

CONSIDERACIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA PALEOGEOGRAFIA Y LAS AREAS DE APORTE PRECRETACICAS EN LA PROSPECCION DE HIDROCARBUROS EN EL VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA, COLOMBIA

Carlos Macía*, Jairo Mojica* & Fabio Colmenares*

MACIA, C., MOJICA, J. & COLMENARES, F. (1985): Consideraciones sobre la importancia de la Paleogeografía y las áreas de aporte precretácicas en la prospección de hidrocarburos en el Valle Superior del Magdalena, Colombia.- Geol. Colombiana 14, pp. 49-70, 11 Figs. Bogotá.

ABSTRACT

The Saldaña Formation, the upper part of the Payandé Group, constitutes the economic basement over a great area of the Upper Magdalena Valley in the southern part of Colombia.

Paleogeographic reconstruction at pre-cretaceous time provides important clues about the litological properties of the overlying prospective rocks and on their reservoir capabilities.

The paleogeomorphologic characteristics of the economic basement are a consequence of long-time weathering and erosion processes on the Payandé Group rocks, during most of Jurassic and Lower Cretaceous time. During this period intensive tectonic activity took place which mainly led to faulting and tilted-blocks. These structural features constituted the framework of pre-cretaceous morphology. On this surface, the Yaví and Caballos Formations (respectively continental to shallow marine and terrestrial-lagunar to litoral) were deposited and represent the inicial stages of the cretaceous transgression wich began during Aptian-Albian time in the Upper Magdalena Valley.

The Yaví Formation was considered to be the uppermost part of the Saldaña Formation representing the end of the jurassic volcanic-sedimentary cycle. However, new observations by Mojica & Macía (1982, 1983) show that when the Yaví Formation is present it actually makes up the base of the cretaceous sedimentary sequence.

KURZFASSUNG

Die "oekonomische Untergrund" ("economic basement") im Oberen Magdalena-Tal Kolumbiens, besteht wesentlich aus Formationen der Payandé-Gruppe, insbesondere aus seiner obersten Einheit: die Saldaña-Formation.

Untersuchungen des paleogeographischen Merkmales bzw. der Abtragungsgebiete tragen wertvolle Kenntnisse ueber die litologischen Charakteristika der unmittelbar uberlagernden, kretazischen Sedimente bei, sowie ueber ihre Erdoel-und Erdgasspeicherungsfaehigkeit.

Die Palaogeomorphologie des genannten Untergrunds entstand in Folge einer langen Erosionsphase (Jura bis Unterkreide), welche besonders die Elemente der Payandé-Gruppe betraf. Waehrend dieser

* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Zeitabschnitte ereignete sich eine stark geprägte, hauptsächlich Bruch- und Schollenkipplung-Tektonik, die zur Entstehung des präkretazischen Paleoreliefs beitrug, der innerhalb der unteren Kreide durch die Ablagerung der Yaví- und Caballos-Formationen bedeckt wurde. Für die Yaví-Formation sind kontinentale bis flachmarine, für die Caballos-Formation terrestrisch-lagunare bis litorale Ablagerungsbedingungen anzunehmen. Die Yaví und Caballos-Formationen stellen das Anfangsstadium der Apt-Alb Transgression im Bereich des oberen Magdalena-Tals dar.

Bis vor kurzer Zeit war die Yaví-Formation als oberste Strecke der Saldaña-Formation angenommen und damit, als Teil des jurasischen vulkan-sedimentären Zyklus interpretiert. Neuerliche Beobachtungen von Mojica & Macía (1982, 1983) zeigen jedoch, dass überall wo sie auftreten, die Yaví-Schichten die Basis der Kreide-Folge bilden.

RESUMEN

El estudio de las características de la paleogeografía y las áreas de aporte precretácicas puede proporcionar datos valiosos con respecto a las propiedades litológicas de las unidades suprayacentes al basamento económico, y en especial de su capacidad para almacenar hidrocarburos, según la relación: calidad del basamento/calidad de las rocas suprayacentes.

En el Valle Superior del Magdalena, el basamento económico está representado en su mayor parte por las formaciones que integran el Grupo Payandé, y en especial por su elemento superior, la Fm. Saldaña.

Los rasgos paleogeomorfológicos del basamento económico son el resultado de la exposición prolongada, durante buena parte del Jurásico y el Cretácico Inferior, de las unidades arriba mencionadas; en dicho intervalo se produjeron eventos tectónicos (principalmente fallamiento y basculamiento de bloques) que dieron lugar a una paleotopografía, sepultada luego por las Formaciones Yaví (continental-marina) y Caballos (terrestre-lagunare a litoral), que representan las etapas iniciales de la transgresión ocurrida, en el Valle Superior, a finales del Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano). Con respecto a la Fm. Yaví hay que resaltar que hasta hace poco tiempo se la consideraba como parte superior de la Fm. Saldaña, y por lo tanto como perteneciente al ciclo vulcano-sedimentario jurásico; sin embargo, observaciones recientes (Mojica & Macía 1982, 1983) indican que la Fm. Yaví constituye, en los lugares donde se la conoce, la base de la secuencia sedimentaria cretácica.

1. INTRODUCCION

El basamento económico está determinado por el límite a partir del cual se considera que las posibilidades de hallar yacimientos comerciales de hidrocarburos son remotas, o que el riesgo de la inversión es injustificado. Este límite es por lo tanto susceptible de modificación, de acuerdo con los avances en el conocimiento geológico de una región dada.

