

# La Subsistencia de la Cuenca del Cocuy (Cordillera Oriental de Colombia) Durante el Cretáceo y el Terciario Segunda parte: Esquema de Evolución Tectónica

ANTOINE FABRE\*

## RESUMEN

El esquema tectónico presentado en este trabajo muestra que la evolución de las cuencas, en las cuales se depositaron los sedimentos de edad Cretáceo y Terciario inferior de la Cordillera Oriental, determinó, en parte, la formación de la cadena. Las zonas más subsidentes (cuenca del Cocuy y zona Tablazo - Mundo Nuevo), que representan áreas en las cuales la litósfera fue más adelgazada, conforman actualmente los dos flancos de la Cordillera Oriental. Las fallas inversas que limitan esta cadena (Falla de La Salina y Falla de Guaicáramo) representan probablemente antiguas fallas normales formadas durante la fase de extensión que originó las cuencas.

Durante el período de subsistencia de las cuencas, así como durante el levantamiento de la Cordillera Oriental ocurrieron movimientos verticales de varios kilómetros, se interpreta estos desplazamientos como efectos secundarios de movimientos horizontales (extensión o compresión) que afectaron toda la litósfera.

## ABSTRACT

The tectonic model presented in that paper shows that the history of the basins in which were deposited the sediments of Cretaceous and early Tertiary age of the Cordillera Oriental has determined in a great part the building of that mountain range. The most subsiding areas (Cocuy basin, Tablazo - Mundo Nuevo area), which represent the regions where has occurred the greatest lithospheric thinning, now form the flanks of the Cordillera Oriental. The inverse faults which limit that mountain range (La Salina fault, Guaicáramo fault) probably represent reactivated normal faults formed during the extension phase that originated the basins.

During the period of subsidence of the basins, as well as during the upheaval of the Cordillera Oriental occurred vertical movements of several kilometers; we interpret these displacements as secondary effects of horizontal movements (extension or compression) that affected the whole lithosphere.

## INTRODUCCION

Con base en los resultados presentados en la primera parte de este trabajo, se intenta proponer un esquema para explicar la evolución tectónica de la zona situada al este de la Cordillera Central, durante el Cretáceo y el Terciario. Se utiliza el perfil SB - Sierra Nevada del Cocuy - El Tablazo -

Infantas para ilustrar este esquema, pero se considera que, de manera general, el modelo presentado puede ser representativo para una zona limitada al norte por el perfil mismo y al sur por la línea Puerto Berrío - Tunja - Pajarito - Pozo S11 (Llanos).

Muchos de los datos presentados fueron compilados  
GEOLOGIA NORANDINA, No. 8, Diciembre de 1983

\* INGEOMINAS, Apartado Aéreo 4865, Bogotá

NOTA: Por diagramación de esta Revista la primera parte de este trabajo se inicia en la página 49.

de la literatura y el perfil actual (fig. 1) está basado en parte sobre los trabajos de JULIVERT (p.e. 1970). Los perfiles de la Figura 1 no pretenden ser muy precisos ya que existen muy pocos datos geofísicos publicados que permiten tener una representación del subsuelo. Estos perfiles deben considerarse más bien como la ilustración de una evolución geológica que empieza con la fase de subsidencia de unas cuencas sedimentarias y que termina (?) con la formación de una nueva cadena de montaña: la Cordillera Oriental.

La Figura 1 representa sin exageración vertical tres etapas de esta evolución. Las rocas más antiguas que el Cretáceo o el Jurásico superior no fueron diferenciadas y constituyen el basamento continental de las cuencas. Sin embargo es bien evidente que la historia geológica pre-cretácea condicionó en gran parte los eventos que ocurrieron durante los últimos 130 ó 140 m.a.

### LA FASE DE EXTENSION DURANTE EL PRINCIPIO DEL CRETACEO INFERIOR

Desde el Jurásico superior? (edad de la Formación Girón, según PONS, 1983) o el Berriasiano, una fase de distensión importante afecta la zona comprendida entre la paleocordillera central y la paleofalla de Guaicáramo. Esta extensión este-oeste causa un adelgazamiento de la corteza y de toda la litósfera en las zonas Tablazo - Magdalena Medio y El Cocuy donde se forman dos grabenes subsidentes de dirección norte-sur a NNE-SSW. Estas dos cuencas, (las zonas subsidentes llamadas en este trabajo "Cuenca del Cocuy" y "Cuenca Tablazo-Magdalena" pueden ser consideradas como subcuencas de la gran cuenca cretácica del oriente colombiano) en las cuales existen compartimentos limitados por fallas normales activas están separadas por el paleomaclizo de Santander-Floresta, zona en la cual la corteza no parece haber sido adelgazada (no hay evidencia de subsidencia inicial en esta zona).

