia, IGAC 972) por aproximadamente 25 Km hasta la desembocadura en el Río San Miguel.

Lineamiento Río Mira

Es el "Límite F: Río Mira" de HALL & WOOD (1985: 205)

que según ellos tiene las siguientes características: “un cañón submarino mayor en la fosa de Colombia- Ecuador se alinea con el “Límite F” y el mismo lineamiento, tiene gran expresión fisiográfica en los Ríos Mira y Salado donde “enuncian que se ha conocido la presencia de fallas transcurrentes”. De acuerdo a lo anterior y sin mejores argumentos se propone, tentativamente, el Lineamiento Río Mira como límite, aún no establecido, entre las cuencas Tumaco (Colombia) y Borbón (Ecuador).

Este lineamiento de desplazamiento lateral izquierdo, muestra como una de sus características los cambios de dirección en los elementos estructurales; así sucede en el área con el Graben Interandino cuando este cambia de rumbo NE-SO en el norte, a rumbo NNE-SSO en el sur; en la denominada región Subandina (Cordillera Oriental del Ecuador) el Lineamiento sigue el curso del Río Aguarico donde el Domo de Napo, que tiene altura promedio de 1.000 m, cabecea abruptamente y desaparece por completo al norte; por otra parte, el Río Coca que en el occidente tiene rumbo NE abraza el Domo de Napo y luego lo obliga a cambiar a rumbo NNO hasta su desembocadura en el Río Napo (Mapa geológico de la República del Ecuador, SNGM 1969); el lineamiento se interna en la región baja oriental del Ecuador donde sigue el curso del Río Jivino hasta su desembocadura en el Río Napo; este último tiene allí un tramo de 25 Km con dirección NO-SE; al sur de este lineamiento, en la zona andina, se reconoce mayor cantidad de volcanes que exhiben como característica el que sus composiciones son mucho más variadas que las del norte (HALL & WOOD 1985: 205).

Lineamiento Esmeraldas-Pichincha

Corresponde, parcialmente, en el occidente del Ecuador, con el “Límite G: Pastaza- Esmeraldas” de HALL & WOOD (1985: 205) quienes lo continúan hacia el oriente donde lo relacionan con la terminación norte del Paleozoico-Jurásico en la Depresión de Napo-Pastaza. Sin embargo, en este trabajo, se propone la continuación del lineamiento hacia el SO del Río Esmeraldas, pasando por el Volcán Pichincha y llegando hasta el Río Nashino en la Cuenca de Oriente. Este Lineamiento puede corresponder también con la Deflexión de Quito que mencionan en su trabajo URIEN & ZAMBRANO (1991) y que ellos citan junto con las importantes deflexiones de Riobamba y Huancabamba.

Las características más importantes de este Lineamiento son :

Al norte del lineamiento la línea de costa se inunda mientras que al sur la línea de costa es emergente (HALL & WOOD 1985); cerca de la costa controla el Río Esmeraldas por 20 Km en dirección NO-SE; luego sobre el lineamiento terminan abruptamente las cordilleras, que vienen del norte,

de Toisán y de Intag compuestas por rocas cretáceas de la Formación Piñón que quedan en contacto directo con grandes abanicos cuaternarios; ROSANÍA (1989: Fig.4) traza la Falla Esmeraldas-Pichincha que sirve de límite entre las cuencas de Borbón y Manabí y las desplaza en sentido lateral izquierdo, en la misma forma que hace más al SE con las Fallas Guayaquil-Babahoyo-Santo Domingo (Fig. 2). Un poco al sur de Quito las Cordilleras Occidental y Real están unidas por el horst transversal llamado por ACOSTA (1983:Fig.1) Nudo de Tiopullo; pasa por el Volcán Pichincha; corresponde también con la flexión de Guayllabamba (ACOSTA 1983: 55) situada aproximadamente a la altura de Quito; hacia el N del lineamiento la dirección de los Andes es N30°E mientras que hacia el S la dirección es N10°E; pasa por el Volcán Ilaló que está al lado de la gran Falla Antizama de orientación NO-SE (HALL & BEATE 1991: 9); pasa por el Nevado de Antizama, sigue por el Río Cosanta sobre el flanco oriental de la Cordillera Real y termina controlando el Río Tashino, afluente del Río Curaray, sobre la Cuenca Oriental; BALKWILL *et al.* (1995: 567) anotan que las fallas al norte del Río Curaray, en la Cuenca de Oriente, tienen rumbo NNE, y son paralelas con el tren general de la estructura de Napo, mientras que al sur del Río Curaray tienen rumbo NNO paralelas a la estructura de Cutucú, e igual se repite, en la misma área, con los plegamientos que aparecen al norte y al sur del lineamiento (Mapa geológico de la República del Ecuador, SNGM 1969); en esta misma zona FAUCHER & SAVOYAT (1973: 126) hacen notar que existe una característica estructural que limita al sur del Río Curaray una cuenca profunda de una región alta al norte, y que los depósitos de petróleo de Lago Agrio se encuentran en características antiformes producidas por asentamiento diferencial sobre aitos del zócalo y que no tienen relación con la orogenia andina.

Lineamiento Cojimies-Puyo-Corrientes

Este lineamiento se inicia en la Boca del Río Cojimies. Al norte del lineamiento la costa se proyecta hacia el NO hasta la Punta Galera con respecto a la línea de costa al sur del lineamiento; el lineamiento controla por 25 Km el curso del Río Dógela; a partir del Río Dógela y hasta la parte alta de la Cordillera Occidental, hacia el SE de Santo Domingo de Los Colorados, el Lineamiento se expresa como divisoria de aguas. Así al NE del Lineamiento los ríos fluyen hacia el N buscando el Río Esmeraldas y al SO los ríos se orientan hacia el S para unirse, principalmente, al Río Daule; en el flanco oriental de la Cordillera Real sigue el Río Langoa; pasa al sur del cierre sur del Domo de Napo; pasa por la inflexión del Anticlinal de Mirador y también por la inflexión de la falla que separa la Zona Subandina (Cordillera Oriental del Ecuador) de la Cuenca de Oriente; tales inflexiones están situadas un poco al norte de Puyo, pero también, paralelamente, a la altura de Puyo la Cordillera Real muestra