Se desea mostrar, en este trabajo, cómo el basamento económico en el Valle Superior del Magdalena (en adelante VSM), establecido con razón en la base de la Fm. Caballos, podría cambiarse, al menos localmente, si se tiene en cuenta que, como se describe más adelante, en varios sitios la unidad basal del ciclo sedimentario cretácico no está representada por la Fm. Caballos, sino por la infrayacente Fm. Yaví, constituida por una secuencia de areniscas, limolitas y conglomerados, según lo establecen Mojica & Macía (1983a, b).

Por otra parte, el avance en el conocimiento de la paleogeografía y de las características de las áreas de aporte precretácicas, podría proporcionar valiosa información con respecto a las propiedades litológicas de las unidades suprayacentes al basamento económico, y a la identificación de trampas paleogeomorfológicas.

En la presente nota nos hemos propuesto transcribir de manera condensada y gráfica la información disponible, referida casi en su totalidad a trabajos de geología de superficie, complementada con nuevos datos obtenidos por los autores.

1.1. El Valle Superior del Magdalena

El VSM es una depresión, alargada en la dirección NNE-SSW, que separa las Cordilleras Central y Oriental, en la mitad meridional de Colombia (Fig. 1). Desde el punto de vista estrictamente morfológico, y entendido como la parte baja y llana entre las cordilleras adyacentes,

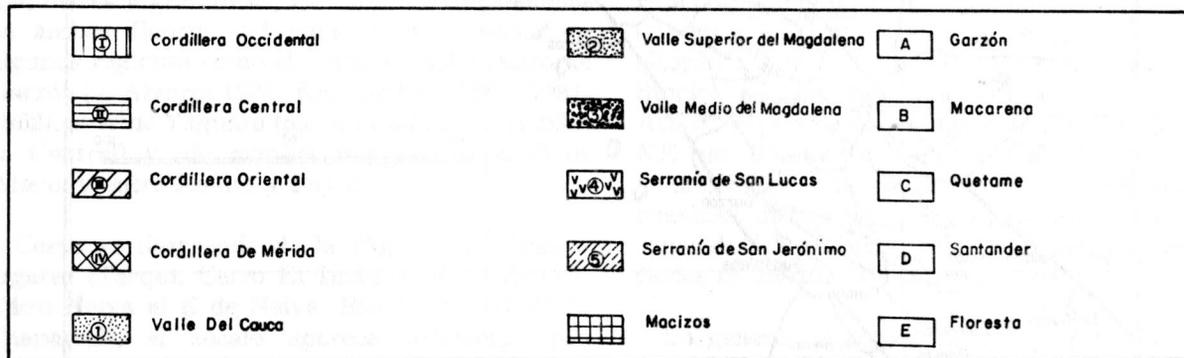
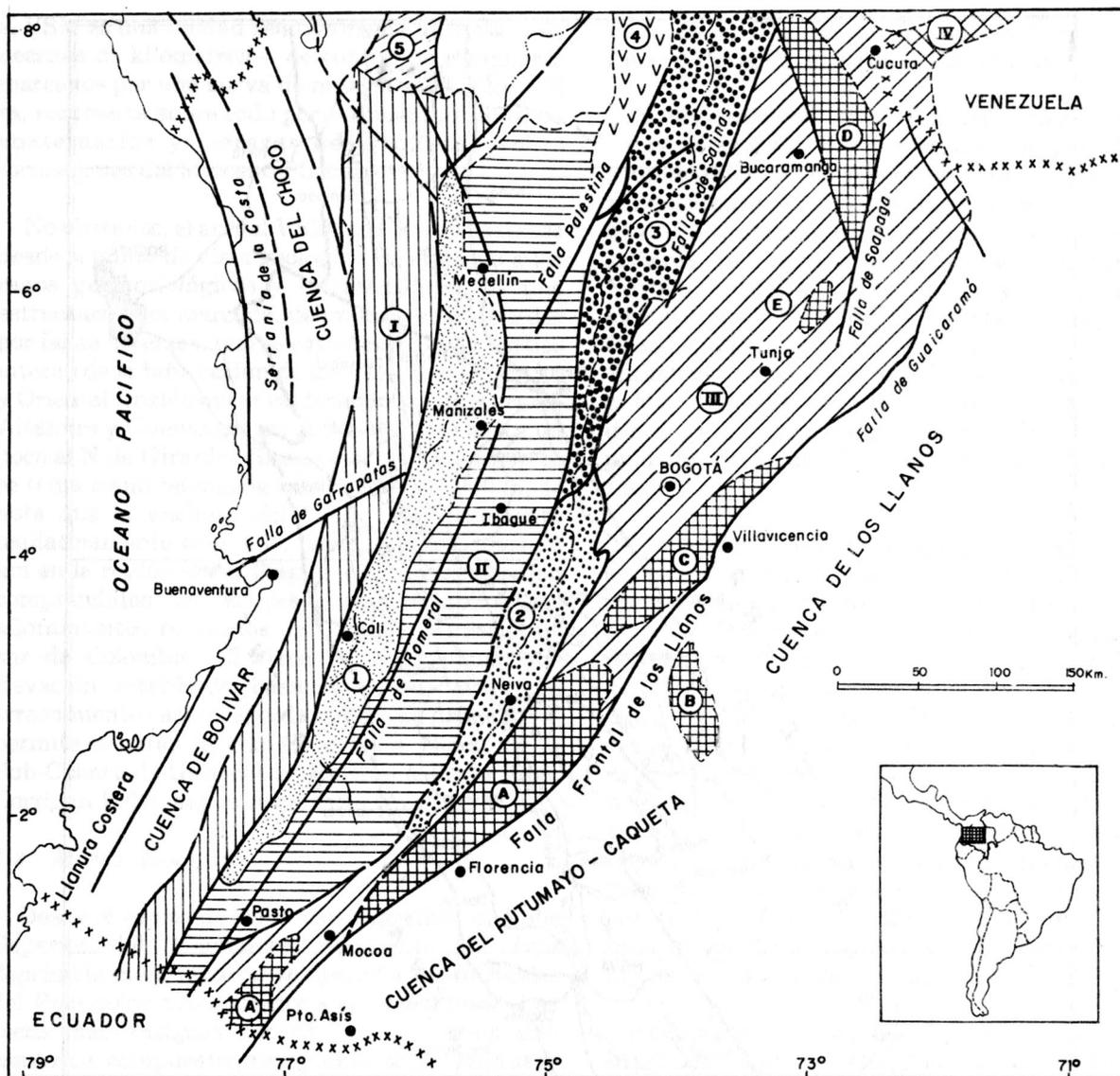


