

## CONSIDERACIONES GEOTECTONICAS

Ante todo establezcamos algunos hechos. Se puede decir que el Graben Interandino Colombo Ecuatoriano está constituido en forma de valle de rampa, hundido en medio de fallas inversas. Esto es o asegurado o supuesto por la mayor parte de los autores, aunque con algunas excepciones.

D. BARRERO *et al* 1959 (p. 36) dicen:

"Al SW de Medellín, al W de Manizales y en el S del País la Falla (de Romeral) parece ser de tipo inverso con un ángulo de inclinación relativamente grande, tal vez mayor de 50 grados".

NELSON (1957), hace ver la Falla de Alegrías (al N de Barragán) en el corte que acompaña su trabajo como inversa aunque casi vertical. En Yumbo, según el corte la Falla de Cali es igualmente inversa y casi vertical.

KEIZER (1953), dice que en la región de Timba (flanco occidental) las fallas buzaban hacia el W luego son inversas.

Sin embargo habla de una falla normal que pone en contacto la base del Terciario con la diabasa.

El mismo KEIZER (1954), afirma que en la región de Jamundí las fallas (occidentales) buzaban hacia el W siendo, por lo tanto, inversas.

CUCALON (1966), dice de la Falla de Cali que muy probablemente buza al W constituyendo una falla de cabalgamiento. Igualmente dice que la Falla Oriental es inversa, de cabalgamiento.

Como se ve, prácticamente todas las fallas del Graben en Colombia parecen ser inversas.

En el Ecuador el hecho no es tan seguro pero las opiniones están por lo menos divididas:

SAUER (1965), señala al N de Quito las fallas occidentales con buzamiento hacia el E luego, según él, serían normales.

Las fallas del oriente buzaban igualmente al E, siendo designadas por el mismo autor como sobreescurrecimientos.

LEWIS *et al* 1956, en los cortes que acompañan su trabajo, muestran el Graben en forma de rampa, entre fallas inversas y esto tanto a la latitud de Latacunga como a la de Riobamba.

En cambio BELOUSSOV (1967), aunque en el texto (p. 22) habla de "rupturas tectónicas fuertes, al parecer en forma de fallas verticales", sin embargo en el corte a la latitud de Quito, pone ambas fallas Occidental y Oriental, como normales, quizá conformándose en esto en parte con SAUER.

Veamos ahora algunas generalidades acerca de la noción de graben

"Los grabens son hundimientos largos y relativamente angostos limitados por fallas paralelas, algunas fallas normales menores y raramente algunas fallas inversas se asocian al sistema, especialmente en el bloque hundido, y los grandes grabens son complejos, con desviaciones angulares dentro de los límites del hundimiento, y ramas laterales que salen de él oblicuamente. El Graben del Rhin es el ejemplo típico (pero los grandes "rift valley" del Oriente Africano son las mayores estructuras que existen sobre la tierra y se le pueden comparar" SHERBON HILLS 1967, p. 183.

"El término inglés "rift valley" equivalente al de fosa tectónica... fue introducido por GREGORY para dar nombres al Great Rift Valley del Africa Oriental, que él fue el primero en reconocer como rasgo tectónico debido a fallas. GREGORY define este término como una larga faja de tierra hundida entre fallas normales o una serie paralela de fallas en escalera como si un arco fracturado hubiera estado distendido de modo que la clave del arco cayera en bloque o tiras. Es evidente que el suelo de algunas fosas tectónicas ha sufrido subsidencia pero en muchos casos está igualmente claro que han quedado rezagadas con respecto a la superficie de las mesetas contiguas en el curso de un levantamiento general. Además existe la creciente evidencia de que el punto de vista ortodoxo que asocia las fracturas con la tensión está lejos de tener aplicación en todos los casos. El término de "rift valley" es, pues, usado por los autores de lengua inglesa sin compromiso en relación con el modo de origen, si bien el término de fosa tectónica podría tener una aceptación más vasta" (A. HOLMES 1952, p. 429-432)

En cuanto a dimensiones de los grabens se han adquirido últimamente algunos datos de muchísimo interés. Ya hemos visto, cuando tratamos de nuestro Graben, que el ancho de las grandes fosas tectónicas oscila entre 30 y 60 kms aproximadamente, ancho sumamente reducido si se le considera en relación con su profundidad y su longitud. Actualmente se tienen datos muy precisos acerca de la profundidad y a veces también muy precisos. Según H. ILLIES (1970), la Fosa del Rhin, tiene una profundidad de 30.6 km., es decir llega hasta la discontinuidad de Mohorovicic, límite entre la Corteza y el Manto. Esto se puede generalizar para todos los grabens.

En cuanto a la longitud hay que tener en cuenta las grandes alineaciones de grabens que se conocen actualmente.

El Graben del Rhin no es sino la parte más conocida de una gran cadena, que en su parte septentrional fue llamada por STILLE Zona Mjõsa-Mediterráneo pero que es de mayores proporciones, pues, atravesando por Córcega y Cerdeña, entra al Africa por Libia y en el Tibesti, revienta en una línea de volcanes; más al S solo los medios geofísicos han podido destacar las condiciones subcrustales de graben sin que éste llegue a salir a la superficie. De modo que esta cadena va desde Mjõsa (en Noruega, al NNE de Oslo) hasta el Centro de Africa con una longitud de unos 4 500 km.

Más al E ( a unos 1700 km) se encuentra otra alineación, que partiendo del Valle de Celesiria, entre el Líbano y el Antilíbano, va por el Jordán y el Mar Muerto y

se hunde en el Océano por el Golfo de Aqaba; hacia el sur del Sinaí se reúne con el Graben de Suez para virar algo hacia el SE y tomar dimensiones oceánicas en el Mar Rojo; luego, a la altura de Yibutí, reuniéndose con la Fosa de Adén, que viene paralela a la costa SE de Arabia, continúa en la misma dirección NNE-SSW del Golfo de Aqaba y prosigue por la cadena de lagos del E de Africa hasta el Tanganika, reuniéndose luego con el Graben Oriental de Africa, que desciende desde Etiopía hasta la desembocadura del Zambeza y completa así un recorrido de más de 6500 km.