una marcada inflexión (Mapa geológico de la República del Ecuador, SNGM 1969) que BENÍTEZ *et al.* (1986: I- 7) consideran que puede ser explicada como producto de una megacizalla sinistral. Esta área es una depresión estructural que ha recibido el nombre de Depresión de Puyo (BALKWILL *et al.* 1995: 561); luego en la Cuenca de Oriente controla por cerca de 200 Km el curso de los ríos Naiyo Yacu y Corrientes; finalmente, el Lineamiento podría proyectarse hasta la frontera entre Ecuador y Perú al llamado por CAMPBELL (1970: 8) «Arco de Cononaco», un levantamiento que se proyecta del Escudo de Guayana y sirve para subdividir, según el autor, la Cuenca de Oriente en la Subcuenca de Napo en el N del Ecuador y S de Colombia, de la Subcuenca de Pastaza al sur del Ecuador y norte del Perú. CAMPBELL (*op.cit.*: 9) claramente expresa que se notan «Algunas diferencias estratigráficas y estructurales relativamente menores entre esas subcuencas sugiriendo que el arco ejerce influencia sobre la evolución sedimentaria y estructural de la cuenca» y además señala que el arco puede estar delimitado por zonas de fallas antiguas desarrolladas en el basamento; finalmente, en un estudio sísmico regional adelantado en la Cuenca de Oriente, SMITHEY (1992: Plate VIII) confirma, mediante la cartografía de los afloramientos preCretáceos, la proyección del basamento (Arco de Cononaco) en dirección NO-SE.

Lineamiento Punta Jama-Río Pastaza

En la costa pacífica, cerca de Punta Jama, el lineamiento involucra una falla que desplaza en sentido lateral izquierdo el cordón costero formado por rocas de las formaciones Piñón y Tosagua (Mapa geológico de la República del Ecuador, SNGM 1969); controla en dirección NO-SE el Río Oro; pasa al sur de las ciudades Ambato y de Baños; hasta el límite entre la Cordillera Real y la Zona Subandina (Cordillera Oriental) y al norte del lineamiento llegan rocas del Terciario (Formación Tiyuyaco) que desaparecen al sur; continúa hacia la Depresión transversal de Pastaza donde la Sierra de Cutucú que viene del sur y que ha rebajado su altura de 2.000 m a 1.400 m se corta y desaparece bajo el Valle del Río Pastaza y, finalmente, el lineamiento controla por cerca de 150 Km al Río Pastaza.

Lineamiento Bahía de Caraquez-Sangay

La costa al norte del Lineamiento se proyecta 20 Km al NO con respecto a la costa al sur del Lineamiento; este lineamiento divide en dos la Cuenca de Manabí y le comunica movimiento lateral izquierdo, pues la Cuenca Manabí norte está desplazada hacia el occidente con respecto a la Cuenca Manabí sur (BENÍTEZ *et al.* 1986: I- 34); continúa el lineamiento por los volcanes de Pan de Azúcar y Sangay sobre la Cordillera Real y sigue el curso del Río Volcán sobre el flanco oriental de la misma cordillera; HALL & BEATE (1991: 6) anotan que la franja de estratovolcanes andesíticos,

que vienen del norte, deja de existir con el Volcán Sangay y sólo vuelve a aparecer en la región de Arequipa en el Perú; en la zona Subandina (Cordillera Oriental) forma el contacto entre rocas del Jurásico (Formación Santiago) y rocas cuaternarias; al norte del lineamiento varios plegamientos amplían el área de afloramiento de rocas jurásicas, cretáceas y terciarias con respecto al área de afloramientos al sur del lineamiento, donde las rocas continúan como un monoclinal simple.

Lineamiento Chongón-Colonche

Desde Puerto Cayo hasta el Cabo San Lorenzo la línea de costa tiene dirección NO-SE y se ha proyectado hacia el NO con respecto a la línea de costa al sur del Lineamiento; el Lineamiento Chongón-Colonche tiene el bloque norte levantado y actúa como el límite norte de la Cuenca Progreso. En este sector se presentan una serie de características llamativas de dirección NO-SE tales como los Cerros de Chongón y Colonche, la Falla de Colonche de desplazamiento lateral izquierdo, la Cuenca Progreso y la Falla La Cruz que forma el límite sur de la Cuenca Progreso (BENÍTEZ *et al.* 1986: I-35); DUQUE (1971: Mapa Geológico Generalizado-Franja Noroccidente de Sur América) señala esta característica como uno de sus límites de interrupciones faunísticas del Cretáceo Superior Oriental; hacia el SE, los ríos de curso aproximadamente paralelos Daule y Babahoyo, que fluyen desde el norte en dirección sur, se unen en confluencia obligada sobre el lineamiento; los ríos Chanchán y Chimbo nacen en la Cordillera Occidental, tienen rumbo SO, se estrellan contra el Lineamiento, cambian a rumbo NO y vierten sus aguas al Río Babahoyo en unión anómala; en el flanco occidental de la Cordillera Occidental el cordón de rocas de la Formación Piñón que viene del sur con orientación general NE cambia a dirección francamente N-S; continúa hacia el SE y pasa cerca de la ciudad de Azogues.

Lineamiento Salinas-Girón

La línea de costa entre Salinas y la Isla Runa está claramente controlada, en dirección NO-SE, por el lineamiento que forma a la vez el límite sur de la Cuenca Progreso; el considerable desplazamiento, en dirección SE, de la línea de costa desde Salinas hasta Punta Puntilla alcanza 160 Km; el Lineamiento divide la región en dos provincias costaneras distintas; las zonas al S y al N son diferentes desde el punto de vista fisiográfico; al sur de Girón y al sur del lineamiento a diferencia de lo que sucede al norte del lineamiento, hay una amplia área ocupada por rocas volcánicas de la Formación Piñón (Kp) y por rocas ígneas indiferenciadas (G) según el Mapa geológico de la República del Ecuador (SNGM 1969); pasa la Cordillera del Cóndor y se proyecta hacia la confluencia del Río Santiago con el Río Marañón.