Fig. 1 Localización del Valle Superior del Magdalena y provincias geológicas circundantes (simplificado de Mojica & Dorado, in print).

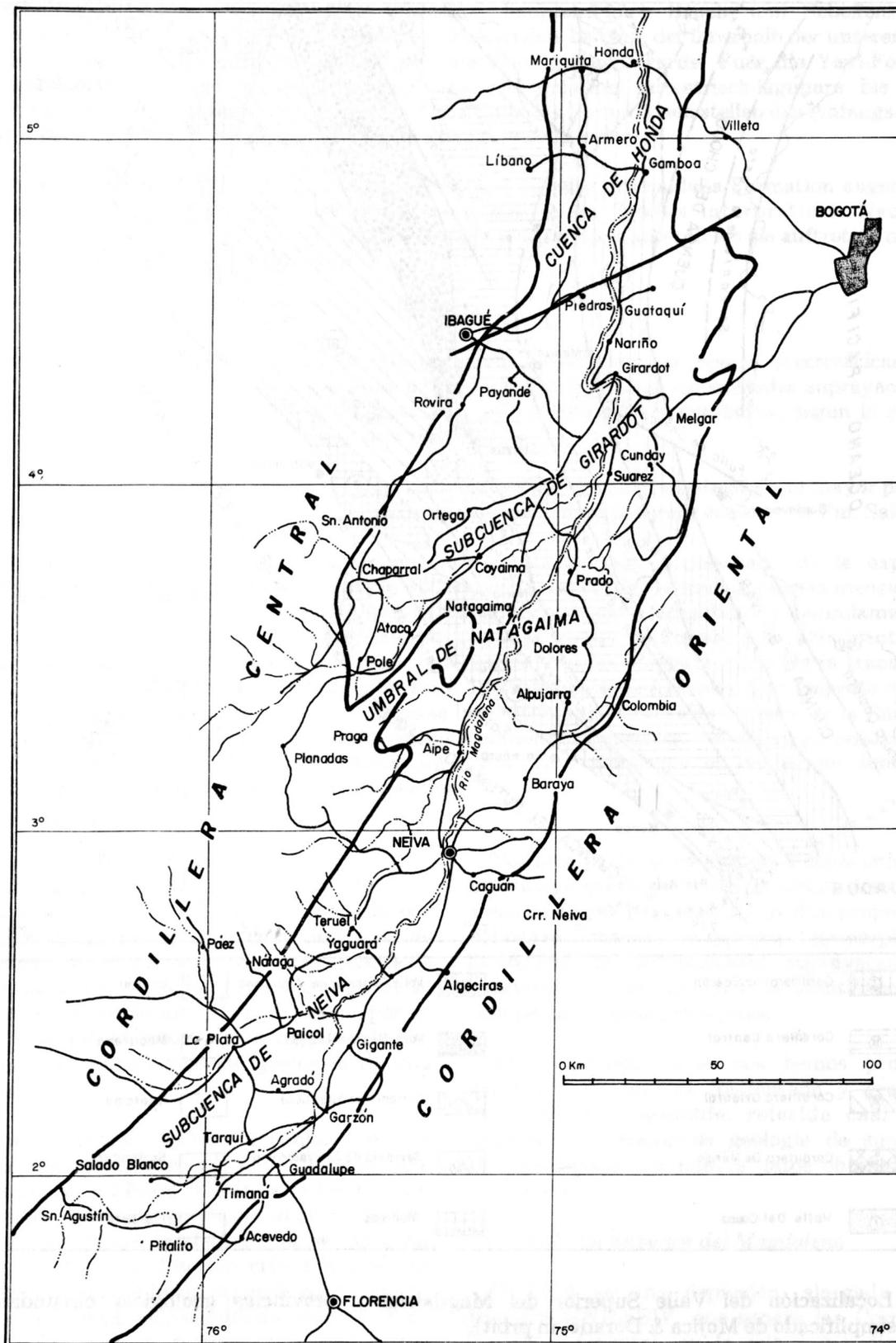


Fig. 2 Extensión del Valle Superior y división morfotectónica del mismo.

el VSM es una unidad relativamente angosta —de decenas de kilómetros— de contornos irregulares marcados por una curva de nivel cercana a los 500 m, recubierta sobre todo por sedimentos aluviales cuaternarios y terrazas desarrolladas sobre formaciones del Mioceno-Plioceno.