Esta fase de extensión dura aproximadamente hasta el Aptiano en la cuenca del Cocuy y hasta el Valanginiano en la cuenca Tablazo - Magdalena Medio. Durante esta fase de subsidencia inicial, los dos grabenes se rellenan de sedimentos continentales o litorales (Girón y Tambor en la cuenca occidental) o marinos deltáicos (Lutitas de Macanal, Areniscas de Las Juntas en la cuenca del Cocuy).

La subsidencia es muy rápida durante la fase de extensión (250 a 150 m m.a. en la cuenca del Cocuy), el flujo térmico es elevado (aproximadamente 2 HFU) y el gradiente geotérmico alto (del orden de 40°C/km).

Debido a la posición elevada del límite astenósfera/litósfera por debajo de las zonas adelgazadas, un principio de fusión parcial del manto ocurre; este fenómeno permite el emplazamiento de intrusiones básicas alcalinas en las par-

tes más subsidentes de la cuenca (FABRE y DELALOYE, 1983). Además, un volcanismo más ácido parece ocurrir durante la fase de extensión; se observan intrusiones riolíticas en la Formación Girón en las perforaciones del Valle Medio del Magdalena (MORALES, *et al.*, 1958) y pórfidos dacíticos que cortan la Formación Tambor (WARD, *et al.*, 1973, p. 40).

El flujo térmico elevado, el emplazamiento de rocas intrusivas básicas alcalinas y la existencia de fallas profundas en la corteza son factores que favorecen la circulación de aguas termales y la removilización de iones de Pb-Zn-Cu-Ba y F (SAWKINS, 1984, p. 195). Esta circulación hidrotermal permite la formación de numerosas mineralizaciones concordantes y discordantes en las rocas del Cretáceo inferior (FABRE y DELALOYE, 1983, fig. 4).

### LA FASE DE SUBSIDENCIA TERMICA

Después del final de la fase de extensión empieza una fase más larga de subsidencia térmicamente controlada, durante la cual la velocidad de subsidencia decrece progresivamente. Las fallas que bordean los grabenes (paleofallas del Suárez, de Chiscas y de Guaicáramo entre otras) dejan de ser activas (p. e. ver JULIVERT y TELLEZ, 1963, fig. 4) y la subsidencia afecta una zona siempre más ancha, puesto que la litósfera recobra progresivamente su rigidez.

Los espesores de las formaciones se uniformizan, pero son todavía ligeramente mayores en las zonas donde la litósfera fue más adelgazada (ver fig. 4, primera parte del trabajo).

Durante el Cretáceo superior, debido a la elevación del nivel eustático el mar transgrede rápidamente sobre la zona de los Llanos que había quedado emergida durante el Cretáceo inferior. En el centro de la cuenca se depositan facies arcillosas y carbonatadas en condiciones anóxicas muy favorables a la conservación de la materia orgánica (Formación La Luna). La actividad hidrotermal cesa al principio del Cretáceo superior (FABRE y DELALOYE, 1983, figs. 3 y 4).

Desde el Campaniano superior aproximadamente, el nivel eustático vuelve a bajar. Se observa una regresión rápida en la zona de los Llanos (ver fig. 2, primera parte) que quedará en gran parte emergida hasta el Eoceno medio.