Según la mentalidad de GERTH (1955) expresada en su Mapa y en el texto cuando al hablar de Geología Histórica dice que "la edad de constitución de las diversas partes del gran Graben longitudinal aparentemente fue muy diversa" (p. 229) existiría una cadena de Grabens a todo lo largo del flanco W de la América del Sur con una longitud no inferior a los 7 000 kms y por lo tanto superior a la de la serie de fosas del E Africano.

Y esto sería aún poca cosa en comparación con la enormidad de longitud que tiene el Graben de la Cordillera Mesoatlántica. A este respecto escribe DE SITTER (1964) p. 133:

"De lo concerniente a la Cordillera Mesoatlántica sabemos poco todavía, excepto que en el centro de su cresta existe un Graben, de 5 a 10 millas de ancho (Hill, 1960)".

ILLIES (1970) no oculta su admiración ante el hecho de que esta Cordillera y este larguísimo Graben sigan exactamente la línea mediana entre el Antiguo y el Nuevo Continente, aún a pesar de los desplazamientos debidos a la deriva Continental. Este Graben Mesoatlántico tendría una longitud de más de 20.000 km para un ancho de menos de 20 km. [1]

## TAFROGÉNESIS

Con respecto al origen de las Fosas Tectónicas, HOLMES, 1952, p 437 escribe:

"Hace más de un siglo que el valle o fosa tectónica del Rin fue comparado con la clave caída de un arco de piedra. De este modo surgió la hipótesis tradicional de la tensión, de acuerdo con la cual un largo bloque, en forma de cuña, adelgazado hacia abajo, se hundió entre fallas normales limítrofes en cuanto los bloques laterales se rompieron por tracción. La comparación es engañosa, sin embargo, a causa de que la piedra de clave tiene un espacio vacío en el cual cae hasta que los lados inclinados hacia adentro hallen de nuevo un apoyo lateral." Fig 8.

Existe otra hipótesis propuesta por RUVENZORI y por BAILEY WILLIS según la cual las fosas tectónicas se producen por compresión profundamente arraigada. Las fallas limítrofes se consideran entonces como un levantamiento escarpado y los bloques fracturados como cuñas (que se ensanchan con la profundidad) que se ven obligadas a descender por la presión de los bloques laterales al levantarse. Lo que no era de esperar es que las fallas inversas fuesen generalmente visibles. Como los bloques de la meseta cabalغان formando un ángulo elevado con el plano de falla, su borde delantero quedará necesariamente sin apoyo. Largas fajas de los dos lados que sobresalen horizontalmente, se vienen

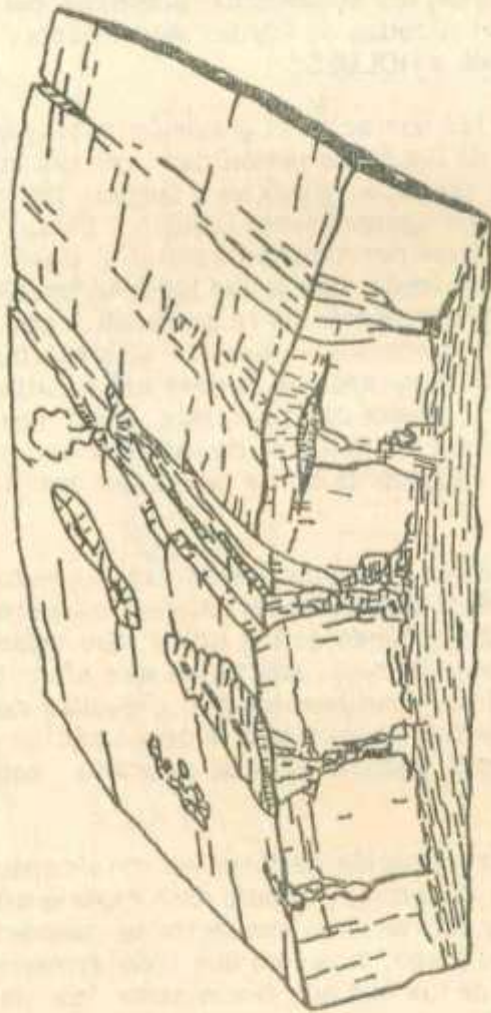


FIGURA 8  
HUNDIMIENTO POR GRAVEDAD Y DISTENSION  
(Esquema de H. Cloos)

abajo, y las paredes visibles tienen entonces la apariencia de fallas normales, con frecuencia dispuestas en peldaños sucesivos. En algunos lugares, donde los torrentes cortan transversalmente los escarpes de falla en ángulo recto, las fallas inversas auxiliares han sido observadas debajo del borde de la meseta. Esta observación no es concluyente, sin embargo, ya que estos corrimientos pueden haberse efectuado mucho antes de que se formaran las fosas tectónicas. Una prueba más convincente de la operación de compresión nos la proporciona el plegamiento de los sedimentos en el fondo de la fosa tectónica del "Lago Alberto" (pp. 437-438). (véase Figura 9).

Este parece que es exactamente el caso de las Cuencas del Cauca y del Patía: en el fondo de la zona hundida, los sedimentos plásticos del Terciario se pliegan en sinclinatorio y los cratonizados de edades más remotas se resquebrajan en dovelas. Seguimos citando a HOLMES:

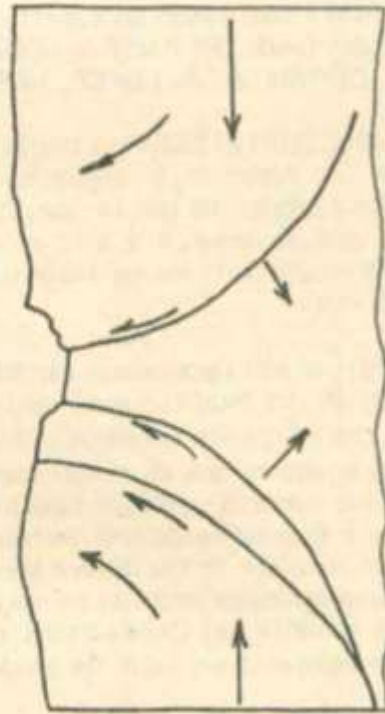
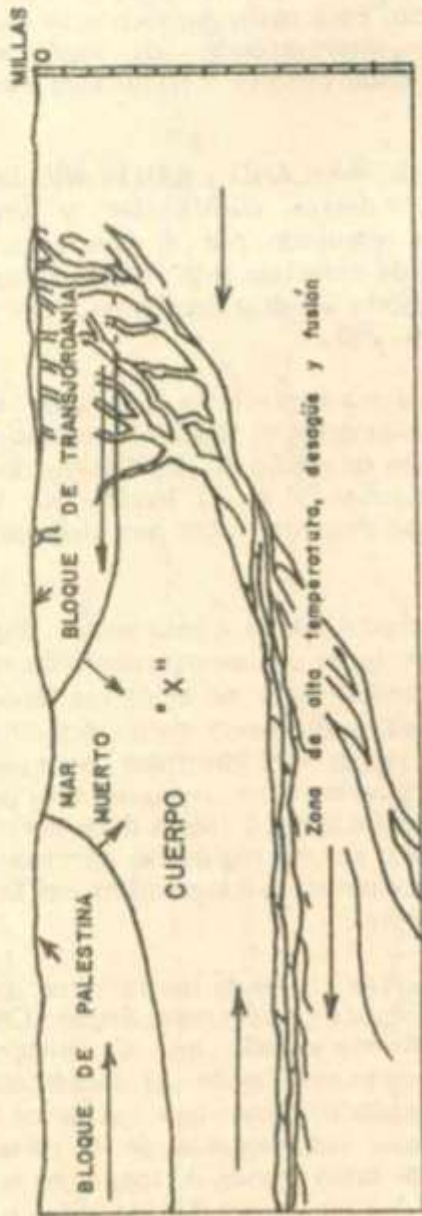
« Los resultados de las operaciones gravimétricas...han arrojado nueva luz sobre el origen de las fosas tectónicas: en las fosas tectónicas de los Lagos Alberto y Tanganika, Ruckwa y Magadi, los valores observados de la gravedad son anormalmente bajos: Estas fosas tectónicas deben de ser deficitarias por exceso de material ligero. Este importante descubrimiento da a entender que si los bloques fracturados estuviesen libres de moverse bajo la acción de la gravedad como ocurriría si las fallas limítrofes fuesen normales aquellos se elevarían. Se deduce de esto que los bloques fracturados no pueden haber caído por efecto de la gravedad, a modo de la piedra de clave. Más bien han debido de ser oprimidos o forzados por los bloques de las mesetas situadas a ambos lados, en cuyo caso la compresión ha tenido que ser lateral. » (pp. 438-439).

« El problema del origen de las fosas tectónicas, sin embargo, aún no está completamente resuelto. Muchos observadores competentes han establecido positivamente que algunas de las fallas que aparecen más claramente cortadas por escarpados...son fallas normales a una escala demasiado grande para ser hundimientos por gravedad concomitantes con corrimientos subyacentes. En cuanto a la participación que tiene la actividad volcánica se está todavía lejos de aplicarla satisfactoriamente. » (p. 449).

« Según H. CLOOS, la formación de fosas es consecuencia de un estiramiento y desgarre de la corteza, cuando ésta experimenta un abombamiento convexo. Este estiramiento encuentra su compensación, controlada, en la formación de fosas, supuesto que consideremos un espesor de la corteza del orden de los que nos suministran los datos geofísicos. » (K. METZ, 1963, p. 229).

V. BELOUSOV, (1968), es más o menos de la misma opinión pero para él, el sitio indicado para el hundimiento de las fosas tectónicas son las inmensas cúpulas pandas, especie de domos aplanados de grandes dimensiones, que él llama las "anticlísas" y que algunos autores conocen con el nombre de "geotumores".

En cuanto al Graben Cauca-Patía precisamente P. SHCAUFELBERGER, 1944, opina que éste tuvo lugar en medio del "tumor" o "geotumor" en que anteriormente



TEORIA DEL "ARIETE" (Compresión)

FIGURA 9

estaban reunidas las cordilleras Central y Occidental.

H. ILLIES, 1970, aporta nuevo entusiasmo a esta teoría del abombamiento, pero precisando que éste se debe a la formación de un lacolito de magma que, introduciéndose entre la corteza y el manto, precisamente a la profundidad de la discontinuidad de Mohorovicic, vendría a constituir un cojín fluido. Bien puede llamarse la suya la teoría del cojín magnético. Este cojín produciría la formación del abombamiento que se necesita para que, interviniendo de algún modo la distensión, se produzcan los grabens cuyo fondo vendría a flotar sobre ese magma más o menos fluido.

Una modificación a la teoría compresional de WAYLAND y BAILEY WILLIS, sería la de H. STILLE y otros autores, basada en la deriva continental y según la cual el Continente Suramericano está siendo empujado por el escudo guayanes hacia el W y está cabalgando en superficie de cizallamiento sobre un supuesto bloque rígido del fondo del Pacífico. Esta teoría vendría confirmada por la Sismología L. G. DURAN & A. LOPEZ, 1968, p. 280.

Según H. CIZANCOURT, 1933, esta teoría pudiera explicar la partición en bloques del W de Sur América, y, según sus esquemas, el Graben Interandino podría ser una fosa producida por la compresión en medio de dos fallas de igual buzamiento, la una, inversa, al E y la otra, normal, al W. El fondo del Graben sería una dovela retardada en su ascenso con respecto a los dos bloques marginales, más activos.