No obstante, el actual VSM, como se lo entiende desde el punto de vista geológico, en atención a los rasgos geomorfológicos y estratigráficos, es una estructura bien marcada, delimitada en los bordes por fallas inversas, que se extiende desde el vértice interno de la bifurcación de las Cordilleras Central y Oriental (región entre las localidades de Agrado, Altamira y Guadalupe, en el S del Huila) hasta un poco al N de Girardot (línea Guataquí-Piedras). Si se toma como referencia las alturas de 1.000 m, se nota que la anchura del “valle” se incrementa paulatinamente de S a N, hasta alcanzar unos 70 km en la región entre Ibagué y Girardot. Quedan comprendidos en él prácticamente todos los afloramientos conocidos del Triásico-Jurásico del sur de Colombia. El Arco de Natagaima, una elevación notable del basamento económico, con arrasamiento casi total de la cobertera productiva, permite separar la Sub-Cuenca de Neiva de la Sub-Cuenca de Girardot (v. Beltrán & Gallo 1968; Corrigan 1967), según se muestra en la Fig. 2.

1.2 Marco Geológico

Desde el punto de vista estratigráfico, el Valle Superior del Magdalena representa un área deprimida cuya historia se remonta hasta finales del Paleozoico y/o comienzos del Mesozoico. Las rocas más antiguas constituyen un zócalo precámbrico, compuesto principalmente por migmatitas, neises y granulitas, que aflora extensamente en ambos flancos del valle, y en especial en algunas regiones como el borde W del Macizo de Garzón (v. Alvarez 1981; Kroonenberg 1980, 1981, 1982), al W de Yaguará (pie oriental de la Cordillera Central) y, de manera restringida, al S de Ataco, y entre Rovira y Payandé.

Como se desprende de la Fig. 3, en algunos lugares (Tarqui, Cerro El Imán al E de Rovira, Cerro Neiva al E de Neiva, Río Amoyá al W de Chaparral), el zócalo aparece recubierto por sedimentitas fosilíferas paleozoicas (v. Forero 1973; Stibane 1968; Kroonenberg & Diederix 1982; Núñez et al. 1984), en tanto que en otros (Fig. 9) el Mesozoico Inferior reposa directamente sobre el fundamento metamórfico. Sin embargo, la situación normal en el VSM es que la columna estratigráfica aflorante, o conocida en el subsuelo, comience con alguna de las unidades del Grupo

Payandé (v. Fig. 4), al W con las Formaciones Luisa o Payandé, al E con la Fm. Saldaña.

El Mesozoico del VSM está constituido por dos tipos diferentes de materiales: a) las rocas continentales y marinas del Triásico-Jurásico, representadas por el Grupo Payandé y b) sedimentitas del Cretácico, en general marinas de aguas someras, representadas de base a tope por las Formaciones Caballos, Villeta y Guadalupe; localmente (Prado-Dolores-Ataco-Natagaima, Páez-La Plata, y posiblemente en La Jagua, Huila), por debajo de la Fm. Caballos se encuentra la Fm. Yaví (Cretácico Inferior no precisado), que descansa, de manera discordante, sobre distintas unidades del Grupo Payandé, o más antiguas (v. Fig. 9).

El Terciario, con desarrollos no uniformes y espesores de hasta varios miles de metros, se compone de sedimentos continentales (conglomerados, areniscas sucias, arcillolitas y limolitas multicolores) que incluyen de abajo hacia arriba la Fm. Guaduas, los Grupos Gualanday y Honda y las Fms. Mesa y Gigante. No obstante, con respecto a la nomenclatura del Terciario de las subcuencas de Neiva y Girardot existen diversas opiniones (v. Beltrán & Gallo 1968: Figs. 2 y 3), lo cual representa un obstáculo para la comparación regional. Las Fms. Mesa y Gigante, integradas en gran parte por materiales vulcanoclásticos plio-pleistocenos, derivados de la Cordillera Central, constituyen conjuntamente con diversos sedimentos cuaternarios el relleno más joven del VSM.

Además de las unidades mencionadas, en el ámbito del VSM, se observan cuerpos granodioríticos, cuarzomonzoníticos y dioríticos, jurásicos, que intruyen las rocas de la cobertera hasta la altura de la Fm. Saldaña; tal es el caso de los Stocks del área de Payandé-Rovira, E y S de Ataco, W y SW de Natagaima, W de Dolores y NE de Yaguará. En Payandé-Rovira, por metamorfismo de contacto en las formaciones triásicas, dichas intrusiones generan mármoles y zonas de “skarn” (Barrero, 1969), con mineralizaciones de sulfuros de cobre y otros.

En general, el actual VSM —y lo mismo vale para el Valle Medio— está limitado por grandes fallas inversas y/o de cabalgamiento, con transporte tectónico hacia el W en el borde oriental, y hacia el E en el borde occidental. Es éste un estilo tectónico producto de deformaciones compresivas ocurridas en el Cenozoico y en especial a finales del Mioceno, durante la fase terminal de la orogenia andina. Vale la pena