Sin embargo, se puede observar que la secuencia depositada durante el Cretáceo superior en los Llanos fue preservada durante el período de regresión. Esto significa que esta zona estaba afectada ya por una subsidencia tectónica, cuya velocidad era similar o mayor que la de la velocidad de descenso del nivel eustático (ver BRUNET y LE PICHON, 1980, p. 632). Se puede pensar que la subsidencia de los

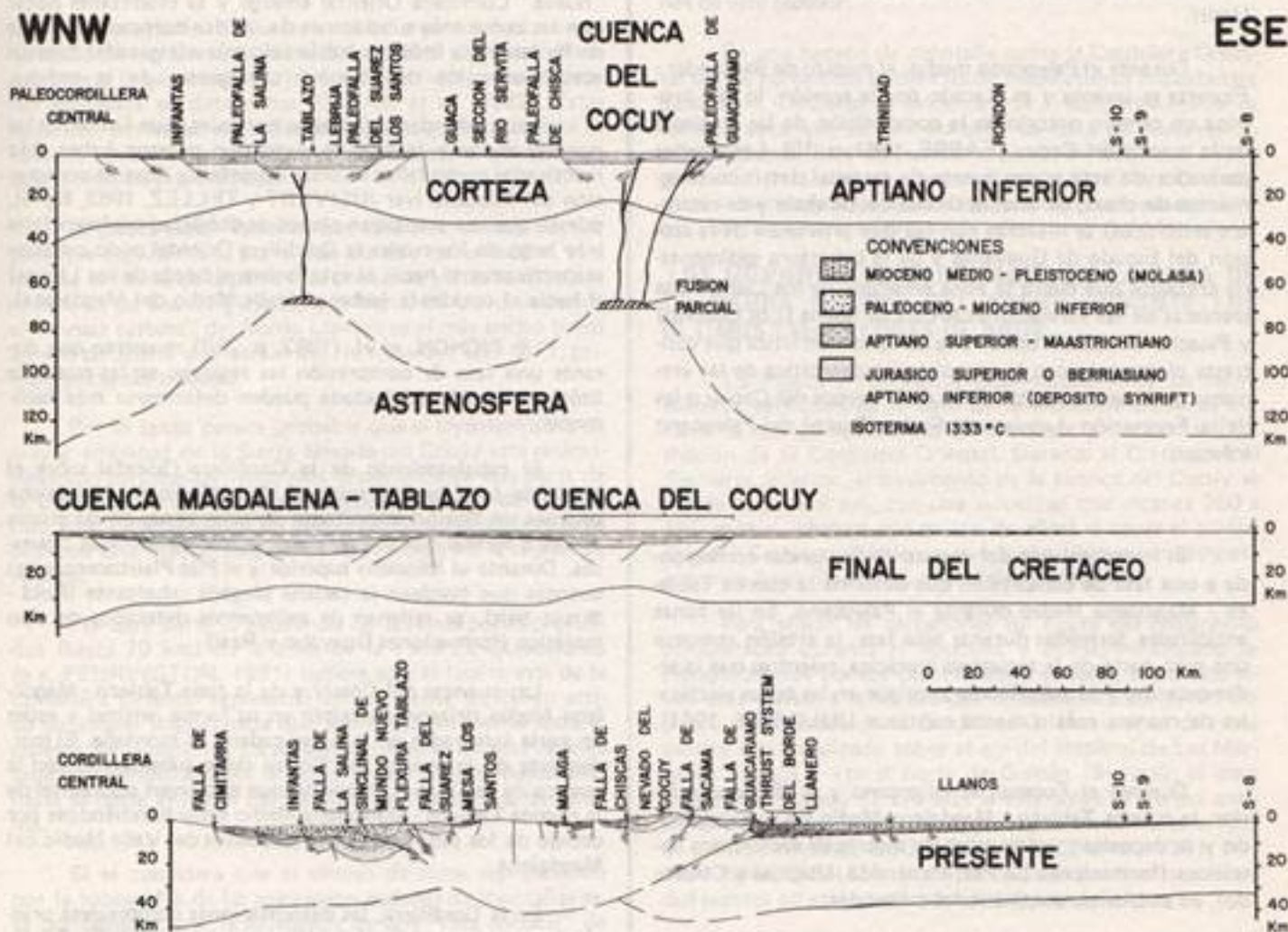


FIG. 1. Un esquema de la evolución tectónica durante el Cretáceo y el Terciario a lo largo del perfil SB - Cocuy - Tablazo - Infantas.

Llanos, que va acentuarse durante el Terciario inferior, era de origen flexional y relacionada con la subsidencia de la cuenca del Cocuy.

Desde el Maastrichtiano medio, unas facies litorales se depositan en el centro de la cuenca donde se acumula una gran cantidad de materia orgánica en condiciones parálisis, favorables a la formación de mantos de carbón (Guaduas, Umir).

