

**TECTONICA DE FRACTURAS EN EL SUROESTE  
DE COLOMBIA**

Este trabajo es el resultado de una investigación realizada por el autor en la que se analizó la tectónica de fracturas en el suroeste de Colombia. Se describen los principales tipos de fracturas y se discuten sus implicaciones geológicas. Se presentan resultados de campo y se realizan interpretaciones geológicas basadas en la observación de los datos obtenidos.

TODA AUTORA  
CARLOS E. ACOSTA A.<sup>1</sup>

Este trabajo es el resultado de una investigación realizada por el autor en la que se analizó la tectónica de fracturas en el suroeste de Colombia. Se describen los principales tipos de fracturas y se discuten sus implicaciones geológicas. Se presentan resultados de campo y se realizan interpretaciones geológicas basadas en la observación de los datos obtenidos.

**CONTENIDO**

	<u>Página</u>
<b>RESUMEN</b>	136
<b>ABSTRACT</b>	136
a) La Cordillera de la Costa	138
b) La Cordillera Occidental	138
c) La Cordillera Central	139
d) La Cordillera Oriental	139
El Graben Interandino Colombo-Ecuatoriano	141
El Valle del Magdalena	142
TECTOGENESIS	146
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	146

<sup>1)</sup> Departamento de Geociencias, Universidad Nacional, Bogotá - Colombia.

Este trabajo es el resultado de una investigación realizada por el autor en la que se analizó la tectónica de fracturas en el suroeste de Colombia. Se describen los principales tipos de fracturas y se discuten sus implicaciones geológicas. Se presentan resultados de campo y se realizan interpretaciones geológicas basadas en la observación de los datos obtenidos.

## RESUMEN

*En algún tiempo se pudo pensar que en la tectónica de los Andes de Colombia tenían muchísima importancia los pliegues y muy poca las fallas y, en gran escala, las fracturas mayores. Actualmente se puede afirmar que son estas precisamente las que tienen la importancia esencial sobre todo en lo concerniente al SW.*

*Esta región está constituida por una serie de grabens y horsts dirigidos SW-NE y por algunos horsts transversales. Los primeros, numerados de Occidente a Oriente, son los siguientes: Horst de la Cordillera de la Costa, Graben del Atrato-Pacífico, Horst de la Cordillera Occidental, Graben Interandino Cauca-Patía, Horst de la Cordillera Central, Graben del Magdalena, Horst de la Cordillera Oriental y, finalmente, depresión de los Llanos Orientales. Los horst transversales son, en el Sur, el Nudo de los Pastos, el denominado "Dintel de Santa Rosa", la "Cuchilla del Tambo" y el "Dintel de Suárez" y, más al Norte, el Horst de Marmato.*

## ABSTRACT

*There was a time when you could have thought that in the tectonics of the Colombian Andes the folds had the greatest importance, and the faults and, on a grand scale, the greatest fissures, very little. Actually it can be said that the faults have the essential importance, above all in what concerns the Southwest.*

*This region is made up of a series of grabens and horsts, directed Southwest to Northeast, and by some transversal horsts. The first, numbered from West to East, are the following: Horst of the Coastal Cordillera, Graben of Atrato-Pacific, Horst of the Western Cordillera, Inter-Andean Graben Cauca-Patía, Horst of the Central Cordillera, Graben of the Magdalena, Horst of the Eastern Cordillera and, finally, the Depression of the Eastern Llanos. The transversal horsts are: In the South, the Knot of the Pastos, the "Dintel de Santa Rosa", the "Cuchilla del Tambo", the "Dintel de Suárez" and, more to the North, the Horst of Marmato.*

Las ideas acerca de la verdadera constitución geológica de los Andes en Colombia se ha ido abriendo camino de una manera paulatina y, se podría decir, vacilante a través de múltiples opiniones divergentes y hasta contradictorias.

Una de las principales discusiones en este punto ha sido acerca de la importancia que en la constitución de nuestras cordilleras hayan tenido los pliegues y las fallas.

Como pionero genial en esta cuestión tenemos a H. Stille, quien desde principios del siglo se dio cuenta de que las principales hoyas hidrográficas del país estaban constituidas por fosas tectónicas, notablemente de las Magdalena y del Cauca.

Su opinión fue el punto de partida de innumerables discusiones que se prolongan hasta el presente día y que han servido para exponer las más diversas teorías acerca de la constitución de nuestras montañas.

Como resultado de sus trabajos efectuados en Antioquia durante el año de 1919, escribe el doctor Roberto Scheibe (pp. 164-165): "... con dirección norte-sur, desviada en partes al este o al oeste, se formaron pliegues amplios en las regiones de Sopetrán, de Fredonia, de

Venecia y más al sur, y estrechos en la región comprendida entre Amagá y San Jerónimo, de tal suerte que, mientras entre Sopetrán y el Río Cauca y entre Támesis y el Río Poblano no hay sino una artesa ancha, entre Angelópolis, Amagá y el Río Cauca existen cinco, generalmente estrechas y comprimidas. . . Por lo general no se trata de pliegues y artesas en el sentido exacto. Unas han sido transformadas ya durante su formación, sea parcialmente, sea en su totalidad, por dislocaciones (fallas) y más bien representan ahora zanjas geológicas (Gräben), fajas hundidas al lado de los conjuntos tectónicos colindantes que representan dorsos geológicos (Horstes)".

En 1926 Otto Stutzer, en su artículo "Contribución a la Geología del Foso Cauca-Patía", escribe (p. 69): "A fines de 1925 emprendí un viaje de cuatro meses por el suroeste de Colombia. El viaje me condujo al valle del curso alto del Cauca y del Patía. El gran hundimiento de fosos, que había previsto Stille, se ha podido comprobar en este estudio. Tuve ocasión de recorrer este foso desde Cartago hasta la región de Pasto".