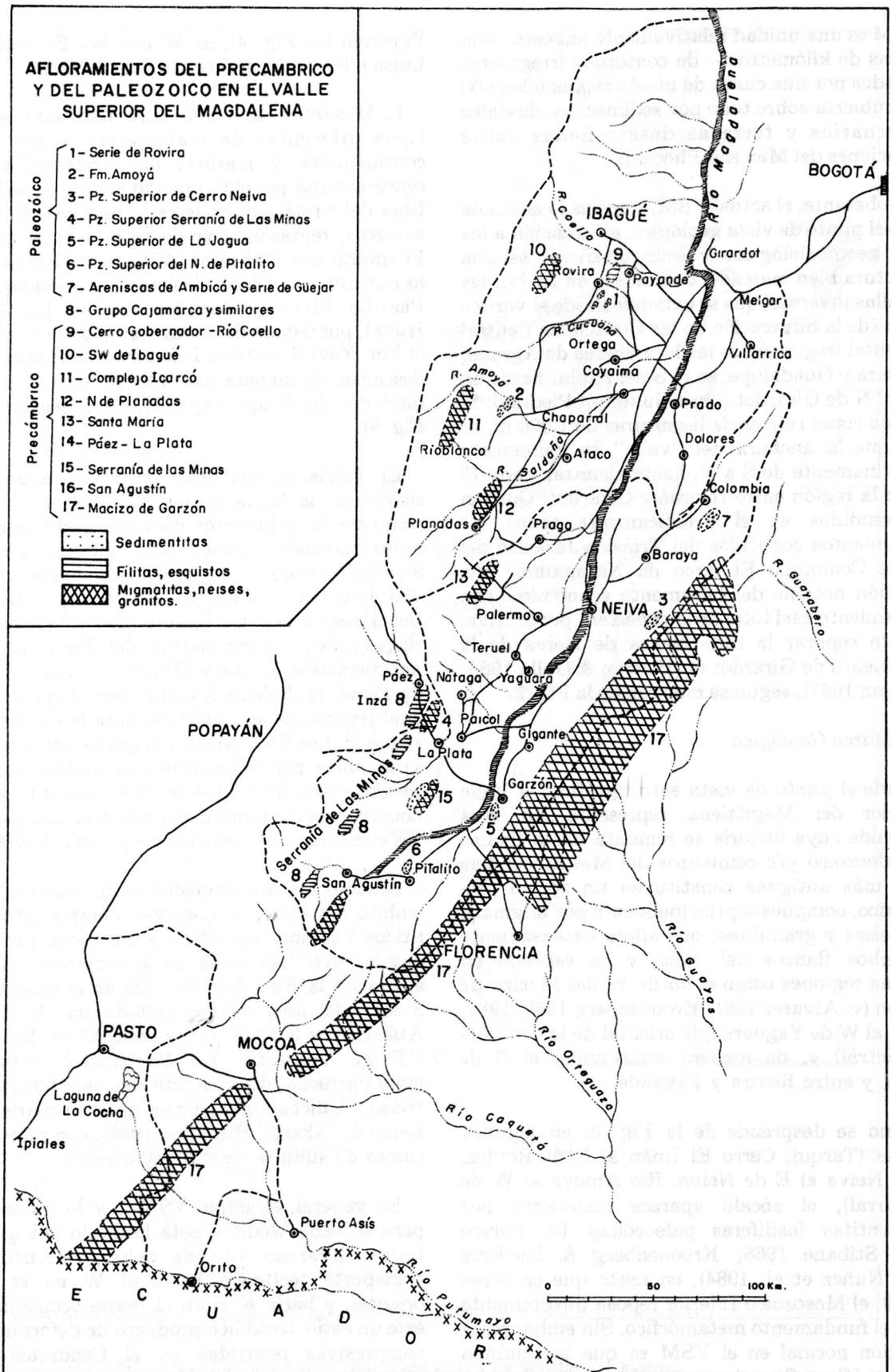


Fig. 3 Afloramiento conocidos del Precámbrico y del Paleozoico en el Valle Superior del Magdalena.

anotar que el fallamiento inverso se observa también en las partes centrales del valle (Méndez & Rubio, 1984). No obstante, como se describe más adelante, la tectónica durante el Triásico-Jurásico se interpreta como de tipo distensivo, y el ancestral Valle del Magdalena como un graben supracontinental o rift.

Considerando el aspecto económico, el VSM constituye un área importante, pues produce unos 40.000 barriles diarios de petróleo y, según reportan Gómez (1984) y Acipet (1984) la producción proviene de unidades terciarias y cretácicas, ante todo Honda, Gualanday Inferior, Guadalupe (Monserrate) y Villeta. La última, única constituida por shales negros y bituminosos y calizas aromáticas fosilíferas, se reconoce como la unidad generadora. El Grupo Payandé —y en particular su elemento superior vulcanosedimentario, la Fm. Saldaña— ha de constituir el basamento económico y mecánico de la cuenca, de manera similar a lo sugerido para el grupo Girón en el Valle Medio por Kovas et al. (1982).

1.3 Estudios Previos

Sin pretender hacer un minucioso recuento bibliográfico acerca de la geología del VSM, vale la pena destacar trabajos generales que han servido de soporte para investigaciones precedentes y que aportan, además, importante información básica; si bien, la mayoría de tales publicaciones se refiere a la geoforma actual, su estructura y origen, algunos autores presentan también consideraciones sobre las características de las unidades precretácicas.

Hettner (1892) entiende el Valle del Magdalena, en su parte N (entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Cordillera Central), como una estructura de graben. Stille (1907) concuerda con la opinión de Hettner (op. cit.), extendiéndola a todo el Valle del Magdalena; para el VSM, en particular, postula un estilo de pilares y fosas generados por movimientos ocurridos en el Terciario Superior, probablemente relacionados con líneas tectónicas más antiguas; Weiske (1938) se acoge completamente a las tesis de Stille (op. cit.).

Grosse (1935) incluye minuciosas descripciones litológicas que permitieron postular la ocurrencia de la Fm. Yaví en el S del Huila, lo cual fue comprobado con los trabajos de campo de Concha et al. (1984).

Royo y Gómez (1942) sostiene que el Valle del Magdalena —en lugar de una fosa tectónica— es un sinclinorio de pliegues tumbados hacia su eje.