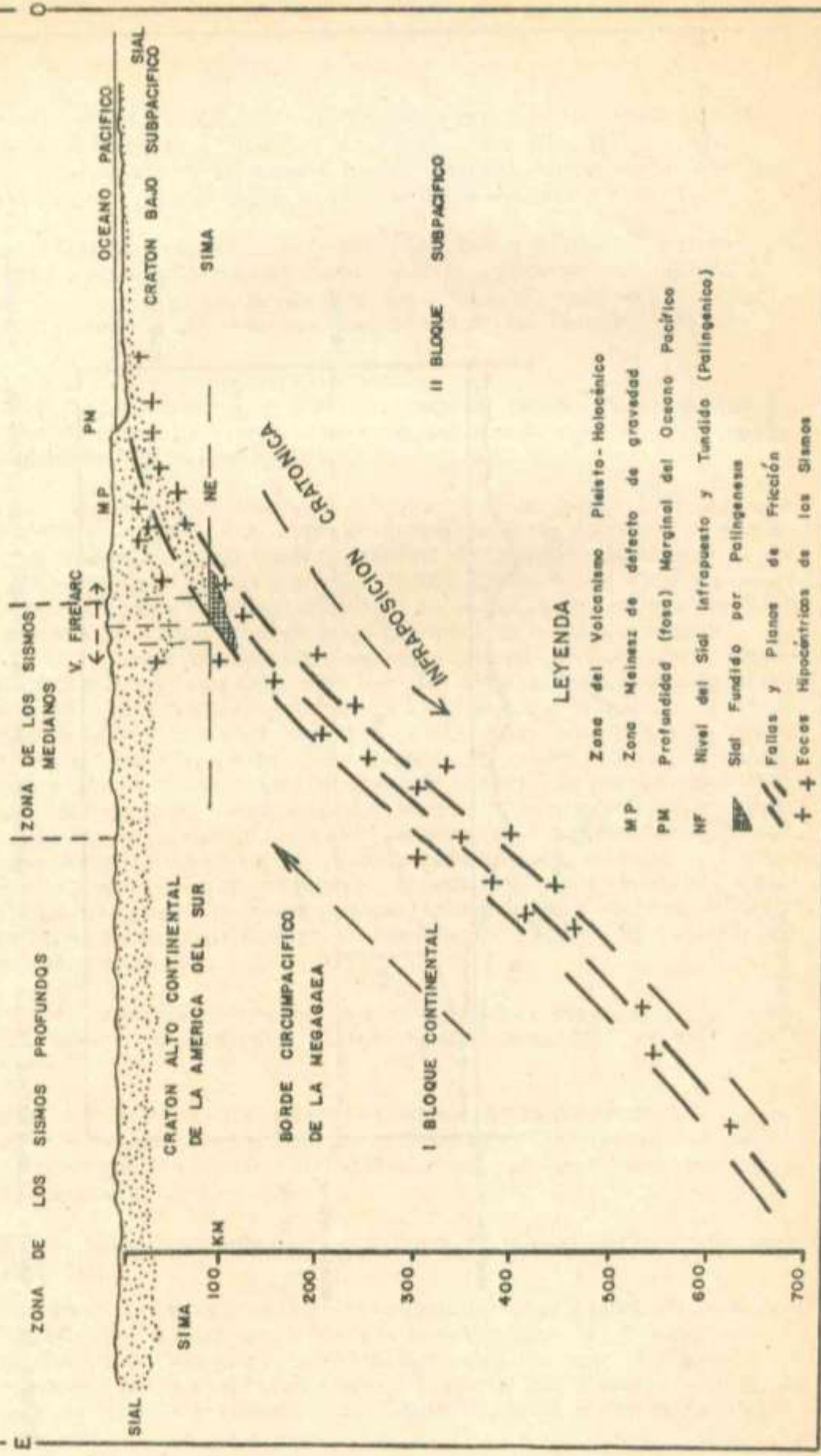
H. ILLIES, (1970), añade igualmente muchas modalidades a esta teoría. Según él, en los alrededores del Pacífico está teniendo lugar un inmergimiento de materia por debajo de los márgenes continentales, produciendo en ellos los fenómenos de orogénesis, mientras que en sitios remotos, pudiéramos decir, diametralmente opuestos, esta materia vuelve a remontar (en el Anti Pacífico) para producir la tafrogénesis o formación de los Grabens. Una de esas regiones Anti pacíficas sería especialmente la Cordillera Mesoatlántica. La teoría debe ser muy verídica y bien fundamentada pero no se ve como en una región tan cercana al Pacífico, como es el valle del Cauca-Patía o la depresión Interandina del Ecuador, se produzca tafrogénesis en lugar de orogénesis.

“L. KOBER intenta conciliar ambas teorías limando los factores contrastantes mediante su acoplamiento en épocas sucesivas. Según KOBER, al empuje compresivo en la teoría del Ariete sucede en el tiempo una apertura de grietas (teoría de los desgarres). Frente al estilo tectónico sajónico, que hemos aprendido a considerar como una tectónica tendida caracterizante de la supraestructura sedimentaria de la corteza, el poderoso fraccionamiento en fallas de tales zonas de fosas, no solo representa por su categoría de escala una manifestación de orden muy superior, sino también por su alcance en profundidad.”

“Su origen debe, por consiguiente, estar mucho más cerca del de los grandes cambios tectónicos de los ámbitos continentales y hay que buscarlo directamente en sus basamentos. Así, encontramos motivos, especialmente en el caso de la Fosa del Rin, para relacionar los modernos desplomes de fosas, de orden lineal y profundo alcance, que atraviesan el continente y que designamos como alineación (Ligneament) y a tales elementos como lineares.”

FIGURA 10

PALINGENESIS DEL SIAL POR INFRAPOSICION CRATONICA  
(Según H. Stille)



LEYENDA

- MP Zona del Volcanismo Pleistoceno - Holoceno
- PM Zona de Meinez de defecto de gravedad
- NF Profundidad (fosa) Marginal del Oceano Pacifico
- ▨ Nivel del Sial Infrapuesto y Tundido (Palingenico)
- ▨ Sial Fundido por Palingenesis
- ▨ Fallas y Planos de Fricción
- + + Focos Hipocéntricos de los Sismos



INFRAPOSICION CRATONICA (Según Durán y López)