E. Grosse, en el mismo año de 1926, anota (p. 342): "Las cuencas largas ocupadas por. . . (el Terciario Carbonífero de Antioquia) no son fosas tectónicas, sino que están limitadas al este, o también en ambos lados, por sobreescrurimientos, siendo una de estas cuencas de sobreescrurimientos también el valle del Cauca-en el sentido más amplio de la palabra-desde la desembocadura del Río San Juan para abajo".

El mismo Emil Grosse, después de estudiar las cuencas del Cauca superior y del Patía en 1930 escribe (1934, pp. 229-230): "Las condiciones geológicas de la cuenca del Patía son muy semejantes a las del valle del Cauca en la parte sur-occidental de Antioquia. Ambas depresiones están ocupadas principalmente por el Terciario y limitadas al este por una dislocación considerable que tiene carácter de sobreescrurimiento. . . El límite occidental del valle del Cauca no ha sido estudiado pero por algunas observaciones aisladas, parece que también es, en trechos, una dislocación".- La cuenca del curso superior del Cauca "es la continuación geológica y orográfica de la del Patía, y Stutzer la considera como foso (Graben). Sin duda la exploración futura más detenida de sus bordes comprobará que su carácter tectónico es idéntico al de la cuenca patiana y del valle del Cauca en Antioquia, es decir, que es un gran sinclinal Terciario sobreescrurrido principalmente desde el este y parcialmente también desde el oeste. Pricisamente Stutzer encontró en este último lado pruebas en pro del sobreescrurimiento".

Henry de Cizancourt en 1933 debía conocer este trabajo cuando escribió (p. 216). "La Cordillera Occidental se distingue de la Central solamente por un desarrollo mayor de las rocas ígneas mesozoicas; la una se encuentra separada de la otra por el valle del Cauca. De acuerdo con investigaciones recientes de Stutzer y Grosse, no se puede dudar acerca del hecho de que el Valle del Cauca es un valle hundido entre fallas inversas. Una serie de fallas lo corta en una cantidad de horsts y grabens secundarios".

En 1930 Gustav Steinmann publicó su Geología del Perú y en ella expresa la poca importancia que atribuye a las fallas en la Formación de los Andes.

Escribe (pp. 305-307): "Yo no he visto fallas seguras de gran extensión a pesar de detallada y exacta observación, razón por la cual no puedo creer otra cosa: pero se las hace responsables del origen de varias cuencas mayores. . . En síntesis ha de ser tarea de nuevas y minuciosas exploraciones comprobar la importancia, al parecer escasa, de las fallas en la constitución de las cordilleras".

Probablemente influenciado por Steinmann, Hubach en 1932 la emprende contra sus predecesores, los geólogos alemanes que ya conocemos, y escribe (p. 94): "muchos geólogos que han estudiado el país tienen una verdadera manía de interpretar como desplazamientos aquellas partes donde se presenta una aparente o real complicación tectónica. Ante todo se trata de interpretar las hoyas andinas como fosos y dentro de ellas se construyen sistemas de desplazamientos que transforman la construcción geológica en algo semejante a una brecha de mayores dimensiones. Es natural que existan fallas de todas clases, pero, en general, el tipo tectónico del país está representado por plegamientos, comprendidos desde las ondulaciones y los plegamientos ondulados hasta los plegamientos estrechos".

"... el límite de la hoya del Magdalena con la Cordillera Oriental, de Honda al sur, ha sido interpretado por Stille como sistema desplazado. El primero en llamar la atención hacia este error manifiesto ha sido E. A. Scheibe, quien observa que el límite entre la hoya y la cordillera no se verifica a lo largo de una falla, sino mediante un pliegue que asciende desde el Sinclinal de Guaduas hacia el Anticlinal del Trigo, en gran parte invertido" (pag. 95).

"... Las observaciones extendidas hasta el Río Esmita, al sur de Dolores, no respaldan la opinión apoyada en desplazamientos de la hoya con la cordillera y aun el límite invertido del Terciario con el Cretáceo entre el puente de Quilcasé y Dolores es puro plegamiento" (p. 96). Se trata de la actual Falla de Romeral o Megacizallamiento de Guayaquil-Dolores-Boconó-Pilar.

En 1934 el mismo Hubach repite lo mismo (pp. 236): "Los sobreescorrentimientos que supone Grosse en la región de Dolores evidentemente no existen".

En Colombia existen cuatro ramales de la Cordillera de los Andes, que han recibido los nombres de:

- a) Cordillera de la Costa,
  - b) Cordillera Occidental,
  - c) Cordillera Central y
  - d) Cordillera Oriental
- a) "La Cordillera de la Costa, que se puede reconocer desde el Golfo de Panamá hasta el Cabo Corrientes (Chocó), desde ahí se sumerge en el mar para aparecer en Gorgona, como isla testigo. Más al sur los sedimentos Terciarios que se levantan hacia el Oeste, indican su continuación en la región de Tumaco; desde ahí el rumbo continua en dirección al SW hasta tocar la extremidad occidental del Ecuador en la Provincia de Esmeraldas" (GANSSEK, A., 1950, p. 220).

"La Cordillera de la Costa está caracterizada por rocas básicas y ultrabásicas de edad Eoceno Superior hasta Oligoceno Inferior, con restos de Cretáceo Superior y Terciario Inferior en una facies principalmente silícea, seguida por formaciones puramente marinas del Terciario Medio y Superior" (Id. p. 220).