Burgl (1961a), contribuye con importantes consideraciones sobre la estratigrafía y la geometría de la cuenca de sedimentación cretácica en la región de Ortega.

Jacobs et al. (1963) consideran que la tectónica de finales del Paleozoico en Colombia se caracterizó por fallamiento de bloques y sugieren una ingresión marina ocurrida en el Titoniano-Valanginiano, que habría avanzado desde el S. Por el contrario, Etayo et al. (1976) señalan que la transgresión cretácica penetró desde el N, alcanzando el VSM apenas en el Aptiano-Albiano.

Campbell (1974), coincide con Jacobs et al. (op. cit.), al aceptar una tectónica de bloques ligeramente anterior a la transgresión cretácica.

Geyer (1973) discute las correlaciones lito —y bioestratigráficas de las unidades asignadas al Triásico-Jurásico y la evolución paleogeográfica durante estos períodos. Con base en las características faciales de las formaciones triásico-jurásicas y su distribución, postula 3 posibles vías de ingresión hacia la región del Valle del Magdalena: El Corredor de Panamá (activo en el Jurásico Inferior), el de Ibagué (activo entre el Triásico Superior y el Titoniano), y el de Nariño (activo durante el Triásico Superior-Jurásico Inferior). Una discusión con respecto a tales corredores se encuentra en Mojica (1982).

Geyer (1979) propone un modelo según el cual la transgresión iniciada en el Titoniano hacia la "Cuenca de Cundinamarca-Boyacá", habría ocurrido a través de la Cordillera Central, merced al desarrollo de una estructura de tipo aulacoclinal, orientada en sentido W-E. Dicho modelo se apoya en la concepción de Stibane (1968) y Burgl (1961b), quienes caracterizan al VSM como una franja sometida desde el Paleozoico a movimientos verticales, que explicarían las ingresiones ocurridas en él durante el Triásico Superior-Jurásico Inferior.

Geyer (1980) agrupa las unidades litoestratigráficas mesozoicas del NW de Suramérica en seis magnafacies, que marcan desarrollos tectosedimentarios individuales y permiten identificar condiciones paleogeográficas uniformes durante la evolución de cada magnafacies.

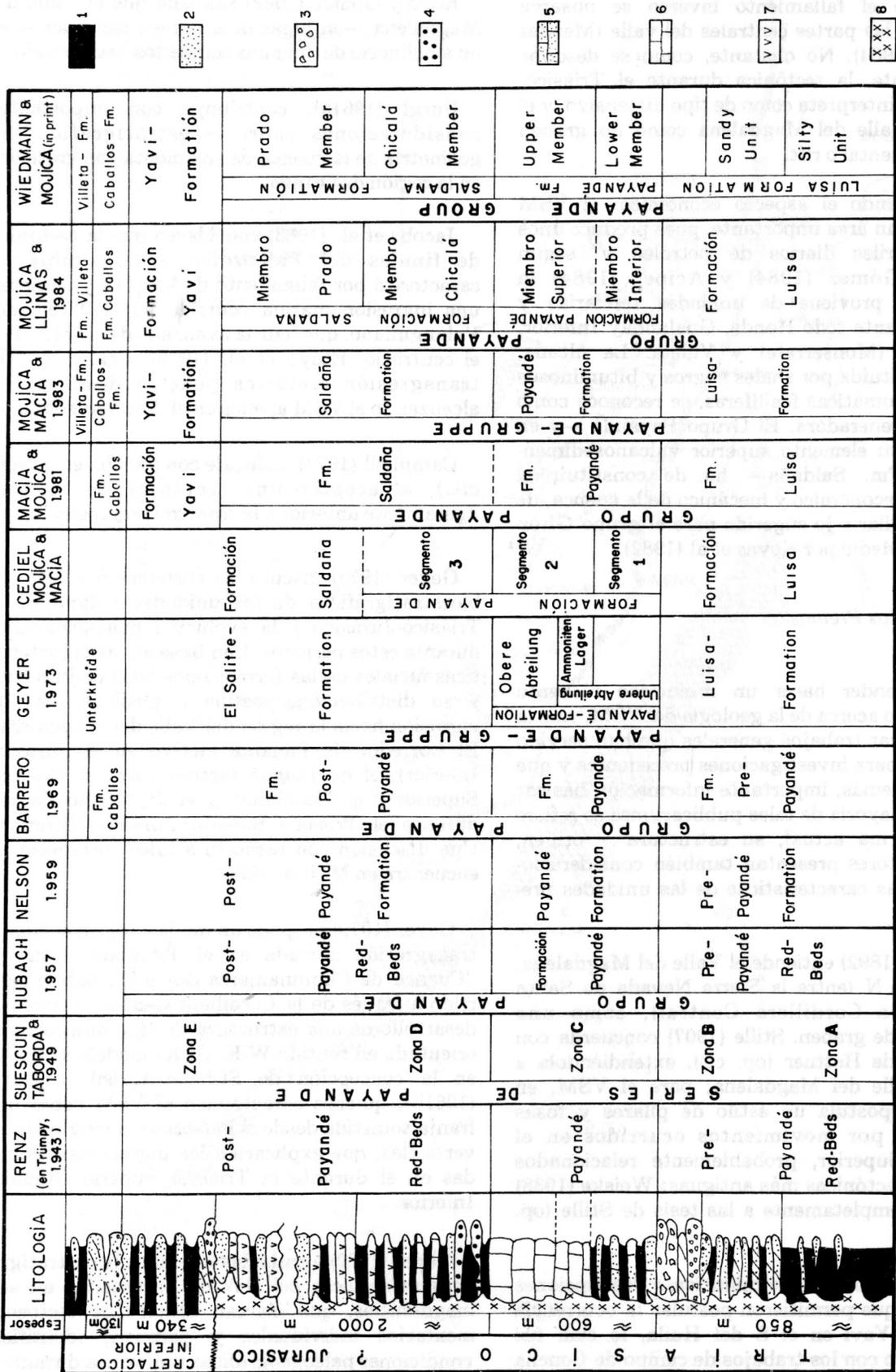


Fig. 4 Columna estratigráfica generalizada y nomenclatura del Mesozoico precretácico / Cretácico bajo del Valle Superior del Magdalena. 1: Limolitas; 2: arenisca; 3: conglomerados; 4: olistostromas de caliza / limolita; 5: calizas; 6: calizas arenosas; 7: vulcanitas; 8: intrusivos granodioríticos.