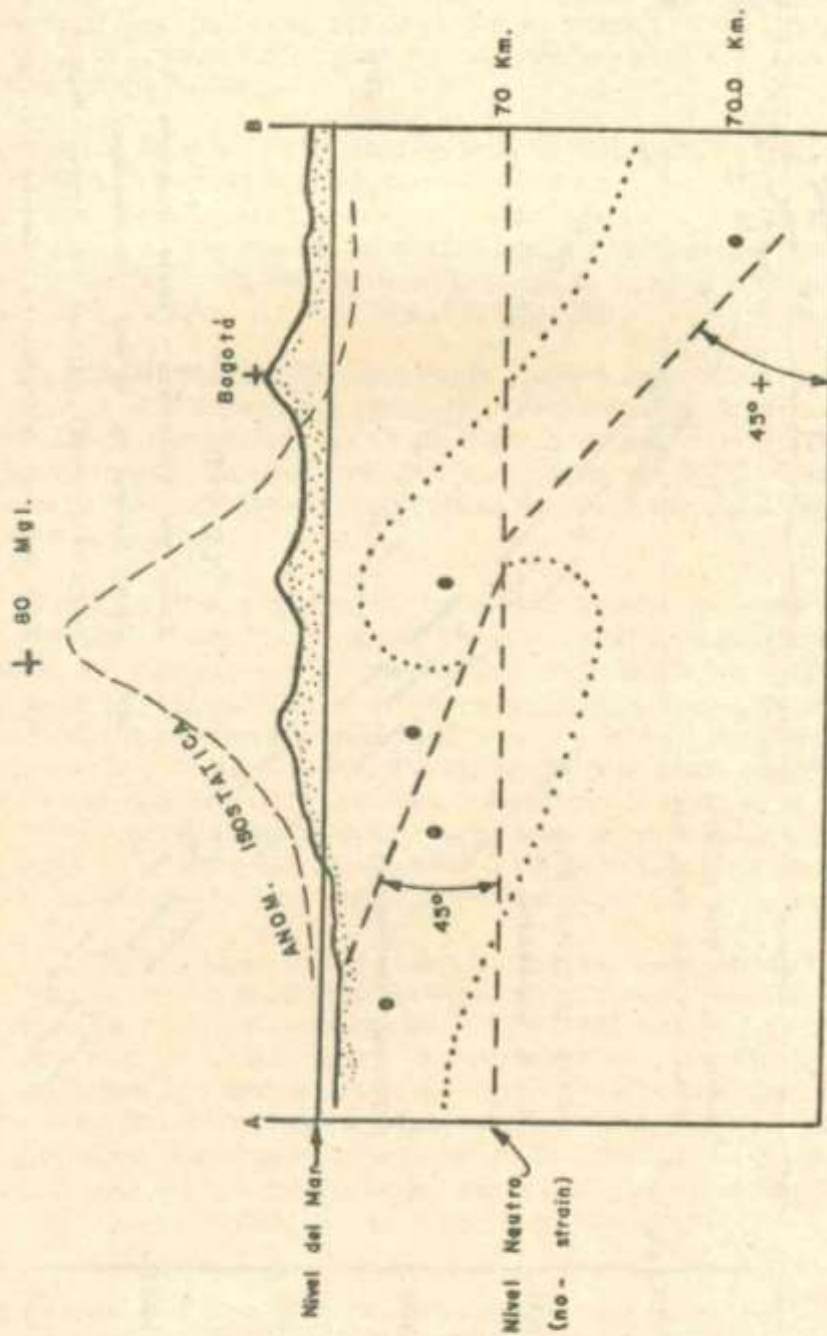


FIGURA 11. SECCION ESQUEMATICA A - B, CON INDICACION DE LA ESTRUCTURA PROFUNDA SUGERIDA LA ANOMALLA ISOSTATICA Y LOS FOCOS SISMICOS (CIRCULOS NEGROS).

"Si avanzamos con H. CLOOS hasta una categoría de superior orden de escalas que la de la fosa del Rhin, llegamos al estudio de la zona Mjosa Mediterráneo de H. STILLE, una zona linear europea, que se extiende desde Noruega a través de la Fosa de Oslo y por la región de la Fosa del Rhin hasta el Ródano."

"H. CLOOS (1948), ha establecido la relación ideológica existente entre este elemento linear europeo y la zona de fractura arábigo-núbica-africano oriental, llegando así al concepto global de una geofractura "euro-africana", faja de fractura de categoría planetaria que atraviesa la mitad occidental (antipacífica) de la tierra."

"Diferentemente constituidas pero igualmente amplias se nos manifiestan las zonas marginales, eminentemente activas desde un punto de vista tectónico, que se extiende alrededor del Océano Pacífico.

"Las regiones de fosas antes descritas encajan, dentro del estudio practicado, como la moderna manifestación con criterios de tiempo, de zonas de cicatrices muy antiguas, pero activables tectónicamente hasta en los tiempos más modernos. . . . . Tales zonas de la corteza y otras parecidas, predominantemente constituidas por elementos lineares, son denominadas por H. STILLE "zonas lineares" (linealmente). Representan vías o zonas de vieja debilidad de la corteza terrestre. . . . . Según SANDER los elementos lineares, se manifiestan, sobre todo, mediante sistemas de grietas pero hay que establecer distinción entre dos sistemas diferentes de fracturación de la corteza, tanto por lo que se refiere al orden de dimensiones como a su modalidad de actuación. Sonder tipifica, por un lado, aquello que como consecuencia de su época de origen son difícilmente determinables y que sin embargo dominan la faz de la tierra. Se los denomina lineares porque, como características tectónicas de gran escala, se refieren a grandes ámbitos. De ellos se diferencia otros sistemas de grietas que dependen meramente de fenómenos de tectónica local, presentan mucho menor extensión y dispersión y muestran en su mayor parte relación de dependencia con respecto a auténticas lineares. Las grietas de moderno origen, formadas cerca de la superficie, se interpretan como formas superficiales de reacción con respecto a las lineares de profundo asiento tectónico.

"Los contornos continentales también parecen referibles, entre otros, a tales elementos lineares, principalmente a los de dirección NW y NE" (K. METZ, 1963 pp. 230-235).

Basándonos en lo anterior y teniendo a la vista los mapas del fondo de los océanos elaborados y publicados por la National Geographic Society, nos atrevemos a proponer como grandes "lineares" relacionadas con nuestro Graben Interandino Colombo Ecuatoriano, las siguientes:

La posible continuación de éste hasta el extremo meridional de Chile, propuesta por GERTH (1955).

El sistema de fallas orientales de la Cordillera del Ecuador dibujado por SAUER, 1957, y continuando hacia el N en Colombia al W del Putumayo (CUCALON & CAMACHO, 1966) y luego punteado por la alineación de volcanes Doña Juana-Puracé-Huila-Tolima y Ruiz proseguido en Antioquia por la Falla de Palestina (T. FEININGER, 1970) y que muy probable-

mente se prosigue al N de Colombia por la Falla de Chimichagua y de más fracturas orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta (véase el mapa Geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta Colombia, elaborado y publicado por Ingeominas 1969).

Esta misma linear se prosigue al S del Ecuador, pero en este momento casi no tenemos acerca de ella más documentación que los esquemas traídos por CHILDS & WARREN BEEBE (1963).