- b) La Cordillera Occidental, es sin lugar a dudas el principal rasgo tectónico del NW de Sur América. Este complejo anticlinorio forma la principal cadena de montañas en el Norte de Panamá, viene a unirse con las montañas del Darién, cruza la depresión de Urabá en el NW de Colombia en forma de pequeñas colinas, de cerros testigos, para luego ascender y formar la Cordillera Occidental de Colombia después de unirse con las montañas que constituyen la rama oriental, cerca al Río Sinú; esta última se puede seguir hacia el norte hasta Barranquilla en forma de elevaciones pequeñas pero muy complejas.

Siguiendo hacia el sur la Cordillera Occidental forma el alto divorcio de aguas entre el valle del Cauca-Patía, al E, y el de los ríos Atrato y San Juan y luego las tierras bajas de la Costa, hacia el W. Esta cordillera, tectónicamente muy compleja, se ensancha al llegar al Ecuador y cambia allí su dirección SW por un rumbo N-S" (GANSSEN, Ibid., p. 221).

"El núcleo de la Cordillera Occidental consiste en sedimentos mesozoicos ligeramente metamorfizados (etapa filítica), que probablemente incluyen una gran parte de rocas cretáceas. Son características intrusiones y extrusiones de varias edades, que principian con porfiritas y tobas asociadas, de una edad probablemente Cretáceo Medio o Superior, con intrusiones básicas y ultrabásicas del Cretáceo Superior hasta el Eoceno e intrusiones ácidas principalmente en forma de batolitos de tonalita de edad post-cretácea, probablemente del Eoceno o del Oligoceno. Tapones y diques andesíticos y dacíticos del Mioceno o del Post-mioceno son más frecuentes a lo largo del borde este de la Cordillera Occidental, y conducen al volcanismo actual activo o semiactivo de la parte sur de la Cordillera Occidental" (GANSSEN, Ibid., 221).

c) **La Cordillera Central** de Colombia, viene desde la frontera del Ecuador (donde se encuentra topográficamente reunida con la Cordillera Occidental por las dovelas y los materiales volcánicos del Nudo de los Pastos) y se extiende hacia el norte hasta la confluencia de los ríos Cauca y Magdalena.

"Cuerpo estrecho y elevado en su parte meridional, se amplía progresivamente hacia el norte en abanico irregular, a partir del paralelo de la Dorada: 70 km a la latitud de la Dorada, 110 km a la de Bolombolo, 50 km más al norte; 140 km a la de Amalfi. Al mismo tiempo se va rebajando de sur a norte, para ir a sumergirse en su parte terminal bajo las llanuras de la Costa Atlántica. En su conjunto presenta un perfil topográfico en doble escalera, que desciende, sea hacia el Magdalena, al E, sea hacia el Cauca, al W" (RADELLI, 1967, p.5).

El núcleo de la Cordillera Central en toda su extensión, a semejanza del de la Cordillera Occidental, está constituido por rocas metamórficas, que aquí pertenecen al Grupo de Cajamarca (en oposición a las de la Cordillera Occidental que pertenecen al Grupo de Dagua).

Según Bürgl (1961, p. 155) "la edad del Grupo de Dagua, y su relación con el Grupo de Cajamarca, es el principal interrogante de la estratigrafía de Colombia". O. Stutzer y otros autores opinan que la Cordillera Central y la Occidental representaban anteriormente una sola unidad.

d) **La Cordillera Oriental**, "se eleva bruscamente tanto del lado de los Llanos como del Valle del Magdalena. Bastante estrecha en el sur, en su parte terminal, donde casi no sobrepasa los 30 km de ancho, se amplía rápidamente hacia el norte. A la latitud de El Espinal ya tiene 120 km y 130 a la de Bogotá, donde forma la gran altiplanicie de la Sabana de Bogotá (2.600 m)" (RADELLI, 1967, p. 3).

"Según los datos suministrados por los textos y mapas, la Cordillera Oriental o Cordillera de Bogotá, se separa de la Cordillera Central en el Nudo de Pasto, o sea entre los grados 1 y 2 de latitud norte, recorre un corto trecho con rumbo al E, como si fuese un ramal transversal, para luego tomar un rumbo norte-nordeste. Todavía no se ha llevado a cabo una exploración completa de esta región, exploración que probablemente tardará mucho en verificarse, debido a la densa vegetación que la cubre. Es posible que los datos contenidos en los textos y mapas estén fundados únicamente en el rumbo de la línea divisoria de las aguas de los ríos Amazonas y Magdalena, la que según las antiguas determinaciones debe coincidir con las cimas de las cordilleras. En nuestro concepto debe tenerse como más probable que al norte del territorio del Ecuador surge una nueva cadena de montañas unida a la vertiente

oriental, la que está cortada transversalmente por ríos, debido a su poca elevación, pero que, hacia los 2 grados de latitud norte, aumenta la altura y cierra el paso a los ríos, con lo que, por lo menos a simple vista, aparece como cordillera independiente, o sea la Cordillera Oriental de Colombia o Cordillera de Bogotá" (HETTNER, 1892, p. 34).

La Cordillera "Oriental Colombiana toma geológicamente, su continuación hacia el sur en Ecuador por elevaciones subandinas, o de la Tercera Cordillera, formada por el así llamado Alzamiento de Napo-Galeras (entre los ríos Aguarico y Napo, el reducido anticlinal de El Mirador, cerca de Puyo, la Cordillera de Cutucú y, más al sur, la Cordillera del Cóndor, cuyo extremo austral se enlaza con la Cordillera Central del Perú" (SAUER, 1955, pp. 21-22).

"La Cordillera Oriental... en primer lugar consta de sedimentos mesozoicos, pero en sus "Núcleos Antiguos" (GERTH, 1957) tiene también series de rocas paleozoicas y precambrianas de considerable potencia" (BURGL, 1961, p. 141).