Durante el Paleoceno medio, el macizo de Santander - Floresta se levanta y es atacado por la erosión, lo que provoca un cambio notorio en la composición de las areniscas de la cuenca del Cocuy (FABRE, 1981, p. 10). Los aportes derivados de esta nueva fuente de material detrítico (fragmentos de chert, de arenita de cuarzo, de shale y de esquistos sericíticos) se mezclan con los que provienen de la erosión del Escudo de Guayanas y de la cobertura sedimentaria cretácica que cubre la zona emergida de los Llanos. Las areniscas de las formaciones Arcilla de Socha (Los Cuervos) y Picacho (Mirador) tienen una composición lítica que contrasta claramente con la composición cuarcítica de las areniscas de la secuencia cretácica de la cuenca del Cocuy o las de la Formación Arenisca de Socha (Barco) del Paleoceno inferior.

El levantamiento del macizo de Santander corresponde a una fase de compresión que deforma la cuenca Tablazo - Magdalena Medio durante el Paleoceno. En las zonas anticlinales formadas durante esta fase, la erosión remueve una gran parte de la secuencia cretácica, mientras que la sedimentación y la subsidencia prosigue en las zonas sinclinales de manera más o menos continua (JULIVERT, 1961).

Durante el Eoceno, el Oligoceno y el Mioceno inferior, la cuenca Tablazo - Magdalena Medio sigue subsidiendo y se depositan varios miles de metros de sedimentos detríticos (formaciones La Paz, Esmeralda, Mugrosa y Colorado), en ambientes continentales o litorales.

La cuenca del Cocuy, no está deformada durante el Terciario inferior y en esta zona la subsidencia prosigue sin interrupción hasta el final del Oligoceno o el principio del Mioceno. Desde el Eoceno superior, los Llanos están invadidos otra vez por el mar, y en esta área la subsidencia se vuelve siempre más rápida durante el Oligoceno y el Mioceno inferior.

## LAS FASES DE COMPRESION MIO-PLIOCENAS, LA FORMACION DE LA CORDILLERA ORIENTAL Y DE LAS CUENCAS ASIMETRICAS DE LOS LLANOS Y DEL VALLE DEL MAGDALENA

Durante el Mioceno medio y superior, unas importantes fases de compresión interrumpen la subsidencia de las dos cuencas, cuyos sedimentos son plegados y fallados. La "nueva" Cordillera Oriental emerge y es interesante notar que las zonas más subsidentes de las dos cuencas (las zonas en las cuales la litósfera había sido más adelgazada) forman actualmente los dos flancos cabalgantes de la cadena.

Las profundas paleofallas normales, que limitaban las cuencas durante la fase de extensión parecen haber sido reactivadas como fallas inversas durante las fases de compresión del Mioceno (ver JULIVERT y TELLEZ, 1963, fig. 4), puesto que representaban planos de debilidad preferenciales a lo largo de los cuales la Cordillera Oriental pudo cabalgar respectivamente hacia el este (sobre el borde de los Llanos) y hacia el occidente (sobre el Valle Medio del Magdalena).

LE PICHON, *et al.* (1982, p. 250) muestran que durante una fase de compresión las regiones en las cuales la litósfera ha sido adelgazada pueden deformarse más fácilmente.

El cabalgamiento de la Cordillera Oriental sobre el borde de los Llanos y sobre el Valle Medio del Magdalena provoca una flexión importante de estas zonas en las cuales se van a formar dos cuencas asimétricas en sentidos opuestos. Durante el Mioceno superior y el Plioceno-Pleistoceno estas cuencas que bordean la cadena plegada cabalgante (Fold - thrust belt), se rellenan de sedimentos detríticos de tipo molásico (formaciones Guayabo y Real).

Las cuencas del Cocuy y de la zona Tablazo - Magdalena Medio dejaron de existir en su forma original y están en parte integradas en la nueva cadena de montaña. El margen este de la cuenca del Cocuy sigue subsidiendo con la cuenca de los Llanos, mientras que el margen occidental de la cuenca Tablazo - Magdalena Medio sigue hundándose por debajo de los sedimentos mio-pliocenos del Valle Medio del Magdalena.