Deflexión de Huancabamba

El cambio brusco de dirección de la cadena andina, de NO-SE en el sur a NNE-SSO en el norte, cerca de la frontera entre Ecuador y Perú, recibe el nombre de Deflexión de Huancabamba. La Deflexión de Huancabamba se conoce también como Estructura Transversal de Amotape. La tectónica anómala al N de la Estructura Transversal de Amotape se inicia en las Islas Galápagos y coincide con la Cordillera Submarina de Carnegie y hacia el este con la depresión del Amazonas que ahora utiliza un lineamiento reactivado del Escudo. GANSSER (1973: 16) afirma que la Península de Amotape forma el punto más occidental del continente suramericano, que no se conocen volcanes cuaternarios en esta zona anómala y que también faltan en el norte del Perú. Esta característica de dirección aproximada E-O es ampliamente conocida en la literatura geológica de Suramérica. LOCZY (1970: 2113) afirma que tal deflexión muestra desplazamientos geológicos y geomorfológicos laterales izquierdos, al punto que el Escudo de Guayana al norte de la deflexión está desplazado en sentido lateral izquierdo con respecto al Escudo Brasileño, y que el mismo LOCZY (1970: 2114) cree, por una parte, que la edad de esta deflexión es Paleozoica temprana o pre-Paleozoica. Pero, por otra parte, considera que las geosuturas de dirección E-O son lineamientos de basamento infra-Precámbrico que se han formado como respuesta a la rotación de la tierra.

2-Megafracturas (= Lineamientos de dirección NNE-SSO a NE-SO)

Estas fracturas son mucho mejor conocidas por la comunidad geológica y por lo tanto no requieren la documentación a que fue necesario recurrir para certificar los lineamientos de dirección NO-SE menos conocidos y aceptados. Dentro de este grupo se destacan las megafracturas que corresponden con el rumbo general de las cordilleras andinas: Cordillera Occidental, Central y Oriental de Colombia y Cordilleras Occidental, Real (Central) y Oriental del Ecuador. Ellas se describirán de occidente a oriente y de sur a norte, del Ecuador a Colombia:

Fallas Guayaquil-Babahoyo-Santo Domingo

ROSANÍA (1989: Fig.4) es el autor del nombre de este importante grupo de fallas que separan las cuencas costeras del sistema andino. McCOURT *et al.* (1984: 841) consideran que esta sutura es de edad Cretáceo terminal a Terciario temprano.

Fallas del Chocó

Las Fallas del Chocó (PÉREZ 1980: 35, Figs. 1 y 3), constituyen el límite oriental de la Cuenca Pacífica y, a la vez, hacen el límite occidental de la Cordillera Occidental. Se trata de un grupo de fallas inversas de buzamiento al

este que se encuentran activas desde el Cretáceo tardío y que se extienden, con dirección N- S en el norte y dirección NNE-SSO en el sur, desde Panamá hasta la desembocadura del Río Cojimíes, cerca de la Bahía de Caráquez. En este trabajo (Fig. 2) se hacen coincidir las Fallas del Chocó con las Fallas de Guayaquil-Babahoyo-Santo Domingo del Ecuador. A las Fallas del Chocó las afecta un patrón transversal de fallamiento de rumbo que PÉREZ (1980) asimila a paleofracturas de edad preterciaria.

Fallas Calacali-Pallatanga-Palenque y Peltetec

La continuidad al sur de la Depresión Cauca-Patía tiene lugar a lo largo del corredor o altiplano interandino o Graben Interandino que integrados forman el Graben Colombo-Ecuatoriano (ACOSTA 1978). El Graben Interandino que separa las Cordilleras Occidental y Real en el Ecuador ha sido delimitado (ASPDEN & LITHERLAND 1992: 189) por las Fallas Calacali-Pallatanga-Palenque en el oeste y por la Falla Peltetec en el este; según ellos, las fallas mencionadas, son el resultado de la reactivación de suturas de la corteza. MARTÍNEZ DEL OLMO (1991) denomina a la Falla Peltetec sutura de Guayaquil-Romeral.

Fallas Cauca-Patía y Fallas de Romeral

El grupo de Fallas del Cauca-Patía pone en contacto a la Depresión Cauca-Patía con la Cordillera Occidental a través de una serie de fracturas de orientación general N10°E a N35°E, entre las que se cuentan las Fallas Cauca-Patía, Aguada-San Francisco y Ancuyá (MURCIA & CEPEDA 1991: 15). En la clasificación de estas fallas no existe consenso entre los diferentes autores, unos las consideran de tipo extensional, otros creen que son cabalgamientos con vergencia al oeste y aún otros consideran que son fallas inversas de ángulo alto y buzamiento al este.

Las Fallas de Romeral definidas en el sentido de KAMMER (1993: 28) como «el conjunto de fallas que limitan las estructuras de la vertiente occidental de la Cordillera Central», consideradas por el mismo autor como discontinuidades subcorticales de primer orden que pudieron servir como vía de ascenso para cuerpos máficos y ultramáficos presentes en el sinclinal de Quebradagrande, se extienden de sur a norte de Antioquia por aproximadamente 300 Km; su dirección general fluctúa entre N-S y N20°E; con el término «Falla de Romeral» han sido reconocidas hacia el sur, por varios autores, otras fracturas sobre las cuales tampoco hay consenso en cuanto al tipo de falla: unos, las consideran fallas de rumbo dextrales, otros, fallas verticales o fallas inversas de ángulo alto y buzamiento al E. La Falla de Romeral ha sido generalmente aceptada como límite entre las cortezas oceánica y continental, concepto que merece ser revaluado porque al occidente y a lo largo de tales fallas siguen apareciendo,

en varios sitios, rocas propias de la corteza continental (KAMMER 1993; HUBACH 1994: 24-25). Al sur del país, la Falla de Romeral pasa por el Volcán Galeras situado al oeste de Pasto y continúa por el Río Guáitara hacia la frontera con el Ecuador con dirección N10°E (MURCIA & CEPEDA 1991: 15). La Falla de Romeral tiene continuación en el Ecuador en la Falla Peltetec.

Fallas Real (Palanda-Méndez-Cosanga)

Según OPPENHEIM (1950: 531) una zona de fallas con amplia área de fracturamiento y trituramiento tectónico se extiende a lo largo del pie oriental de la Cordillera Real desde la frontera sur hasta la frontera norte del Ecuador. Esta zona de falla está expuesta en varios sectores; sin embargo, al norte aparece cubierta por espesor considerable de sedimentos recientes. A esta misma zona de fallas, PALADINES & SAN MARTÍN (1985: 266), en el Mapa de Provincias Metalogenéticas del Ecuador, le asignan el nombre de Falla Real, y según ASPDEN & LITHERLAND (1992: 188, Fig. 1) el límite este de la Cordillera Real está compuesto por una serie de corrimientos de ángulo relativamente alto y buzamiento al oeste que son: La Falla Palanda, la Falla Méndez y la Falla Cosanga.