Tenemos, pues, en síntesis, en el territorio Colombiano un esquema orogénico constituido por cuatro cordilleras más o menos paralelas, a saber:

- a) Cordillera de la Costa,
- b) Cordillera Occidental,
- c) Cordillera Central y
- d) Cordillera Oriental

Pero al lado de estas cordilleras existe un conjunto de zonas bajas que son:

1. Al occidente la Fosa del Océano Pacífico.
2. Entre la Cordillera de la Costa y la Occidental, la gran cuenca de hundimiento llamada por Nygren (1950) el Geosinclinal de Bolívar.
3. Entre la Cordillera Occidental y la Central, el Graben del Cauca y del Patía, continuado en el Ecuador por el Graben Interandino.
4. Entre la Cordillera Central y la Oriental, el Valle del Magdalena, continuado hacia el norte por los valles de los ríos Cesar y Ranchería.
5. En último término tenemos la depresión oriental, constituida por Llanos o por selvas y donde todavía pueden encontrarse algunas serranías más o menos independientes del sistema andino.

Ahora bien, ya desde 1942 A.A. Olsson emitió la opinión de que las depresiones que separan las cuatro cordilleras han sido causadas por fallas longitudinales que constituyen así en el territorio del Suroeste de Colombia un conjunto de cuatro horsts (las cuatro cordilleras) con tres grabens intermedios (Pacífico-Atrato o Geosinclinal de Bolívar, Cauca-Patía, y Magdalena), limitando hacia el oriente por la depresión de los Llanos y de las selvas.

A partir de Olsson esta idea ha ido concretándose y aclarándose poco a poco a través de casi todos los geólogos que se han ocupado del estudio de esta parte del país.

Según Gansser (1950, p. 220), "estrictamente hablando, el levantamiento de la Costa no es una alineación sencilla en forma de cadena sino un alineamiento complejo de varios bloques levantados en échelon".

Según Radelli (1967, p. 441), “la Cordillera de la Costa . . . presenta más bien un estilo de ante-país. El anticlinal (o anticlinorio) de la Cordillera de la Costa está afectado por fallas (inversas?) sobre todo en sus bordes pero, parece, más fuertemente al E que al W. Ellas le dan el valor de un horst. Estas fallas, que implican pliegues, complican en el detalle la estructura de la zona de separación entre la Cordillera de la Costa y el elemento siguiente o sinclinorio del Atrato”.

La depresión situada entre las montañas del litoral y el pie oeste de la Cordillera Occidental, tanto en el Ecuador como en Colombia, “forma parte, en toda su extensión, del así llamado *geosinclinal Bolívar*, que en Colombia muestra su desarrollo característico en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental; el geosinclinal se muestra allá por el valle del río Atrato, en forma de una depresión llana y alargada en dirección paralela a la Costa” (SAUER, 1965, pp. 15-16).

“Este elemento comprende (en Colombia) las llanuras Pacíficas del Patía, el valle del río San Juan y el valle del Atrato . . . Tiene un valor sinclinorial pero, por el hecho de estar bordeado por fallas, puede igualmente ser considerado como un Graben” (RADELLI, 1967, p. 441).

El límite entre la Cordillera Occidental y el Sinclinorio del Atrato o Cuenca de Bolívar “es una importante zona de fracturas análoga a la que separa el sinclinorio del Atrato de la Cordillera de la Costa” (RADELLI, p. 444).

Según Oppenheim (1949, p. 20), “una gran falla se presenta en el contacto entre las rocas metamórficas de la Cordillera Occidental y los sedimentos Terciarios de la faja costanera. Esta falla se observa a 50 km aproximadamente al este de la línea de la Costa”.

En el Ecuador “las faldas occidentales de la Cordillera Occidental bajan a las llanuras costaneras en dos escalones principales, que aparecen, por ejemplo, entre Zumbagua y Quevedo, marcados por los planos de Pilaló y Macuchi en forma de terrazas tectónicas” (SAUER, 1965, p. 343).

La Cordillera Occidental puede considerarse como un meganticlinorio, compuesto por tres anticlinorios separados entre sí por fallas; el anticlinorio central se encuentra levantado en medio de fallas inversas. “Por otra parte el meganticlinorio está afectado en toda su totalidad por fallas semejantes, que buzan en su parte occidental hacia el este y en su parte oriental hacia el W. Por consiguiente este elemento arquitectural corresponde, sobre todo en su parte mediana, a un *mega horst* cuya parte centro-axial es también un horst con respecto a las unidades laterales” (RADELLI, 1967, p. 444).

El Graben Interandino Colombo-Ecuatoriano corresponde a los valles del Cauca (desde la latitud de la Ciudad de Antioquia al norte), del Patía y del Guáitara, en Colombia, y luego en el Ecuador a la depresión interandina, rellena de materiales volcánicos y bordeada por volcanes activos o extinguidos.

El margen oriental de este graben corresponde en gran parte a la “Falla de Romeral” de los geólogos de Ingeominas. Está constituida por un sistema de fallas en échelon (Cf. BARRERO L. et alii, 1969, pp. 170-171).

En el mapa de Sauer (1957) se puede seguir esta falla (como inversa) hasta el sur del Ecuador.

Al este de esta fractura se eleva la **Cordillera Central**, constituida, como la Occidental, por un meganticlinorio, pero formado solo por dos anticlinorios, separados entre sí por una falla inversa que buza al E. "Al W de su eje el anticlinorio oriental está afectado por otras fallas inversas, que lo recortan en bloques que ellas mismas levantan progresivamente. En superficie estas fallas muestran un buzamiento hacia el E, más y más empinado, de suerte que dan la impresión de reunirse en el plano axial del anticlinorio" (RADELLI, 1967, p. 445).