Macía & Mojica (1981), basados en el análisis de las características petrológicas de la Fm. Saldaña postulan que las vulcanitas correspondientes provienen de la fusión de material siálico, a partir de un proceso de abombamiento del manto superior, y el consecuente adelgazamiento y fallamiento distensivo de la corteza. Así, el ancestral VSM podría interpretarse como parte de un sistema de graben o rift supracontinental (Macía & Mojica, op. cit.).

En la presente síntesis se han tenido en cuenta también los resultados logrados en diversos cursos de geología de campo (Depto. de Geociencias, Univ. Nal., Bogotá) y en los trabajos de grado de: Beltrán & Guerrero (1983), Concha et al. (1984), Fajardo (1981), Guerrero & Támara (1982), Jimeno & Guevara (1976), Méndez & Rubio (1984), Mendivelso (1982), Rodríguez & Orsini (1977), Vidales & Flórez (1982).

Así mismo, como información gráfica general, se consultaron los Mapas Geológicos de Colombia (Arango et al. 1976; Cediél et al. 1976) y de los Departamentos del Tolima (Kassem & Arango 1974), Cauca (París & Marín 1979) y Nariño (Arango & Ponce 1982), además de las planchas M-8 (Raasveldt & Carvajal 1957), y N-8 (Torres et al. 1959), publicadas por el entonces Servicio Geológico Nacional.

Para la elaboración de las Figuras 3, 5, 6 y 7 se tuvieron en cuenta los avances consignados en los informes anuales de Ingeominas, correspondientes a los años 1978, 1979, 1980 y 1981.

2. ESTRATIGRAFIA

2.1. El Basamento Económico

En el VSM, el substrato de la Fm. Caballos (Aptiano-Albiano) -considerada como la base de la cobertura productiva, está constituido, en orden de importancia, por las siguientes unidades:

- Grupo Payandé, en especial su elemento superior, la Fm. Saldaña.
- Los cuerpos intrusivos granodioríticos a dioríticos, emplazados durante el Jurásico.
- La Fm. Yaví, de origen predominantemente continental.
- Metamorfitas del Precámbrico-Paleozoico Inferior (?) y sedimentitas del Paleozoico Superior, localizadas por lo general hacia los bordes de la cuenca.

2.1.1. Precámbrico (Fig. 3)

Migmatitas precámbricas afloran en el borde W de la Cordillera Oriental (Macizo de Garzón) y en algunas localidades del flanco E de la Cordillera Central (Payandé: Cerro Gobernador, región Páez-La Plata, cabeceras del Río Amoyá, entre otras). Descripciones de la petrografía, caracterización de las facies de metamorfismo, origen y edad se encuentran en los trabajos de Kroonenberg (1981, 1982); Kroonenberg & Diederix (1982); Alvarez & Cordani (1980) y Alvarez (1981).

De otro modo, Galvis & Huguett (1982) postulan que buena parte de las rocas asignadas hasta ahora al Batolito de Ibagué (Jurásico Superior-Cretácico Inferior según las dataciones radiométricas K/Ar de Vesga & Barrero 1978) han de representar el precámbrico, con lo cual, el área de sus afloramientos en la Cordillera Central se incrementaría notablemente.

2.1.2. Paleozoico Inferior

Grupo Cajamarca. Definido por Nelson (1959). Está constituido por metamorfitas de bajo a medio grado, principalmente esquistos que según lo señalan Kroonenberg & Diederix (1982) y Concha et al. (1984), ocupan extensas áreas del flanco E de la Cordillera Central: regiones de Bordonos-Morelia y La Plata (Vereda La Estrella).

Acerca de la edad del Grupo Cajamarca existen diversas opiniones: Nelson (1959) lo sitúa en el Paleozoico no precisado; Julivert (1968:25) sugiere que se trata del Cambro-Ordoviciano; Forero (1973:143) considera que se está ante sedimentitas metamorfizadas durante el Siluriano-Devoniano Inferior.

Grupo Güejar. Definido por geólogos de Shell (Trümpy 1943) como una sucesión de "arcillas algo filíticas o pizarras que alternan con areniscas cuarcíticas y grauwacas".