En la llamada "Zona Subandina" que corresponde a la Cordillera Oriental del Ecuador, TSCHOPP (1953: 2342) encuentra que el margen occidental del área está delimitado por una zona de fallas de 15 a 20 Km de ancho paralela a la Cordillera Real y HAM & HERRERA (1963) describen como el "Sistema de Falla Subandino" a una faja de 16 a 18 Km de ancha, de fallas inversas y cabalgamientos de buzamiento al oeste que corre a lo largo del límite este de la Cordillera Real. A diferencia de lo que sucede en Colombia con el VSM, aquí solamente se menciona la Falla Real que correspondería con las Fallas Chusma-Calarma (Girardot) pero no se mencionan las fallas orientales que pudieran corresponder con las fallas Suaza-Garzón-La Magdalena. Sin embargo, a partir del Río Pastaza hacia el norte, en el **Mapa geológico de la República del Ecuador (SNGM 1969)** aparece una faja de fallas paralelas con buzamiento al oeste; la más oriental empata con la falla que rompe el flanco oeste del Domo de Napo. Hacia el sur del Ecuador, la depresión sinclinal del Río Upano que separa la Cordillera Real de la Sierra de Cutucú podría asemejarse al V.S.M.

HAM & HERRERA (1963) creen que la Falla Real pudo formarse durante el Pérmico; como los mismos autores no reconocieron la Cordillera Oriental del Ecuador, confundieron estas fallas con las Fallas de Cutucú-Napo (q.v.).

Fallas Chusma y Calarma (Girardot)

El Valle Superior del Magdalena es una depresión tectónica estrecha, de anchura variable, 60 Km en el nor-

deste y 30 Km en el suroeste, que está separado de la Cordillera Oriental por las Fallas Garzón Suaza-La Magdalena y separado de la Cordillera Central por las Fallas Chusma y Calarma (Girardot). Las fallas anteriores son el producto de reactivación de fallas normales que se formaron en la distensión de la corteza de finales del Paleozoico o principios del Mesozoico, y que tenían dirección general NNE-SSO. La reactivación de las Fallas Chusma-Calarma (Girardot) según MOJICA & FRANCO (1992: 55) tuvo lugar del Oligoceno medio a superior y el transporte tectónico se hizo hacia el este.

Las Fallas Calarma (Girardot) que se presentan en el segmento norte del V.S.M. según BUTLER & SCHAMEL (1988: 109) son fallas inversas de buzamiento moderado al oeste, muchas de las cuales son cabalgamientos ciegos que se expresan en superficie como plegamientos estrechos de doble cabeceo y por levantamientos corticales en escamas gruesas según MOJICA & FRANCO (1992: 55).

Las Fallas Chusma presentan entre sus características principales: anticlinales estrechos asociados a sinclinales amplios (plegamientos en rampa), plegamientos y fallamientos *en echelón* (transferencia de desplazamiento) y abanicos imbricados frontales que conforman fajas de corrimiento de escamas delgadas (MOJICA & FRANCO 1992: 55).

Fallas Suaza-Garzón y La Magdalena

Las Fallas de Suaza-Garzón tienen dirección general NNE-SSO y sirven de contacto entre la Cordillera Oriental y el V.S.M. Casi todas son fallas inversas de ángulo alto con buzamiento al este que fluctúa entre 50-80°. La edad de reactivación de estas fallas es Miocena temprana a Pliocena y las características principales las constituyen la presencia de fallamientos y plegamientos asimétricos *en echelón*, levantamientos corticales de escamas gruesas, cabalgamientos ciegos y anticlinales con rocas de basamento por núcleo. La continuación de estas fallas hasta cerca de Mocoa se hace a través de las Fallas La Fragua y Esnanga (UJUETA 1999: Figs. 4 y 5).

Fallas Cutucú-Napo

Según FAUCHER & SAVOYAT (1973:126) lo que ellos llaman la "zona de los frentes de empuje" marca el límite entre el "borde cordillerano" y la cuenca amazónica propiamente dicha. Consideran también que ese límite es de orden «geotectónico» y que pasa a algunos Km al este del Domo de Napo y de la Sierra de Cutucú. Este frente de empuje, al cual se le ha dado, en este trabajo, el nombre de Fallas de Cutucú-Napo es equivalente a las Fallas del Borde Llanero de Colombia y allí como acá separan el pie de monte de la cuenca Subandina propiamente dicha. De acuerdo a los mismos autores esta característica ha sido

perforada en el Pozo Oglan-1 donde encontraron que el plano de inclinación es de 45° al oeste.

Fallas del Borde Llanero

Las Fallas del Borde Llanero se extienden con rumbo general NE- SO y buzamiento al oeste a lo largo del margen oriental de la Cordillera Oriental y se consideran como la reactivación de una paleosutura que existe desde el Silúrico Superior y que representó el límite entre el Escudo de Guayana (Gondwana) al oriente y un terreno alóctono del continente norteamericano al occidente (FORERO 1990: 141). Se trata de una zona imbricada de fallas inversas que buzaban al oeste, a lo largo de las cuales los bloques occidentales se elevan con respecto a los bloques orientales. En la zona de Florencia-Puerto Limón, las rocas cristalinas Pre-Cámbricas y rocas metamórficas del Macizo de Garzón están falladas contra sedimentos predominantemente Mesozoicos. Estas fallas reciben el nombre de *East Andean Frontal Fault* por KELLOG *et al.* (1985: Fig. 1), *Guaicaramo Fault System* por ASPDEN *et al.* (1987: Fig. 2) y Falla de Guaicáramo por TOUSSAINT (1996: 151) quien considera que la falla jugó papel paleogeográfico importante desde el Precámbrico.

OBSERVACIONES A MANERA DE CONCLUSIONES TECTÓNICAS

1- Como podrá notarse, los diferentes autores citados han utilizado, para referirse prácticamente a la misma característica estructural de dirección NO-SE, los siguientes términos que no son necesariamente equivalentes: deflexión, elemento tectónico positivo, estructura transversal, límite, megacizalla, fractura, fractura transversal, arco transversal, lineamiento, arco en sentido de MARTÍNEZ DEL OLMO (1991) y paleomegacizalla.

2- El autor recomienda utilizar el término "lineamiento" que de acuerdo a la definición de JAIN (1980: Parte II: 49) se emplea 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.

3- El término nudo, bien conocido geológica y geográficamente, parece estar directamente relacionado con la ubicación lineal de centros volcánicos, algunos clasificados como domos, que pueden ser longitudinales o transversales a los Andes. Es así como aparecen unidas transversalmente, en unos casos las cordilleras Occidental y Central y en otros casos, las cordilleras Central y Oriental y aún, las tres cordilleras (ACOSTA 1983).