En la Cordillera, las deformaciones compresivas principales terminan al final del Mioceno. La Formación Tilatá, de edad pliocena (VAN DER HAMMEN, *et al.*, 1973), que se deposita en zonas sinclinales de la cordillera, no está plegada y descansa en discordancia angular sobre formaciones plegadas del Terciario inferior. Los estudios palinológicos de VAN DER HAMMEN, *et al.* (1973) mostraron que los sedimentos de la Formación Tilatá registraron todo el levantamiento epirogénico de la Cordillera Oriental, el cual ocurrió principalmente durante el Plioceno.

A lo largo del borde este de la Cordillera Oriental, las deformaciones compresivas prosiguen durante el Plioceno. En la zona del Borde Llanero se forma un sistema de escamas cabalgantes (Thrust system) con vergencia este en las cuales las formaciones mio-pliocenas (p.e. la Formación Caja) están implicadas (ver mapas geológicos de los cuadrángulos K-12, Guateque y K-13, Tauramena; ULLOA y RODRIGUEZ, 1979; 1981).

Una situación similar existe a lo largo del flanco oeste de la Cordillera Oriental (zona del sinclinal de Mundo Nuevo) donde la geometría de las fallas que limitan las escamas fue estudiada en detalle por KOVAS, *et al.* (1982). Estas fallas son bastantes verticales en superficie, mientras que se vuelven rápidamente planas en profundidad, lo que permite acortamientos importantes.

Se puede notar también que la Sierra Nevada del Cocuy, que representa la parte más elevada de la cadena, está situada al frente de la parte más profunda y más ancha de la cuenca de los Llanos (Arauca) y al frente de la región donde el "thrust system" del Borde Llanero es el más ancho (unos 25 km de ancho a la latitud del río Casanare (ver fig. 1, primera parte del trabajo).

Por lo tanto parece probable que el levantamiento de mayor amplitud de la Sierra Nevada del Cocuy esté relacionado con un cabalgamiento más importante de esta parte de la Cordillera Oriental sobre el borde de la zona de los Llanos. Este cabalgamiento de mayor amplitud probablemente provocó una mayor flexión de la litósfera en la región de Arauca.

Por otra parte la existencia de sismos pocos profundos (hasta 70 km) en la zona de la Falla de Guacáramo (p.e. PENNINGTON, 1981) sugiere que el límite este de la Cordillera Oriental representa un accidente tectónico activo de mayor importancia que afecta por lo menos todo el espesor de la corteza. La actividad reciente de esta falla es también demostrada por la existencia de terrazas basculadas hacia el oeste al borde del río Casanare en la Zona de Sacama.

Si se considera que el exceso de masa representado por la topografía de las principales cadenas de montañas está compensado por la existencia de una "raíz cortical" de baja densidad, es evidente que la corteza debe ser bastante espesa por debajo de la Cordillera Oriental.

Considerando que la altura promedio de la zona del Cocuy es de unos 4 km y que la topografía está compuesta principalmente por rocas sedimentarias de densidad = 2.5 g/cm<sup>3</sup> se puede calcular que el espesor de la corteza tiene que ser de uno 50 a 55 km para que el relieve esté compensado (p.e. NETTLETON, 1976, p. 286).

Este valor representa verdaderamente un máximo, ya que en la zona del Cocuy el peso de la cadena está probablemente soportado en parte por la corteza rígida que infrayace los Llanos y la compensación es más regional que local.

En la Figura 1 se representa tentativamente el espesor de la corteza por debajo de la Cordillera Oriental, considerando que, por lo general, la topografía refleja las variaciones de este espesor.

En una cadena de montaña como la Cordillera Oriental donde no existen evidencias de magmatismo importantes durante el Terciario es evidente que el espesamiento de la corteza tuvo que ocurrir durante las fases de compresión mio-pliocenas. Este espesamiento puede ser debido al cabalgamiento de la corteza que infrayace la Cordillera Oriental sobre la corteza de los Llanos o a fenómenos de acortamientos en la corteza misma en la parte central de la cadena.

## LOS MOVIMIENTOS VERTICALES EN LA ZONA DE LA SIERRA NEVADA DEL COCUY DURANTE LOS ÚLTIMOS 130 MILLONES DE AÑOS

La Figura 2 representa esquemáticamente los movimientos verticales de la base de la secuencia cretácica durante la fase de subsidencia de la cuenca y durante la Formación de la Cordillera Oriental. Durante el Cretáceo y el Terciario inferior, el basamento de la cuenca del Cocuy se hundió más de 8 km, con una velocidad que alcanza 250 a 150 m/m.a. (metros por millón de años) durante el principio del Cretáceo inferior y que luego disminuye progresivamente hasta 30 m/m.a. a final del Oligoceno.