"El Valle del Magdalena se delineó como sinclinorio en el Mioceno . . . Pero, como consecuencia de los movimientos recientes de erección de la cadena, el sinclinorio ha tomado un valor a veces de graben y a veces de semi-graben. Al E su límite está constituido por un relieve continuo de fallas de dirección general SW-NE hasta la latitud de Bucaramanga . . ."

Pero al W no sucede lo mismo y a la alineación de fallas se substituyen con frecuencia explanadas con declive hacia el E. Por eso hay que considerar el valle dividido en segmentos sucesivos:

*Primer Segmento: del Macizo de la Fragua a la latitud de Prado-Dolores (Natagaima).*

- En este segmento la estructura en graben (complicada en el sector de Neiva por la presencia de bloques hercinianos levantados por fallas con su cobertura mesozoica) es clara: los límites E y W están constituidos por macizos hercinianos levantados por fallas.

*Segundo Segmento: de la latitud de Prado-Dolores a la de Ibagué.*

- Aquí el valle es un semigraben. Al W su Terciario reposa normalmente en discordancia sobre las formas paleo-mesozoicas . . . Desde la terminación de la falla que limita al W el segmento precedente el valle, se abre hacia el W y forma un golfo ("artesa" de Hubach) limitado por dos bandas de rocas hercinianas con su cobertura mesozoica, que reproduce en pequeño el modelo general del valle superior del Magdalena.

*Tercer Segmento: de la latitud de Ibagué a la de Bucaramanga.*

- Se trata de nuevo de un graben, limitado al sur por la falla transversal ENE-WSW de Ibagué.

*Cuarto Segmento: de la latitud de Bucaramanga a la de la terminación N de la Serranía de San Lucas (parte media del Valle del Magdalena).*

- Se encuentra allí de nuevo un semigraben, orientado ahora NNW-SSE y limitado al W por el elemento San Lucas y al E por la unidad tectónica Macizo de Santander. Esta porción del Valle del Magdalena puede ser tomada como ejemplo de lo que, en la estructura actual de los Andes Colombianos, es consecuencia del juego reciente de fallas o de su evolución antigua . . .

... Hay que subrayar el hecho de que los volcanes del Occidente Andino no existen sino en correspondencia con los segmentos del Valle del Magdalena que son grabens (rift); faltan por el contrario allí donde el valle es semigraben" (RADELLI, 1967, pp. 446-447).

**La Cordillera Oriental:** "Se encuentran en ella varios ejes anticlinoriales, afectados de ondulaciones y encuadrados por fallas, ejes que hacen salir el substrato hasta el Precámbrico y cuya dirección varía . . . De la ciudad de Mocoa a la latitud del Macizo de Floresta, la dirección de los ejes anticlinoriales es NE-SW. De allí resulta una estructura relativamente sencilla, con domos que son los macizos hercinianos.

Entre el cabeceo N del Macizo de Garzón y la latitud de Bogotá, este elemento arquitectural es un sinclinorio . . . bordeado por fallas que presentan la misma disposición que las que se han mencionado de las Cordilleras Occidental y Central . . ." (RADELLI, 1967, p. 448).

Según Oppenheim (1942, pp. 238-239) "la estructura del frente este de la Cordillera Oriental está principalmente caracterizada por muchas fallas de débil inclinación, que localmente pueden tomar el aspecto de fallas inversas y estructuras de escamas".

El mismo autor había escrito (1941, p. 178): "Fallas de sobreescrimento aparecen en el borde oriental de la Cordillera y aparentemente representan la continuación de los extensos sobreescrimentos que se observan en la zona de Buenavista, en el camino de Bogotá a Villavicencio, así como la de las mismas fallas, pero aún más extensas, que son conocidas en las regiones más al norte del pie de la Cordillera, al borde de los Llanos".

Julivert (1970, pp. 3630 y 3636) atribuye a la Cordillera Oriental una estructura en abanico constituida por fallas inversas tanto al oriente como al occidente.

En el Mapa Tectónico de Colombia del P. Jesús Emilio Ramírez (1975) se ve toda una serie de fallas inversas, con buzamiento al W, en el borde oriental de la Cordillera Oriental, desde Villavicencio hasta la latitud de Bucaramanga por lo menos, y otra serie al sur al oriente de Florencia.

Las diversas fosas tectónicas teóricamente deberían constituir cañadas hondas y largas, relativamente poco anchas, ininterrumpidas en todo su recorrido. Sin embargo, en realidad en algunas ocasiones se encuentran obstruidas de un modo más o menos completo, por levantamientos que han recibido el nombre de "nudos", en especial los que se hallan situados en el Graben Inter-Andino Colombo-Ecuatoriano, que separa las cordilleras Occidental y Central. Estos nudos dividen el graben en diversas "hoyas", que a veces han recibido el nombre de "altiplanicies".

En el Ecuador existen seis de estos nudos. En Colombia hay tres, que son:

- 1o. El gran Nudo de los Pastos o de Huaca, que separa políticamente a Ecuador y Colombia y fisiográficamente la hoyada de Otavalo-Ibarra de la del Río Patía.
- 2o. El Nudo de Popayán, que separa la hoyada del Patía del Valle del Cauca propiamente dicho. Al sur está constituido por la "Cuchilla del Tambo", serranía que va desde el volcán Sotará (cerca de la Cordillera Central) hasta el Cerro Munchique (en la Occidental). Por el norte está formado por lo que se ha denominado el Dintel de Suárez-Santander (Cf. Stutzer, 1934, pp. 87 y 90).
- 3o. Finalmente el Nudo de Marmato, llamado por Vergara y Velasco (1901, p. 142) "Montañas del Oro y Belalcázar", inmenso bloque de rocas, especialmente volcánicas, que separa el Valle del Cauca de la Hoya Antioqueña del Cauca (Cf STUTZER, 1934, p. 88).