4- Los lineamientos observados representan las trazas superficiales de límites entre bloques de la corteza cuyos movimientos diferenciales (levantamientos, hundi-

mientos o basculamientos) han gobernado el desarrollo tectónico y sedimentológico tanto en la Cordillera de Los Andes como en las cuencas de la costa pacífica, intracordilleranas y subandinas; en estas últimas, los bloques mencionados coinciden con la posición y orientación reconocida y aceptada para los arcos (UJUETA, 1993).

5- Todo el juego de lineamientos NO-SE descrito antes, tiene significado tectónico regional y aún continental; su edad se remonta quizá hasta antes del Precámbrico, y ha jugado, al norte de la Deflexión de Huancabamba incluida esta última, el papel de fallas de rumbo sinestrolaterales.

6- El Valle Superior del Magdalena se ha subdividido en las subcuencas de Neiva y Girardot, mediante la barrera estructural llamada el "Arco de Natagaima" o «Alto o Arco de Patá". Este arco es una característica que forma parte del Lineamiento Ataco-Natagaima. UJUETA (1999:13) define tentativamente el límite SO del VSM y postula que mediante bloques formados por lineamientos NO-SE, no sólo se han formado dos subcuencas sino que pueden aparecer varias más ya que existe la posibilidad de que sean, precisamente, esos bloques, los que establecen los límites entre subcuencas.

7- De acuerdo a relaciones estratigráficas el área donde aparece el Lineamiento Ataco-Natagaima estuvo levantada durante el Infracretáceo y sólo a partir de la sedimentación de la Formación Yaví hace entrada el mar cretáceo. El mismo lineamiento no sólo separa las subcuencas de Neiva y Girardot desde el Oligoceno al Mioceno, sino que también registra levantamiento durante el Plioceno.

8- Las observaciones hechas sobre los lineamientos (fallas profundas) permiten descubrir sucesiones llamativas de eventos, tal como sucede con el Lineamiento Río Ariari. Es así como en el

Paleozoico: Los cuerpos graníticos intruídos en el Grupo Cajamarca, conocidos como los neises de Puquí, Pescadero, Alto de Minas, Samaná y Manizales pertenecen a un evento de edad devoniana inferior a media que sólo se reconoce al NE del lineamiento. En el

Mesozoico: La entrada del mar al final del Jurásico que permitió la sedimentación de las formaciones Brechas de Buenavista y Batá, estuvo controlada por corredores estructurales deprimidos delimitados por los lineamientos Río Ariari, Cañas Gordas-Bogotá y Sautatá-Gachalá. Este mismo corredor hundido permitió el depósito de toda la secuencia infracretácea en los sitios que hoy ocupan las actuales cordilleras Central y Oriental. La vasta área situada al SO de los lineamientos mencionados permaneció elevada y sólo a partir del Aptiano comienza la sedimenta-

ción cretácea sobre una topografía irregular tectónicamente controlada, de manera que la sucesión se inicia en algunas partes con la Formación Yaví y en otras con distintos niveles de la Formación Caballos (VERGARA *et al.* 1995:28) y en el

Cenozoico: Durante todo el Cenozoico son claras las diferencias faciales y la potencia que exhiben los sedimentos a lado y lado del lineamiento que ha hecho necesario, para describirlos, recurrir a nomenclaturas diferentes. Entre el Mioceno y el Pleistoceno Superior aparecen al NE de la traza del lineamiento una serie de volcanes inactivos representados ahora por cuellos volcánicos, domos y estrato volcanes, mientras que al SO aparecen los volcanes activos conocidos de la Cordillera Central.

9- La morfología del litoral pacífico, tanto en Colombia como en el Ecuador, está controlada, en varios sitios, por los Lineamientos de dirección NO-SE, de manera que aparece en unos casos, segmentada y en otros casos, desplazada de NO a SE o sigue por distancias considerables la dirección de los Lineamientos. Un buen ejemplo lo constituye el bloque hundido y basculado hacia el SO delimitado por los lineamientos Buenaventura-La Plata y La Fragua que explica el retroceso en sentido SE de la línea de costa (Mapa Físico-Político, IGAC 1972), y a la vez el gradual adelgazamiento de la faja sedimentaria terciaria en el mismo sector. El máximo adelgazamiento se presenta inmediatamente al sur de Buenaventura (Mapas Geológicos de Colombia de INGEOMINAS y GEOTEC 1988).

10- El antes denominado Geosinclinal de Bolívar, clasificado ahora, de acuerdo a la Tectónica de Placas, como una Cuenca Intraarcos, puede considerarse como la unión de una serie de cuencas profundas o depresiones, separadas estructuralmente por altos transversales de dirección NO-SE. Las cuencas de norte a sur son: Atrato, San Juan, Tumaco, Borbón, Manabí y Progreso; los Lineamientos que determinan los altos o bloques levantados son: Sautatá-Gachalá, Cartago-Salento, Ataco-Natagaima, Buenaventura-La Plata, Río Mira, Esmeraldas-Pichincha y Chongón-Colonche (Fig. 2).

11- Resuelta la hasta ahora relación compleja por la supuesta bifurcación de las Cordilleras Central y Oriental de Colombia (UJUETA 1999), la depresión Tectónica del Valle Superior del Magdalena es una característica continua que virtualmente desaparece en el Lineamiento Guairapungo pero que, sin embargo, puede continuar hacia el sur como una faja muy estrecha que puede corresponder, en el Ecuador, con la faja situada entre las fallas que bordean el occidente del conjunto estructural Napo-Cutucú y las Fallas Real (Fig. 2).

12- La disminución en anchura y elevación del conjun-

to formado por la Cordillera del Cóndor, la Sierra de Cutucú y el Domo de Napo hasta su virtual desaparición en el Lineamiento Río Mira, es notoria de sur a norte, en la misma forma como la Cordillera Oriental de Colombia disminuye en anchura y altura del nordeste al suroeste hasta su casi total desaparición en el Lineamiento Guairapungo. La continuidad de la Cuenca del Valle Superior del Magdalena, en el sector comprendido entre los lineamientos Guairapungo y Río Mira no se conoce a cabalidad pues en ese sector la cartografía geológica es deficiente, pero no puede desecharse la continuidad de esta depresión interandina a pesar de que el ancho se haga cada vez menor (Figs.1 y 2).