Para seguir las variaciones de altura del basamento pre-Cretáceo durante el Mioceno y el Plio-Pleistoceno se escogieron dos puntos de referencia situados sobre una línea este - oeste a la latitud del Ritacuba Blanco (5490 m) punto más elevado de la Cordillera Oriental. Uno de estos puntos está localizado sobre el eje del sinclinal de Las Mercedes a unos 6 km al norte de Guicán (Boyacá); el otro punto está situado 17 km más al este sobre el eje del anticlinal de Ratoncito (ver mapa geológico de la Plancha 137, El Cocuy; FABRE, OSORIO, VARGAS, *et al.*, 1981; Inf. 1877 INGEOMINAS). se puede todavía precisar que estos dos puntos no están separados por alguna falla.

Considerando la altura actual de los contactos de ciertas formaciones y el espesor de la columna sedimentaria se puede calcular la altura probable de la base de la secuencia cretácica en los dos puntos de referencia. Estas alturas fueron ubicadas en la Figura 2.

En la Zona de Bogotá, VAN DER HAMMEN, *et al.* (1973) demostraron que al principio del Plioceno la Formación Tilatá empezó a depositarse a menos de 500 m de altu-

ra en las zonas sinclinales. Tentativamente se puede pensar que el eje de los sinclinales no fue elevado durante el plegamiento de la secuencia sedimentaria que ocurrió durante el Mioceno medio y superior. Al contrario, el eje de los anticlinales fue probablemente levantado varios kilómetros durante estas fases de compresión.

Durante el Plioceno toda la cadena fue levantada rápidamente y este levantamiento epirogénico prosiguió de manera más lenta durante el Pleistoceno y el Holoceno (VAN DER HAMMEN *et al.*, 1973). En la Figura 2, se puede ver que entre el Mioceno medio y el presente, la base de la secuencia cretácica fue elevada en unos 12 km sobre el eje del anticlinal de Ratoncito, durante el plegamiento y levantamiento epirogénico de la cadena.

Durante los últimos 5 millones de años el levantamiento epirogénico fue de unos 5000 m en la zona de la Sierra Nevada del Cocuy. Es sin embargo probable que la velocidad de levantamiento haya alcanzado más de 2000 m/a. durante el Plioceno (c.f. VAN DER HAMMEN *et al.*, 1973).



FIG. 2. Movimientos verticales de la base de la secuencia cretácica durante los últimos 130 millones de años en la zona de la Sierra Nevada del Cocuy. (explicaciones en el texto).

## CONCLUSIONES

El esquema presentado en este trabajo está basado únicamente en datos de campo recolectados en la región del Cocuy o compilados en la literatura geológica publicada. Es probable que unos perfiles sísmicos y gravimétricos permitan precisar el espesor de la corteza y la geometría de las fallas principales.

Unos de los problemas más interesantes por estudiar es la evaluación de los acortamientos horizontales en la corteza durante las fases de compresión mio-pliocenas, así como la estimación de la extensión E-W durante la fase de distensión que ocurrió al principio del Cretáceo.

Estos movimientos horizontales son importantes porque los movimientos verticales observados (subsidiencia y levantamiento) no representan sino ajustamientos isostáticos debido al adelgazamiento de la litósfera durante la fase de extensión o al espesamiento de la corteza durante las fases de compresión.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente al profesor Fernando Etayo-Serna, de la Universidad Nacional de Colombia, por la determinación y la datación de todos los fósiles recolectados en la secuencia cretácica de la Sierra Nevada del Cocuy; sin esta base cronológica, este trabajo no hubiera podido ser realizado. Asimismo se le agradece varias correcciones de fondo en una primera versión de este trabajo.

Se agradece igualmente a Hugo Forero O. del INGEOMINAS y a Adiel Martínez P. de la Universidad Nacional (sede Medellín) por la corrección definitiva de este texto (primera y segunda parte).