La fosa del talud continental del Sur y Centro América que viene delineando el litoral desde el extremo meridional de Chile hasta el Golfo de California.

Ahora tenemos una linear, transversal a las anteriores, ecuatorial, que principiando hacia la longitud 125 grados W, viene casi por el Ecuador terrestre, paralela a la fractura de los Galápagos, pasa al S de estas islas y de la Cordillera de Carnegie, penetra en nuestro Graben por el Golfo de Guayaquil, parte los Andes (1) para continuarse por la línea recta del curso del Amazonas, sigue casi paralela a la costa N del Brasil, se prolonga por la zona de Fractura Romanche a través del Atlántico delinea en Africa la Costa de Marfil penetra en el Continente Negro siguiendo contra el curso E W de los afluentes del Alto Congo y va a ponerse en relación con la zona de fosas de los Grandes Lagos Africanos, y quizá, de algún modo, también con la zona Mjosa-Rhin-Mediterráneo-Córcega-Cerdeña-Libia-Tibesti-Centro de Africa.

### CONCLUSIONES

La Depresión Cauca-Patía, en Colombia, lo mismo que el Corredor Interandino, en el Ecuador, tiene estructura de Graben.

Aunque el terreno es difícil y la documentación no muy abundante, se está en condiciones de afirmar que una y otra de las anteriores regiones no constituyen sino un solo Graben.

Teniendo en cuenta toda la documentación disponible, es muy probable que el Graben, a la latitud de Cuenca, se inflexione hacia el oeste para abrirse en forma de trompeta en el Golfo de Guayaquil.

Este Graben, que aún está en etapa de reajustes estructurales, comenzó a delinearse, según su modelado, desde el Cenozoico inferior; sin embargo las grandes líneas de su estructura son muy anteriores.

Los bloques marginales, entre los que se hundió la Fosa, son relativamente muy antiguos, Cretáceos o anteriores, posiblemente en parte Paleozoicos.

La cobertera del Graben, plegada en forma de sinclinorio, está constituida por sedimentos plásticos Cenozoicos.

Este Graben viene acompañado por grandes manifestaciones de volca-

nismo; se ve tan estrecha la relación entre fracturas y volcanes que se puede afirmar que todo el volcanismo del Occidente de Colombia y del Ecuador está en íntima conexión con los procesos tafrogenéticos.

Este Graben está relacionado con inmensas fracturas de la corteza terrestre, que corren sea en dirección N-S, sea en dirección W-E.

*(Originales recibidos en noviembre de 1976)*

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, J. L. 1945. Petroleum Geology of Colombia South América. *Bul. Am. Ass. Petrol. Geol.* vol. 29, pp. 1065-1142.
- ANDES (Cordillera de los), *Enciclopedia Salvat Ciencia y Tecnología*, artículo Unidades Tectónicas de Q er orden (J. M. F. A. J. E), pp. 369-377. Salvat, Barcelona-Madrid, 1964, Tomo 14.
- ANDES (Cordillera de los), *Monitor Enciclopedia Salvat para todos*, fascículo 14. Artículo Andes, pp. 323-325. Salvat, Sociedad de Ediciones, Pamplona (España), 1969.
- ARANGO CANO, J. 1956. *Geografía Física y Económica de Colombia*. 2a. edición revisada y ampliada Editorial Minerva Ltda.
- BARRERO, L. D., ALVAREZ AJ KASSEM, B. T. 1969. Actividad ígnea y tectónica en la Cordillera Central durante el Meso Cenozoico Ingeominas Informe No 1552 Publicado en el *Boletín Geológico* Vol XVII 1 Pl (Mapa) 4 Tablas pp 145 173
- BELOUSSOV, V. V. 1962. Basic problems in Geotectonics International series in the Earth Sciences McGraw-Hill Book Company Inc. 809 pp. 1 mapa en colores (mapa tectónico de la tierra).
- BELOUSSOV, V. V. 1963. Esbozo de la tectónica de los Andes Traducción del Boletín de la Sociedad Moscovita de Ciencias Naturales Sección Geológica (No 2 1963) Publicado en *Geología Colombiana No. 4*, (1967).
- BELOUSSOV, V. V. 1968. Structural Geology Translated from the russian by A. Gurevich Mir Publishers Moscu.
- BOTERO ARANGO, G. 1963. Contribución al conocimiento de la Geología de la zona central de Antioquia *Anales de la Facultad de Minas*. No. 57, Medellín pp. 103 un mapa en colores en dos planchas.
- BURGL, H. 1961. Historia Geológica de Colombia *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, Vol. XI No. 43 1961 pp. 137-192 41 figs un mapa en colores tres cortes geológicos en colores.
- CIZANCOURT, Henri de 1933. Tectonic structure of Northern Andes in Colombia and Venezuela *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.* V 17, (1933), pp. 211-228.
- CUCALON, H. I. & CAMACHO 4 1966. Compilación Geológica de la Cuenca del Putumayo Ingeominas Informe No. 1502.
- CUCALON, H. I. 1969. El Valle del Cauca (para la C.V.C) Ingeominas Informe No. 1544 (1969) Acompañado de un mapa en cinco planchas.
- CHILDS, O. E. & BEEBE, B. W. 1963. Backbone of the Americas Tectonic History from pole to pole a symposium Edited by Orlo E Childs and B Warren Beebe Publicado por The Am. Ass. of Petrol Geol Tulsa Oklahoma USA, 1963.