Además de estos nudos, situados entre las cordilleras Occidental y Central, existen dos más que separan las cordilleras Central y Oriental; uno en el Ecuador, la denominada Cordillera de Huacamayo, que une el volcán Sumaco con la Cordillera Real, y el otro en Colombia, llamado por Hubach (1955, pp. 17-18) "Eslabón de Santa Rosa" o "Dintel de Santa Rosa" o "Dintel de San Agustín".

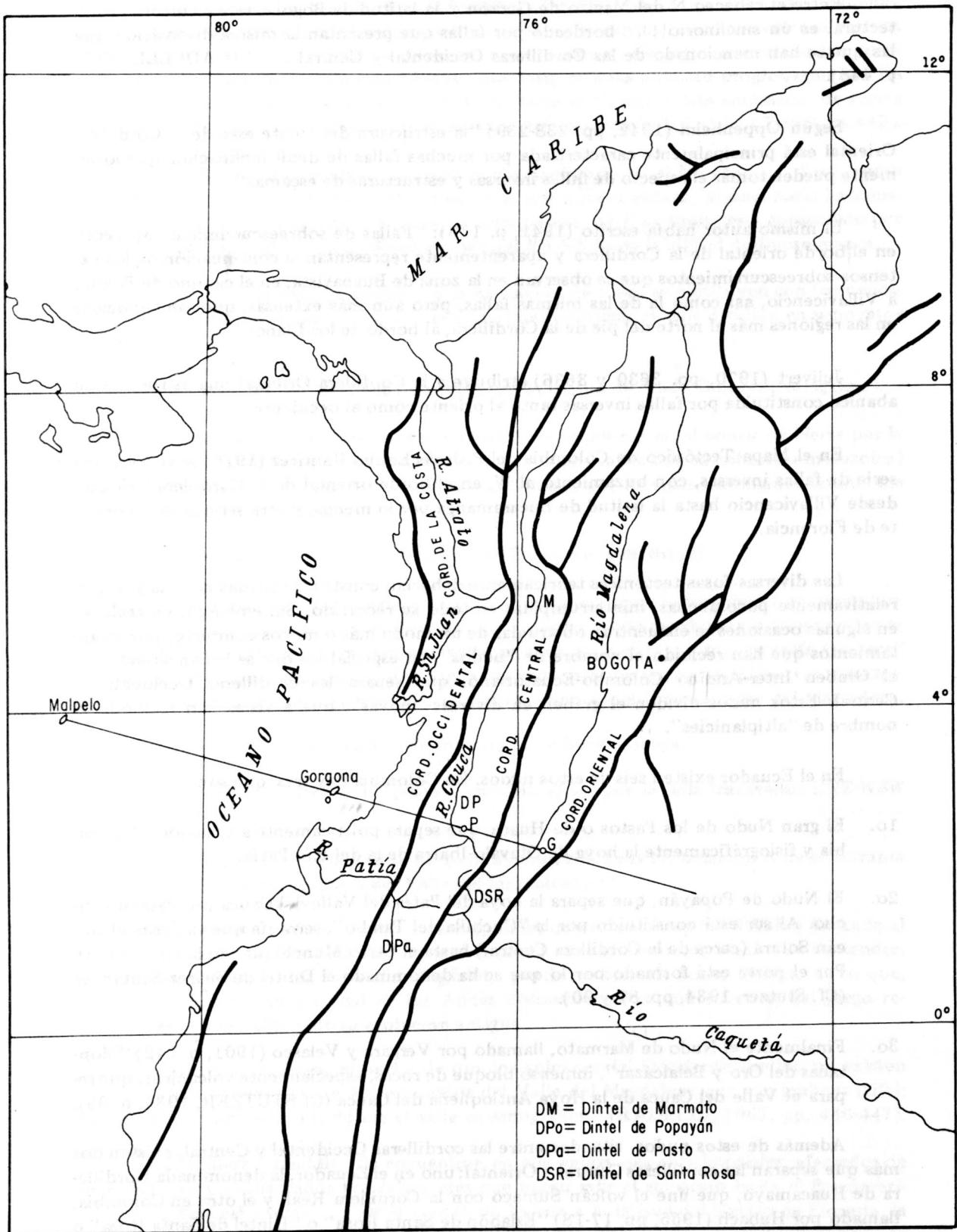


FIG. 1: Esquema orográfico.