13- Debido a la poca información geológica conocida de la región comprendida entre los lineamientos Guairapungo y Río Mira sólo es posible suponer que esta región, hasta donde llega la proyección más occidental del Escudo de Guayana, ofreció a la compresión un contrafuerte que ha permitido que la Cordillera Oriental se encuentre adosada y quizá forzada bajo la Cordillera Central, de tal manera que ha perdido su identidad o ha reducido al máximo su anchura.

14- La zona transversal Puná-Méndez localizada al sur del Ecuador forma parte según PALADINES & ROSETO (1996: 111) de la Deflexión de Huancabamba. Los autores consideran que la zona entre los 2° 15' y 5° sur es una zona de transición entre los Andes del Norte y los Andes Centrales.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero reconocimiento a la Vicepresidencia de Exploración de Ecopetrol por autorizar el acceso a información sobre el Putumayo y la Costa Pacífica, y a los geólogos Luis Eduardo Peña, Paulina Ferreira, Chajid Kairuz y Carlos Escalante por el apoyo brindado.

REFERENCIAS CITADAS

ACOSTA, C.E. (1978): El Graben Interandino Colombo-Ecuatoriano (Fosa tectónica del Cauca Patía y del Corredor Andino-Ecuatoriano).- Boletín de Geología, UIS, V. 12, No. 26, p. 63-199, Bucaramanga.

____ (1983): Geodynamics of Ecuador, Geodynamics of the Eastern Pacific Region, Caribbean and Scotia Arcs.- Geodynamics Series, Volume 9, p. 53- 63, American Geophysical Union.

ALVAREZ, J. (1983): Geología de la Cordillera Central y el Occidente colombiano y petroquímica de los Intrusivos Gronitoides Mesocenoicos.- Boletín Geológico, Volumen 26, No. 2, p. 1-175, Bogotá.

ASPDEN, J.A. & LITHERLAND, M. (1992): The Geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador.- Tectonophysics, 205, p. 187-205, Amsterdam.

- ASPDEN, J.A., McCOURT, W.J. & BROOK, M. (1987): Geometrical control of subduction-related magmatism: the Mesozoic and Cenozoic plutonic history of Western Colombia.- *Journal of the Geological Society*, Vol. 144, p. 893- 905, London.
- BABY, P., RIVADENEIRA, M., DAVILA, C., GALAPRAGA, M., ROSERO, J. & VEGA, J. (1997): Estilo Tectónico y Etapas de Deformación de la parte Norte de la Cuenca Oriente Ecuatoriana.- VI Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera en las Cuencas subandinas". Tomo I, p. 288- 302, Cartagena.
- BALDOCK, M. W. (1982): Geology of Ecuador (Explanation of National Map.).- Dirección General de Geología y Minas, 70 p., Quito, Ecuador.
- BALKWILL, H.R., RODRIGUEZ, G., PAREDES, F.I. & ALMEIDA, J.P. (1995): Northern Part of Oriente Basin, Ecuador: Reflection Seismic Expression of Structures.- In A.J. Tankard, R. Suárez S., and H.J. Welsing, Petroleum basin of South America : AAPG Memoir 62, p. 559-571.
- BEJARANO, A., REYES, R. & VILLEGAS, E. (1991): Caracterización y Evaluación de Parámetros de Registros de Pozos en la Cuenca del Putumayo.- IV Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas". Tomo I, Trabajo 11, Bogotá.
- BENAVENTE, V. & BURRUS, M. (1988): Wrench Faults in the Upper Magdalena Valley in Colombia.- III Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas", Caracas.
- BENITEZ, S., MONTENEGRO, G., ROQUILLO, M. & TOALA, G. (1986): Síntesis Geológica de la Cuenca Progreso. Ecuador.- 2º Congreso Colombiano del Petróleo. Congreso Andino del Petróleo. Tomo 2, p. 1-1- 1-47, Bogotá.
- BUENO, R. (1989): Hydrocarbon Exploration and Potential of the Pacific Coastal Basin of Colombia, Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources.- Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources. Earth Science Series, V. II, p. 335-343.
- BUTLER, K., & SCHAMEL, S. (1988): Structure along the eastern margin of the Central Cordillera, Upper Magdalena Valley, Colombia.- *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 1, No. 1, p. 109-120.
- CAMPBELL, C.J. (1970): Guide to the Puerto Napo Area, Eastern Ecuador with Notes on the Regional Geology of the Oriente Basin.- Ecuadorian Geological and Geophysical Society, p. 39, Quito.
- CASE, J.E., DURAN, L.G., LÓPEZ, A. & MOORE, W.R. (1971): Tectonic investigations in western Colombia and eastern Panamá.- *Geological Society of America Bulletin*, V. 82, No. 10: p. 2686- 2711.
- CASTAÑEDA, A.E., ROBERTSON, K. & CEBALLOS, J.L. (1996): Análisis morfodinámico y la clasificación de la actividad volcánica de Colombia.- VII Congreso Colombiano de Geología, Tomo I, p. 478-483, Bogotá.
- CORTES, R. & DE LA ESPRIELLA, R. (1990): Apuntes sobre la Tectónica del Valle del Río Negro al Oriente de Cundinamarca.- *Geología Colombiana*, 17, p. 99-142, Bogotá.
- CUERVO, E. (1995): Armazón Rombohédrica de la Geología Colombiana, un Modelo de Evolución Tectónica.- *Memorias VI Congreso Colombiano de Petróleos*, Tomo 1, p.71-84, Bogotá
- DEHANDSCHUTTER, J.(1979) Lineaments in the Northern Andes.- *Mus. Roy. Afr. Centr., Tervuren (Belg.)*, Dépt. Géol. Min. Rapp. Ann. 1979, p. 129-142.
- DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA Y MINAS (DGGM) (1982): National Geological Map of Ecuador, Scale 1: 1.000.000, Quito.
- DORADO, J. (1990): Contribución al Conocimiento de la Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista (Límite Jurásico Cretácico). Región Noroeste de Villavicencio (Meta).-*Geología Colombiana*,17, p. 7-39, 13 figs., 2 Tablas, Bogotá.
- DUQUE, H. (1971): Relaciones entre la Bioestratigrafía y la Cronoestratigrafía en el llamado Geosinclinal de Bolívar.- *Boletín Geológico*, Vol. XIX, No. 3, p. 25-68, Bogotá.
- ECOPETROL (1997): Evaluación Regional de la Cuenca Yari-Caguán.- *Informe Geológico No. 4749*, p. 101, Bogotá.
- _____ (2.000): Mapa de Áreas Libres para contratar. Escala 1:3.000.000 (Nov.3/2.000), Bogotá.
- FABRE, A. (1987): Tectonique et génération d'hydrocarbures: Un modèle de l'évolution de la Cordillère Orientale de Colombie et du Bassin des Llanos pendant le Crétacé et le Tertiaire.- *Société de Physique et D'histoire Naturelle de Genève*, volume 40, Fascicule 2, p. 145-190.
- FAUCHER, B. & SAVOYAT, E. (1973): Esquisse Géologique des Andes dell'Equateur.- *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique* (2), Vol. XV, Fasc. 1-2, p. 115-142, París.
- FLOREZ, J.M. & CARRILLO, G. (1996) : Importancia de las formaciones El Ocal y Trincheras en la correlación estratigráfica regional y la reconstrucción paleogeográfica del Aptiano en Colombia.- VII Congreso Colombiano de Geología, Tomo II, p. 473-487, Bogotá.
- FORERO, A.(1990): The basement of the Eastern Cordillera, Colombia: An allochthonous terrane in northwestern South America.- *Journ. of South Am. Earth Sciences*, Vol. 3, no. 2/ 3, p. 141- 151.
- GANSSER, A. (1973): Facts and Theories on the Andes.- *Journ. Geol. Soc. London*, V.129, p. 93-131.
- GEOTEC LTDA. (1988): Mapa Geológico de Colombia. Escala 1: 1.200.000, Bogotá.
- GOMEZ, J.A. (1980): Evolución Geológica de la Cuenca Pacífica (Geosinclinal de Bolívar), sector Noroccidental de Suramérica.- *Boletín Geología, UIS*, V. 14, No. 28, p. 25- 44, Bucaramanga.
- GOMEZ, H. (1991): La Paleomegacizalla Transversal de Colombia, Base de un Nuevo Esquema Geotectónico.- *Revista CIAF*, Vol. 12, No. 1, p. 49-61, Bogotá.
- GOMEZ, H. & DIEDERIX, H.(1993): Mapa Geológico del Sur del Departamento del Huila Escala 1:100.000. Memoria explicativa