- DEBELMAS, J. & TROTTEREAU, G. 1964. Essai sur les grands traits structuraux et l'évolution des Andes du Pérou *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique* 2e série V VI fasc IV Oct Dic 1964 pp 259-288 Traducido al castellano y publicado en el Boletín de la Sociedad Geológica del Perú Tomo 40 Lima 1967, pp. 5-24.
- DURAN, L. G. & LOPEZ, REINA, A. 1968. Ensayo de interpretación tectonofísica para Colombia Versión modificada del trabajo presentado al I Congreso Latinoamericano de Física Ciudad de México VII 1968 *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* V. 13, 1968, No. 50, Bogotá, pp. 279-283.
- EARDLEY, A. J. 1954. Tectonic relations of North and South America *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.* V 38 No 5 pp 707-773
- FEININGER, T. 1970. Palestina Fault Colombia *Geol. Soc. of Am. Bull.* V. 81, No. 4 1970, pp. 1201-1216.
- FORERO DE FORERO, A. y ARCINIEGAS DUQUE, M. Conozcamos a Colombia *Geografía Física y Económica* texto para 4o. año de Bachillerato Edit Bedout Medellín.
- FOURMARIER, P. 1950. *Principes de Géologie* 3a. edit revue et completee Masson Paris.
- GANSSER, A. 1950. Geological and Petrographical notes on Gorgona Island in relation to North Western S. America *Bull. Suisse de Min. et Petrol.* V. 30, pp. 218-242.
- GERTH, Profesor Dr. Heinrich. 1955. Der geologische Bau der Sudamerikanischen Kordillere *Gebrüder Borntraeger* Berlin Nikolasssee.
- GOHMANN, A. HUBESCH, A. D. HOOP X DEBLESSER, S. LAMBRECHT, L. Cauca Valley Coal Survey 1963. *L' Auxiliaire Technique et Comtable* Auteco Brussels 1963 Traducido al castellano y publicado por Ingeominas (Mateus R. Luis E) en el Informe No. 1473 (1964).
- GROSSE, E. 1926. El Terciario Carbonífero de Antioquia *Dietrich Reimer* (Ernst Vohson) Editores Berlin 361 pp 105 figs y 16 lám. en el texto anexo un mapa geológico en cuatro planchas con 17 cortes geológicos.
- GROSSE, E. 1934. Acerca de la Geología del Sur de Colombia Informe rendido al Ministerio de Industrias sobre un viaje por la Cuenca del Patía y el Departamento de Nariño *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo III, (1935), pp. 139-231 Figs 49-85 dos croquis en colores.
- HAMMEN, van der T 1960 Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continentales y Tectógenesis de los Andes Colombianos Servicio Geológico Nacional Informe No. 1279 (1960) *Boletín Geológico* V. VI. Nos. 1-3 (correspondiente a 1958) pp. 67-128.
- HILLS, E. S. 1967. *Elements of Structural Geology* John Wiley & Sons Inc. Sidney.
- HOFFSTETTER, R. 1956. *Léxique Stratigraphique International* V. V fasc. 5a. Ecuador Centre National de la Recherche Scientifique Paris.
- HOLMES, A. 1952. *Geología Física*. Traducción de la 8a. edición inglesa (1950) Ediciones Omega, Barcelona.
- HUBACH, E. 1957. Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia Servicio Geológico Nacional Informe No. 1212.
- HUBACH, E. & ALVARADO B 1932 a Estudios Geológicos en la ruta Popayán Bogotá Servicio Geológico Nacional Informe No. 213, 1932.

- HUBACH, E. & ALVARADO, B. 1932b. La Altíplanicie de Paletará (Departamento del Cauca) *Comp. Estud. Geol. of en Colombia* Tomo VI, 1945, pp. 39-59.
- HUBACH, E. & ALVARADO, B. 1934 Geología de los Departamentos de Valle y Cauca en especial del carbón Servicio Geológico Nacional *Informe No. 224*, 1934.
- IDDINGS, A. & OLSSON, A.A. 1928 Geology of Northwest Pem *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.* V. XII, pp. 1-39.
- ILLIES, H. 1970 Die grossen Graben Harmonische Strukturen in einer disharmonisch struirten Erdkruste *Geologischen Rundschau* Tomo 59 1970 Stuttgart pp. 528-552 (1970).
- IRVING, E. M. 1969 The structural evolution of Northernmost Andes Colombia [ Congreso Colombiano de Geología (1969) En prensa.
- JENKS, W.F. 1956. Handbook of South American Geology Perú *The Geological Society of America Memoir* 65, pp. 215-247.
- JULIVERT, M. 1968 *Léxique stratigraphique international* Vol. V, fasc. 4a. Colombia (primera parte) Centre National de la Recherche Scientifique París.
- KEGRER, W. 1935. Estudios Geológicos en Nariño y Alto Putumayo. *Boletín de Minas y Petróleos*. Nos. 73-74.
- KEIZER, J. 1954 a. Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental La Geología del flanco Oriental de la Cordillera Occidental en la región de San Antonio Municipio de Jamundí Valle del Cauca Servicio Geológico Nacional *Informe No. 1046*, (1954).
- KEIZER, J. NELSON, H. W. & Van der Hammen, T. 1955. inédito. In van der HAMMEN, T. 1960.
- KEIZER, J. & RAASVELDT, H. C. 1953 Estudio Geológico preliminar de los carbones de la región del río Timba Departamento del Valle 1953 Servicio Geológico Nacional *Informe No. 1052*.
- LAHEE, F. H. 1958 *Geología Práctica* Traducción de la quinta edición americana Ediciones Omega Barcelona.
- LEWIS, G. E. TSCHOPP, H. J. & MARKS, J. G. 1956. Handbook of South American Geology Ecuador, *The Geological Society of America*. *Memoir* 65, pp. 249-291.
- LIDDLE, R. A. & PALMER, K. V. W. 1941. The Geology and Paleontology of the Cuenca-Azogues-Biblian Region, Provinces of Canar and Azuay, Ecuador. *Bull. Amer. Paleontology*, vol. 26 (100), 1941.
- LLANOS, G. 1924. Carbones fósiles de Riosucio (Departamento de Caldas). *Anales de la Escuela Nacional de Minas, Medellín*, No. 41, 1937, pp. 1-50. Un mapa croquis en colores.
- MANJARRES, F. G. 1958. Calizas en el Departamento del Cauca. *Boletín Geológico* V. VI, Nos. 1-3, pp. 31-50, con cinco figuras. Servicio Geológico Nacional, Bogotá.
- MARKS, J. G. 1951. Mioceno Stratigraphy and Paleontology of South-Western Ecuador. *Bull. Am. Paleontology*, Vol. 33, No. 139, pp. 35-47, 1951.
- MATEUS, R. L. E. 1964. Estudio Geológico de las Formaciones Terciarias del Carbón en la Cuenca del Valle del Cauca. Traducción del inglés, de Cauca Valley Coal Survey, Auteco, Bruselas, 1963. *Ingeominas, Informe No. 1473*.