## REFERENCIAS

- BRUNET, M.F., LE PICHON, X.- Effects des variations eustatiques sur la subsidence du bassin de Paris. *Bull. Soc. Geol. France*, (7), t. XXII, 4: 631-637. 1980.
- FABRE, A.- Estratigrafía de la Sierra Nevada del Cocuy. *Geol. Norandina*, 4: 3-12. 1981.
- FABRE, A., DELALOYE, M.- Intrusiones básicas cretácicas en las sedimentitas de la parte central de la Cordillera Oriental de Colombia. *Geol. Norandina*, 6: 19-2. 1983.
- JULIVERT, M.- Las Estructuras del Valle Medio del Magdalena y su significación. *Bol. Geol. U.I.S.*, 6: 33-52, Bucaramanga. 1961.

—, Cover and basement tectonics in the Cordillera Oriental of Colombia South America, and a comparison with some other folded chains. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 81: 3623-3646. 1970.

- JULIVERT, M., TELLEZ, Y.- Sobre la presencia de fallas de edad precretácica y pos-Girón (Jura-Triásico) en el flanco W del macizo de Santander (Cordillera Oriental, Colombia). Bol. Geol U.I.S., 12: 5-18. 1963.
- KOVAS, E. J., RODGERS, D.A., BINGER, S.H.- Seismic interpretation of back thrusts and displacement transfer zone between an échelon thrust faults, Middle Magdalena Valley, Colombia. V. Cong. Lat. Am. Geol. Argentina, 1982, Actas, 1:565-582. 1982.
- LE PICHON, X., ANGELIER, J., SIBUET, J. C.- Plate boundaries and extensional tectonics. Tectonophysics, 81: 239-256. 1982.
- MORALES, L. G., et al.- General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. Habitat of oil symp. AAPG Tulsa, 641-695. 1958.
- NETTLETON, L. L.- Gravity and magnetics in oil prospecting. MacGraw-Hill Inc. New York, 1-464. 1976.
- PENNINGTON, W.D.- Subduction of the Eastern Panama basin and seismotectonics of Northwestern South America. J. Geophys. Res., 86: 10753-10770. 1981.
- PONS, D.- Contribution a l'étude paléobotanique du Mésozoïque et du Cénozoïque de Colombie. These d'Etat, Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 1-655. 1983.
- SAWKINS, F.- Mineral deposits in relation to plate tectonics. Springer Verlag Berlin, 1-325. 1984.
- ULLOA, C., RODRIGUEZ, E.- Geología del Cuadrángulo K-12, Guateque, Inf. 1701, Ingeominas, Pub. en: Bol., 22: 1-84, Bogotá. 1979.
- Geología del Cuadrángulo K-13, Tauramena, Inf. 1706, Ingeominas, Pub. en: Bol. Geol., 24: 3-30, Bogotá. 1981.
- VAN DER HAMMEN, Th, WERNER, J.H., VAN DOMMELEN, H.- Palynological record of the upheaval of the Northern Andes: A study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Colombian Eastern Cordillera and the early evolution of ist high-andean biota, The Quaternary of Colombia, 2: 1-122. 1973.
- WARD, D.E., et al.- Geología de los cuadrángulos H-12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. Bol. Geol 21: 1-132, Bogotá. 1973.

#### ABSTRACT

It is proposed that all these eruptions in which there is an increase of stratigraphic level correspond to a Pliocene-Cenozoic, Late-Tertiary, Cretaceous-Andean, shield or sub-shield. They are tectonic traps.

Con la finalidad de contribuir a la geología de Colombia, y sobre todo de la zona del macizo de Santander, se han recopilado los datos de un estudio de 1951 de G. J. Kovalick y otros, por el cual se describen los campos petrolíferos de la zona del macizo de Santander, Colombia. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América. Tanto GOSPINA (1951) como el presente estudio se basan en el primer trabajo de Kovalick y otros, ya que con él se describen los campos petrolíferos de la zona del macizo de Santander, Colombia. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América.

En este estudio se han recopilado los datos de un estudio de 1951 de G. J. Kovalick y otros, por el cual se describen los campos petrolíferos de la zona del macizo de Santander, Colombia. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América.

que describen los campos petrolíferos de la zona del macizo de Santander, Colombia. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América.

Los autores de este estudio se basan en el primer trabajo de Kovalick y otros, ya que con él se describen los campos petrolíferos de la zona del macizo de Santander, Colombia. Este estudio se realizó en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el gobierno de Colombia y el gobierno de los Estados Unidos de América.