- tiva.- Revista Cipres, V 14, No. 1, p. 1-36, Bogotá.
- GOMEZ, L.A., RAMIREZ, J.R. & ESCOBAR, R. (1996): Estratigrafía de Secuencias Sísmicas en el sector sur de la Cuenca Chocó-Pacífico, Colombia.- VII Congreso Colombiano de Geología, Tomo III, p. 239-255, Bogotá.
- HALL, M.L. & WOOD, C.C.(1985): Volcano-tectonic segmentation of the northern Andes.- *Geology*, V. 13, p.203-207.
- HALL, M.L. & BEATE, B. (1991): El Paisaje Volcánico de la Sierra Ecuatoriana.- *Estudios de Geografía*, Quito.
- HAM, C.K. & HERRERA, L.J. (1963): Role of Sub- Andean fault system in tectonics of eastern Perú and Ecuador.- In *Backbone of the Americas; Tectonic history from pole to pole*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 2, p. 47-61.
- HETTNER, A. (1892): La Cordillera de Bogotá. Versión Castellana de Ernesto Guhl.- Ediciones Banco de la República, 1966.
- HUBACH, E. (1994): Geología de los Departamentos del Valle y Cauca y en especial del Carbón.- *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia*, Tomo XVIII, p. 320, Bogotá.
- IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO «AGUSTIN CODAZZI») (1971): Mapa Físico-Político de Colombia en relieve. Escala 1:1.500.000, Bogotá.
- IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO «AGUSTIN CODAZZI») (1972): Mapa Físico-Político de Colombia. Escala 1:1.500.000, Bogotá.
- IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO «AGUSTIN CODAZZI») (1977): Atlas de Colombia, Tercera Edición, p. 286, Bogotá.
- INGEOMINAS (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICO- MINERAS) (1988): Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1.500.000, Bogotá.
- JAIN, V.E.(1980): *Geotectónica General*.- Editorial Mir, Parte I, 358 pgs., Parte II, 304 pgs., Moscú.
- JAMES, M.E. (1985): Evidencia de colisión entre la Miniplaca Bloque Andino y la Placa Norteamericana desde el Mioceno Medio.- VI Congreso Latinoamericano de Geología, Tomo I, p. 69-89, Bogotá.
- KAMMER, A. (1993): Las Fallas de Romeral y su relación con la Tectónica de la Cordillera Central.- *Geología Colombiana*, 18, p. 27-46, 11 figs., Bogotá.
- KELLOG, J., OGUJIOFOR, I. J. & KANSAKAR, D.R. (1985): Cenozoic Tectonics of the Panamá and North Andes Block.- VI Congreso Latinoamericano de Geología, T.I, p. 41-59, Bogotá.
- KROONENBERG, S.B. & DIEDERIX, H.(1982): Memoria Explicativa del Mapa Fotogeológico Preliminar de la Cuenca del Alto Caquetá.- CIAF, p. 60, Bogotá.
- LOZANO, H. (1985): Oro y Plata en Colombia - Áreas Promisorias.- VI Congreso Latinoamericano de Geología, Tomo III , p. 35-92, Bogotá
- LOCZY, L. (1970): Role of Transcurrent Faulting in South American Tectonic Framework.- *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, Vol. 54, No. 11, p. 2111-2119, 6 Figs.
- MARTÍNEZ 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». Tomo I, Trabajo 16, B.
- McCOURT, W.J., ASPDEN, J.A. & BROOK, M. (1984): New Geological and Geochronological data from de Colombian Andes: Continental Growth by Multiple Accretion.- *Journal Geological Society London*, Vol. 141, p. 831-845.
- MENELEY ENTERPRISES LTD. (1991): Proyecto Cooperativo de Estudios de Hidrocarburos en Cuencas Subandinas.- *Ecopetrol Informe Geológico No. 2846*, Bogotá.
- MOJICA, J. & FRANCO, R. (1990): Estructura y Evolución Tectónica del Valle Medio y Superior del Magdalena.- *Geología Colombiana*, 17, p. 41-64, Bogotá.
- MURCIA, A., ORREGO, A. & PEREZ, G. (1981): Geologic Reconnaissance of the Southernmost Cauca-Patía Depression.- *Geological Field Trips Colombia*. Colombian Society of Petroleum Geologists and Geophysicists, 20th Field Conference, p. 34-72, Bogotá.
- MURCIA A. & CEPEDA, H. (1991): Mapa Geológico de Colombia.- Memoria de la Plancha 429, Pasto (Departamento de Nariño). Escala 1:100.00, Ingeominas, Bogotá.
- MUTIS, V. (1983) : Catálogo de los yacimientos, prospectos y manifestaciones minerales de Colombia.- *Publicaciones Especiales del Ingeominas*, No. 13, p. 1-462, Bogotá.
- NEVERS, G.M., DORMAN, J.H., HARRISON, P.J. & ROJAS, O. (1991): Recent Exploration Results in Northern Putumayo Basin, Colombia.- IV Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas". Tomo I, Trabajo 8, Bogotá.
- OJEDA, H.A.O. & CALIFE, P.R. (1987): Bacia San Juan-Tumaco Costa do Pacifico, Colombia. Avaliaçao do Potencial Petrolifero.- *Ecopetrol Informe No. 1563*, p.59, Bogotá.
- OPPENHEIM, V. (1950): The Structure of Ecuador.- *Amer. Journ. Sc.*, Vol.CCXLVIII, No. 8, p. 527-539, 1 fig., New Haven.
- PALADINES, A. & SAN MARTIN, H. (1985): Mapa Metalogénico del Ecuador Actualizado.- VI Congreso Latinoamericano de Geología, T. III, p. 243-266, Bogotá.
- PALADINES, A. & ROSERO, G. (1996): Zonificación Mineralógica del Ecuador, 146 pgs.- *Laser Editores*, Quito.
- PAZ Y MIÑO, L.T. (1956): Ecuador (Síntesis Geográfica).- Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Comissao de Geografía, Publicaçao No.216 (199-VII), Río de Janeiro.
- PEREZ, G. (1980): Evolución Geológica de la Subcuenca del Alto Patía, Departamento del Cauca, Colombia.- *Geología Norandina*, No. 2, p. 3-10, Bogotá.
- RAMIREZ, C. (1982): Vulcanismo neogénico y cuaternario de Colombia.- Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias (Trabajo de Grado), Bogotá.
- RENZONI, G. (1994): Formación Caballos. Catálogo de las Unidades Estratigráficas de Colombia. Unidades litoestratigráficas.- 35 p., Ingeominas, Bogotá.