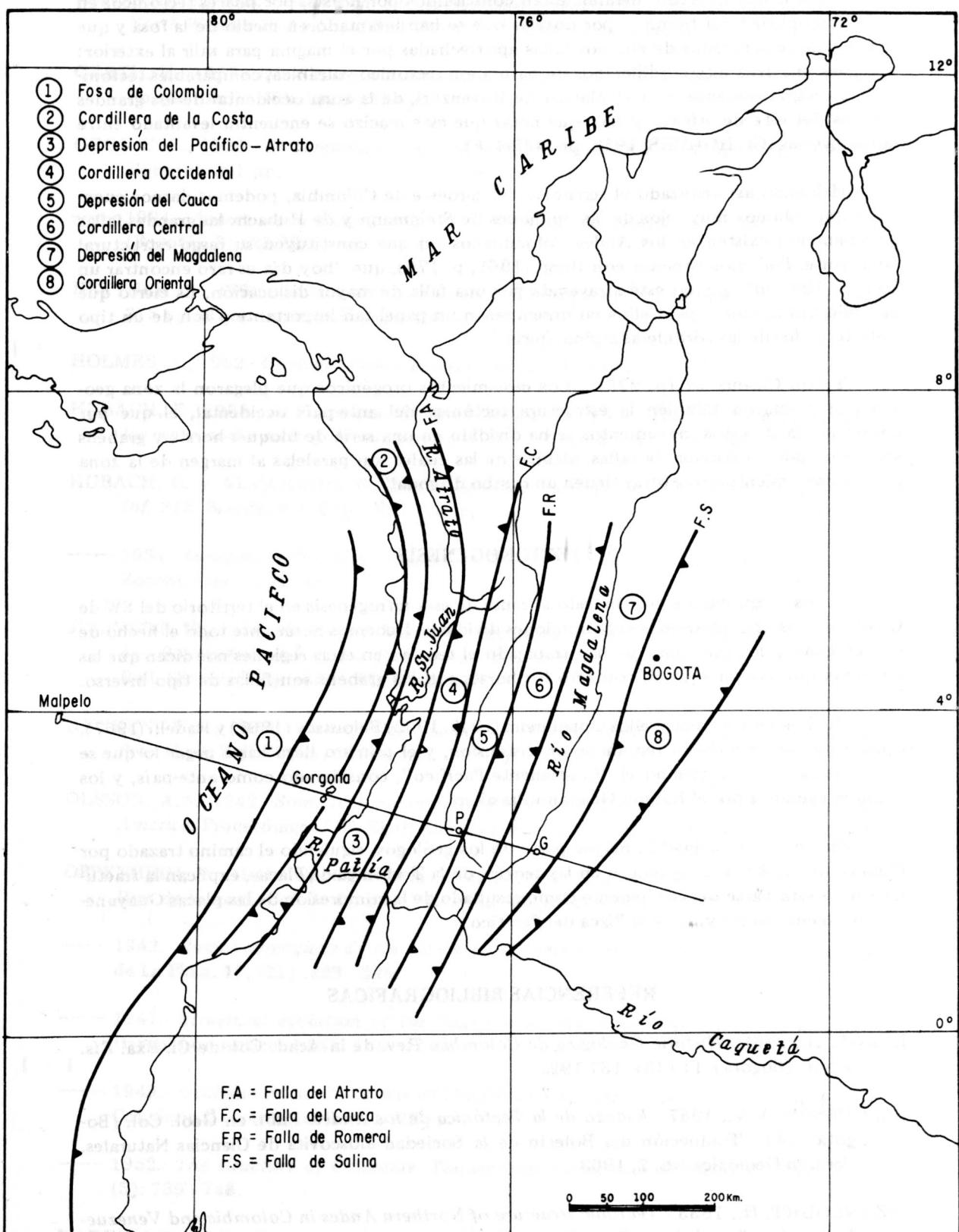


FIG. 2: Esquema tectónico propuesto.

Estos nudos intercordilleranos están constituidos por horsts, por pilares tectónicos en toda la propiedad del término, por dovelas que se han levantado en medio de la fosa y que se encuentran separados de ella por fallas aprovechadas por el magma para salir al exterior: son pues, macizos intercordilleranos de naturaleza tectónico-volcánica, comparables tectónicamente y petrográficamente, con el Macizo de Ruvenzori, de la zona occidental de los grandes grabens del este de África; y hay que notar que este macizo se encuentra levantado entre fallas inversas (Cf. HOLMES, 1952, pp. 435-436).

Habiendo así analizado el territorio del suroeste de Colombia, podemos darnos cuenta de que estamos muy lejos de las opiniones de Steinmann y de Hubach: las grandes fallas no solamente existen en los Andes Colombianos sin que constituyen su rasgo estructural dominante. Podemos concluir con Bürgl (1961, p. 176), que "hoy día es raro encontrar un área de 100 km<sup>2</sup> que no esté atravesada por una falla de mayor dislocación. Es cierto que hay pliegues también, pero ellos no desempeñan un papel tan importante y son de un tipo distinto de los de las cordilleras alpinotípicas".

Y con Cizancourt (p. 225): "Los movimientos orogénicos que plegaron la zona geosinclinal afectaron también la estructura tectónica del ante-país occidental, el que por consecuencia de estos movimientos se ha dividido en una serie de bloques-horsts y grabens separados por un sistema de fallas, algunas de las cuales son paralelas al margen de la zona geosinclinal, mientras que otras tienen un rumbo diagonal".

### TECTONOGENESIS

Si nos preguntamos cuál ha sido la causa de esta tafrogénesis en el territorio del SW de Colombia nos encontraremos ante opiniones divididas. Debemos notar ante todo el hecho de que en general los geólogos que han trabajado el terreno en estas regiones nos dicen que las fracturas que ponen aquí en contacto los horsts con los grabens son fallas de tipo inverso.

Muchos autores, entre ellos Oppenheim (1947, 1952) Belousov (1967) y Radelli (1967), opinan que se trata de un fenómeno de distensión, y el primero llega hasta negar lo que se había llamado en su tiempo el "Contieneente Pacífico", considerado como ante-país, y los empujes causados por el Escudo Guayanés-Brasilero.