- METZ, K. 1963. *Manual de Geología Tectónica*. Omega, Barcelona, Traducido del alemán.
- MONEM, A.G. 1969. New evidences of transcurrent Movements in Red Sea Area and Petroleum implications. *Am. Ass. Petrole. Geol. Bull.* vol.53, No. 7, 1959, pp.1466 - 1479.
- NELSON, H. W. 1957. Contribution to the Geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali. *Leidse Geologische Mededeelingen*, No. 22, pp. 1-76.
- OLSSON, A. A. 1942. Some tectonic interpretations of the Geology of Northwestern South America. *Proceedings of the Eighth American Scientific Congress*. Vol. IV, pp. 401-416 Washington.
- OLSSON, A. A. 1956. *Handbook of South American Geology - Colombia*. The Geological Society of America, Memoir 85, pp. 293-326.
- OPPENHEIM, V. 1947. Structural Evolution of the South American Andes. *American Journal of Sciences* Vol. 245 pp. 158-174.
- OPPENHEIM, V. 1950. The Structure of Ecuador. *American Journal of Science*, vol. 248 No. 8, pp. 527-539, 1950.
- PAGNACCO, F. 1962. Studio minerogenetico delle miniere aurifere della regione di Marmato (Colombia). *Geología Colombiana*, No. 3, 1962, pp. 47-74.
- PETERSEN, B.U. 1958. Estructura y levantamiento de los Andes del Perú, Bolivia, Chile y partes adyacentes de la Argentina. Traducido del inglés por George Petersen G. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, tomo 33, Lima, 1958, pp. 145-240.
- RAASVELDT, H. C. & KEIZER, J. 1953. Estudio geológico preliminar de los carbones de la región del Río Timba. Servicio Geológico Nacional, Informe No.1052 1953.
- RADELLI, L. 1964. Contribution a la Geologie de l'Occident Andin Colombien dans les Departaments de Caldas et Antioquia. *Trav. du Lab. de Geologie. de la Faculte des Sciences de Grenoble*, Tomo 41, 1965 pp. 187-208.
- RADELLI, L. 1967. Géologie des Andes Colombiennes. *Trav. du Lab. de Geologie de la Faculté des Sciences de Grenoble*. Memoires, No.6.
- RAMIREZ, J. E. 1968. Los Volcanes de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol. XIII, 1968, No.50, pp. 227-235.
- RITTMANN, A. 1963. *Les Volcans et leur activité*. Masson et Cie. Paris (462 pp).
- SAMPER ORTEGA, D. 1938. *Nuestro lindo país colombiano*. Cuchilla del Tambo (pp 264-265). Librería Colombiana Camacho Roldán, Bogotá, 1938.
- SAUER, W. 1957. *El mapa Geológico del Ecuador*. Editorial Universitaria, Quito, Ecuador (70 pp. 2 mapas).
- SAUER, W. 1965. *Geología del Ecuador*. Editorial del Ministerio de Educación. Quito, 1965.
- SCHAUFELBERGER, P. 1944. *Apuntes geológicos y pedológicos de la Zona Cafetera de Colombia*, Tomo I, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Imprenta Oficial Manizales, 1944, (295 pp.).
- SCHEIBE, E. 1926 a. Informe sobre las minas de Supía y Marmato. Extracto del Informe rendido por los doctores Jesús Jiménez Jaramillo y E. A. Scheibe. *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo II, (1934), pp.301-306.

- SCHEIBE, E. 1926b. Las condiciones económicas de los yacimientos de carbón en el Departamento de Caldas. *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo II, (1934), pp. 307-323. Plano de la región estudiada.
- SCHEIBE, R. 1933. Geología del Sur de Antioquia. *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia* Tomo I, pp. 99-167. Un mapa.
- SCHOLL, D. W. CHRISTENSEN, M. N. von HUENER, R. & MARLOW, M. S. 1970 Perú-Chile Trench Sediments and Sea-Floor Spreading. *Geological Society of America Bull* Vol. 81, No. 5, 1970 pp. 1334-1360.
- DE SITTER, L. U. 1962. Geología estructural. Traducción de la primera edición inglesa Ediciones Omega, Barcelona.
- DE SITTER, L. U. 1964. *Structural Geology*, Second Edition Mc Graw-Hill Book Company.
- STEINMANN, G. 1929. *Geologie von Peru*. Carl Winters Universitaetsbuchhandlung, Heidelberg.
- STEINMANN, G. 1930. *Geología del Perú* (en castellano) Carl Winters Universitaetsbuchhandlung Heildeberg.
- STILLE, H. 1907. Geologische Studien in Gebiete des Río Magdalena v. Koennen *Festschrift*. Stuttgart. Estudios Geológicos en la Región del Río Magdalena, Traducción por Jaime Bonilla Plata, Bogotá, 1928. Imprenta Nacional. Idem, revisado por Julio Mier Restrepo. *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo IV, 1928, pp. 125-182, 8, figs. I Plancha.
- STUTZER, O. 1934a. Observaciones Geológicas durante una travesía por la Cordillera Central de Colombia. *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo II, pp. 17-38 figs. 7-11, Mapa de la Cordillera Central en la zona recorrida.
- STUTZER, O. 1934b. Acerca de la Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buenaventura. *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo II, pp. 39-52, figs. 12-20.
- STUTZER, O. 1934c. Contribución a la Geología del Foso Cauca-Patía *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo II, pp. 69-140, figs. 23-37, Plano de la situación del Foso Cauca-Patía entre Popayán y Pasto (figs 35).
- TAZIEFF, H. 1968. Relations tectoniques entre l'Afar et la Mer Rouge. *Bull. Soc. Geol. de France* (7), X, 1968, pp. 468-477.
- TORRES, J. 1955. Informe geológico sobre los deslizamientos en Pueblo Rico, Departamento de Antioquia, 1955. Servicio Geológico Nacional, informe 1111.
- TRAVIS, R. B. 1953. La Brea-Pariñas Oil Field, Northwestern Perú. *Bull. of the Am. Ass. of Petrol. Geol.* Vol. 37, No. 9, (1953), pp. 2093-2118, 9 figs.
- WOLF, T. 1892. *Geografía y Geología del Ecuador* Tipografía de F. A. Brockhaus. Leipzig 672 pp. Láminas Ilustraciones. 1 Mapa Geológico en colores. 1 Mapa de Vegetación.
- NOTA: Este libro se encuentra condensado en la Enciclopedia Espasa, artículo Ecuador.