- RODRIGUEZ, C. & ROJAS, R. (1985): Estratigrafía y Tectónica de la Serie Infracretácea en los alrededores de San Félix, Cordillera Central de Colombia.- Proyecto Cretáceo, Contribuciones, XXI, Publicaciones Geológicas Especiales del Ingeominas, Bogotá.
- ROSANÍA, G. (1989): Petroleum Prospects of the Sedimentary Basins of Ecuador, Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and Mineral Resources.- Houston, Texas, Circum-Pacific Council for Energy and Minerals Resources. Earth Science Series, V. 11, p. 415-430.
- SNGM (SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA) (1969): Mapa Geológico de la República del Ecuador. Escala 1:1.000.000, Quito.
- SMITHEY, M. (1992): Regional Seismic Study, Oriente Basin.- Ecopetrol, Informe Técnico No. 9688, Bogotá.
- STUTZER, O. (1934): Contribución a la geología del foso del Cauca Patía.- Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, T. II, p. 69-140, Febrero de 1926, Bogotá.
- SUAREZ, M. (1990): Estudio Geológico Regional e Interpretación Sísmica Estratigráfica en la Provincia Sedimentaria de la Costa Pacífica.- Ecopetrol Informe No. 2614, Bogotá.
- THOURET, J.C., MURCIA, A., SALINAS, R. & CANTAGREL, J.M. (1991): Stratigraphy and Quaternary Eruptive History of the Ruiz-Tolima Volcanic Massif, Colombia. Implications for Assessment of Volcanic Hazards.- Simposio sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico, Tomo II, p. 75-93, Manizales.
- TOUSSAINT, J.F. (1996) : Hipótesis sobre el Marco Geodinámico de Colombia durante el Mesozoico temprano.- En: Resúmenes presentados durante la IV Conferencia de Campo del Proyecto IGCP-UNESCO 322 «Correlación de Eventos Jurásicos en América del Sur» Oct. 30-Nov. 2/95.- Geología Colombiana, No. 20, p. 150-155, Bogotá.
- TSCHOPP, H.J. (1953): Oil explorations in the Oriente of Ecuador, 1938-1950.- American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V. 37, No.10, p. 2303-2347.
- UJUETA G. (1990): Lineamientos de Dirección NO-SE en la Cordillera Oriental de Colombia (sector entre Girardot y Cúcuta) y los Andes Venezolanos.- Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Trabajo de Promoción a Profesor Titular, Mscr., Bogotá.
- _____ (1991): Tectónica y Actividad Ignea en la Cordillera Oriental de Colombia, sector Girardot-Cúcuta.- Simposio sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico, T. I., p. 151-192, Manizales.
- _____ (1992): Lineamientos Río Ariari, Bogotá y Gachalá en los departamentos de Cundinamarca y Meta, Colombia.- Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 18 (70), p. 345-358, Bogotá.
- _____ (1993): Arcos y Lineamientos de dirección Noroeste-Sureste en las Cuencas Subandinas de Venezuela y Colombia.- Geología Colombiana, 18, p. 95-106, Bogotá.
- _____ (1999): La Cordillera Oriental Colombiana no se desprende de la Cordillera Central.- Geología Colombiana, 24, p. 3-28, 6 Figs., 2 Láminas, Bogotá.
- URIEN, C.M. & ZAMBRANO, J.J. (1991): La Faja Subandina Meridional (Comentarios Generales).- Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas". T. I, Trabajo 2, p. 28, Bogotá.
- VERGARA, L., GUERRERO, J., PATARROYO, P. & SARMIENTO, G. (1995): Comentarios acerca de la Nomenclatura Estratigráfica del Cretáceo Inferior del Valle Superior del Magdalena.- Geología Colombiana, 19, p. 21-32, 1 Fig., 2 Tablas, Bogotá.
- VILLARROEL, C., SETOGUCHI, T., BRIEVA, J. & MACIA, C. (1996): Geology of the La Tatacoa "Desert" (Huila, Colombia): Precisions on the Stratigraphy of the Honda Group, the Evolution of the "Pata High" and the Presence of the La Venta Fauna.- Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology & Mineralogy, Vol. LVIII, Nos. 1 & 2, Kyoto.

Manuscrito recibido, Octubre de 2000

Manuscrito aprobado para publicación, Agosto de 2001