Pero en la actualidad la mayor parte de los geólogos, siguiendo el camino trazado por Cizancourt (1933) y apoyándose en las teorías de la Tectónica de Placas, explican la fracturación de esta parte del continente como resultado de la compresión de las placas Guayanesa y Brasileña contra y sobre la Placa del Pacífico.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BURGL, H., 1961.- *Historia Geológica de Colombia*. Rev. de la Acad. Col. de Ci. Exa. Fís. y Nat. (Bogotá). 11 (43): 137-192.
- BELOUSSOV, V.V., 1967.- *Esbozo de la Tectónica de los Andes*. Publ. en Geol. Col. (Bogotá). (4). Traducción del Boletín de la Sociedad Moscovita de Ciencias Naturales. Sección Geológica No. 2, 1963 .
- CIZANCOURT, H., 1933.- *Tectonic structure of Northern Andes in Colombia and Venezuela*. An. Ass. Petrol. Geol. Bull. (Tulsa, Oklahoma). 17: 211-228.

- GANSSER, A., 1950.- *Geological and Petrographical Notes on Gorgona Island in relation to North Western S. America.* Bull. Suisse de Min. et Petrol. (Berna). 30: 218-242.
- GERTH, H., 1957.- *Der Geologische Bau der Südamerikanischen Kordillere.* Gebrüder Borntraeger. Berlin, Nikolassee, 264 pp.
- GROSSE, E., 1926.- *El Terciario Carbonífero de Antioquia.* Berlín. Dietrich Reimer (Ernst Vohson), 361 pp.
- 1934.- *Acerca de la Geología del Sur de Colombia.* Comp. Est. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 3: 139-231.
- HETTNER, A., 1892.- *La Cordillera de Bogotá.* Ediciones del Banco de la República, 1966. 315 pp. (Traducción de Ernesto Guhl).
- HOLMES, A., 1952.- *Geología Física.* Madrid. Omega., 519 pp.
- HUBACH, E., 1955.- *El Cauca-Las Unidades Geográficas y Geológicas del Departamento y los recursos del suelo y del subsuelo.* Inf. 1107. Bogotá. Serv. Geol. Nat., 19 pp.
- HUBACH, E. y ALVARADO, B., 1932.- *Estudios Geológicos en la ruta Popayán-Bogotá.* Inf. 213. Bogotá. Ser. Geol. Nat., 129 pp.
- 1934.- *Geología de los departamento del Valle y Cauca en especial del Carbón.* Inf. 224. Bogotá. Serv. Geol. Nat.
- JULIVERT, M., 1970.- *Cover and Basement Tectonics in the Cordillera Oriental of Colombia, South America, and a Comparison with some other Folded Chains.* Geol. Soc. Bull. (Boulder, Colorado). 81: 3623-3646.
- NYGREN, W.E., 1950.- *Bolívar Geosyncline of Northwestern South America.* Am. Ass. Petr. Geol. Bull. (Tulsa, Oklahoma). 34 (10): 1998-2006.
- OLSSON, A.A., 1942.- *Some tectonic interpretations of the Geology of Northwestern South America.* Proceedings of the Eighth American Scientific Congress, Washington. 4: 401-416.
- OPPENHEIM, V., 1941.- *Geología de la Cordillera Oriental entre los Llanos y el Magdalena.* Rev. de la Acad. Col. de Ci. Exa. Fís. y Nat. (Bogotá), 4 (14): 175-181.
- 1942.- *Rasgos geológicos de los Llanos de Colombia oriental.* Inst. Museo, Univ. Nat. de La Plata, 17, (21): 229 - 246.
- 1947.- *Structural evolution of the South American Andes.* Am. Jour. of Sci. (New Haven, Connecticut.) 245: 158 - 174.
- 1949.- *Geología de la Costa Sur del Pacífico de Colombia.* Bogotá. Inst. Geof. And. Col. Serie C - Geología, Bol., 1: 23 pp.
- 1952.- *The structure of Colombia.* Transactions, Amer. Geoph. Uni. (Washington), 33 (5): 739 - 748.
- RADELLI, L., 1967.- *Géologie des Andes Colombiennes.* Trav. du Lab. de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, Mémoires, No. 6, 472 pp.

- RAMIREZ, J.E., 1975.- *Historia de los terremotos de Colombia*. Bogotá. Inst. Geogr. Ag. Cod., 250 pp. (Mapa Tectónico).
- SAUER, W., 1957.- *El mapa geológico del Ecuador*, Quito. Ed. Universitaria 70 pp. (2 mapas).
- 1965.- *Geología del Ecuador*. Quito. 1ed. castellana. Min. de Educ. 383 pp.
- SCHEIBE, R., 1933.- *Geología del sur de Antioquia*. Comp. Est. Geol. Ofic. Col. (Bogotá), 1: 99 - 167.
- STEINMANN, G., 1930.- *Geología del Perú*. Heidelberg. Carl winters Universitaetsbuchhandlung, 448 pp.
- STILLE, H., 1938.- *Estudios geológicos de la región del Río Magdalena*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 4: 125 - 182. Publicado en alemán en Stuttgart en 1907 (Traducido por Jaime Bonilla Plata).
- STUTZER, O., 1934a.- *Acerca de la geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 39 - 52.
- STUTZER, O., 1934b.- *Contribución a la Geología del Foso Cauca-Patía*. Compil. Est. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 69 - 140.
- 1934c.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 141 - 200.
- 1934d.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 201 - 250.
- 1934e.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 251 - 300.
- 1934f.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 301 - 350.
- 1934g.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 351 - 400.
- 1934h.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 401 - 450.
- 1934i.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 451 - 500.
- 1934j.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 501 - 550.
- 1934k.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 551 - 600.
- 1934l.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 601 - 650.
- 1934m.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 651 - 700.
- 1934n.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 701 - 750.
- 1934o.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 751 - 800.
- 1934p.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 801 - 850.
- 1934q.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 851 - 900.
- 1934r.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 901 - 950.
- 1934s.- *Geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buena Ventura*. Compil. Estud. Geol. Ofic. en Col. (Bogotá), 2: 951 - 1000.