Aunque el Grupo Güejar no ha sido identificado con seguridad en el ámbito del VSM, existen indicios sobre su presencia en las regiones al SW de Colombia y E de Neiva. En el primer caso se trata de las "Areniscas de Ambicá" (Trümpy 1943) y de las unidades pre-devonianas mencionadas por Ulloa (1983), entre ellas las "Sedimentitas de San Isidro (areniscas y limolitas con espesor mayor de 5000 m) y Agua Blanca (limolitas con graptolites del Arenigiano)". El segundo caso tiene que ver con una "serie" estéril, supuestamente cambro-ordoviciano, que aflora por debajo del Carboniano

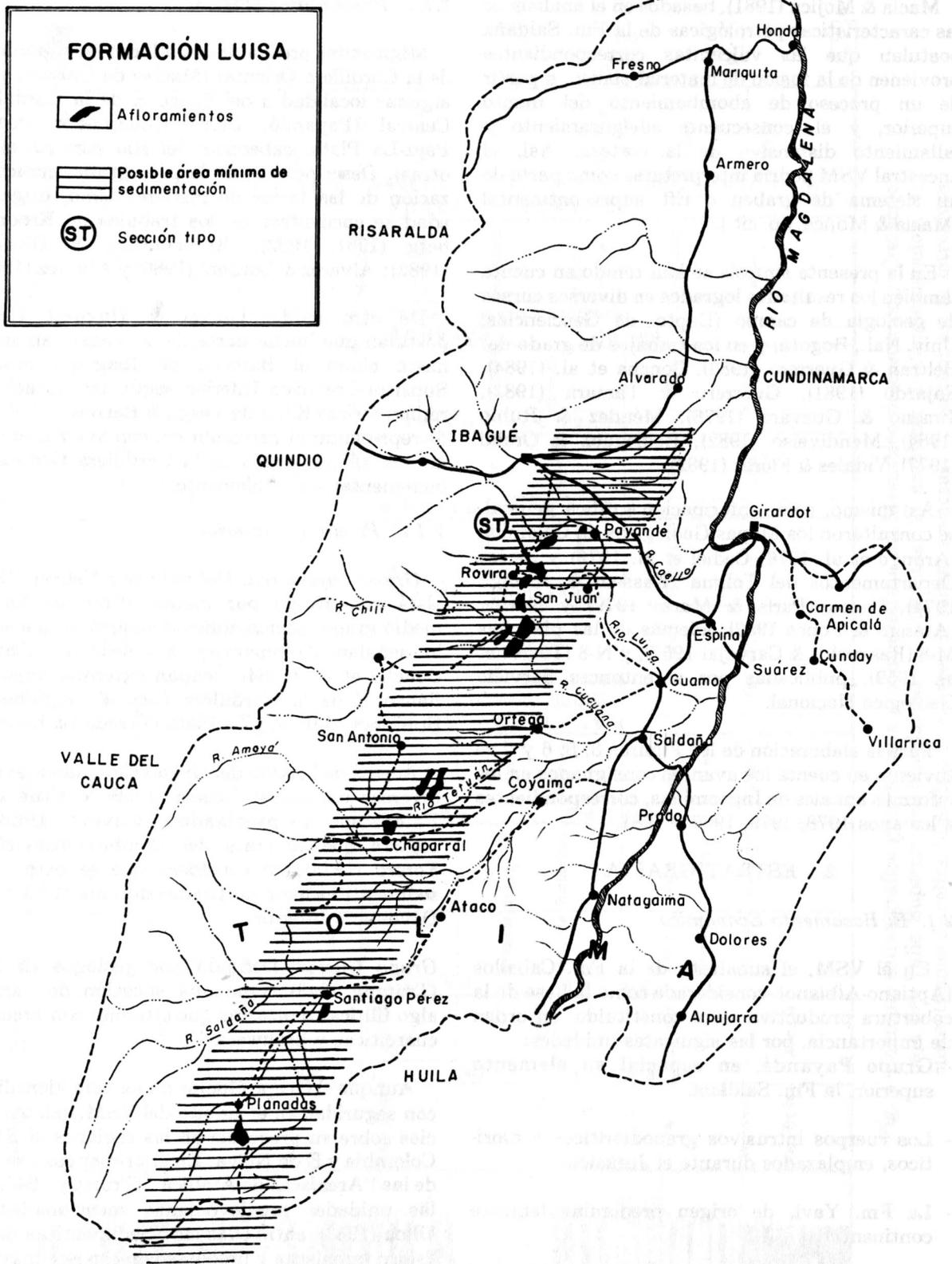


Fig. 5 Afloramientos e hipotética extensión original de la Fm. Luisa (posiblemente Triásico prenoriano).

fosilífero en Cerro Neiva y que Stibane (1968: Fig. 30) compara con duda con el Grupo Güejar. Así, estos datos confirman la ocurrencia del Paleozoico Inferior en el borde W de la Cordillera Oriental y abren la posibilidad de nuevos hallazgos.

2.1.3. Paleozoico Superior

Conocido sobre todo en el extremo S del VSM, aunque en afloramientos poco estudiados. Se trata de las sedimentitas marinas del Devoniano Superior-Carboniano, que se encuentran en La Yunga y Caguán, cerca de La Jagua, y constituidas principalmente por areniscas y arcillolitas grises y rojas y calizas en general silicificadas, con escasa fauna del Devoniano y abundante del Misisipiano-Pensilvaniano (Stibane & Forero 1969). Kroonenberg & Diederix (1982) citan también localidades nuevas al W de Tarqui (Serranía de las Minas) y al N de Pitalito (Vereda El Chircal).

El único hallazgo de Paleozoico Superior fosilífero en la mitad septentrional del VSM, ha sido reportado por Forero (1973), quien describe una delgada secuencia de arcillolitas, intercaladas con bancos menores de areniscas, que aflora en el Cerro El Imán al E de Rovira, en una complicada situación tectónica. Este conjunto sedimentario, denominado "Serie de Rovira" por Ulloa (1983), contiene, según Forero (op. cit.), fauna propia del Devoniano Medio-Superior.

En el flanco E de la Cordillera Central, al W de Chaparral, Núñez et al. (1984) describen una nueva unidad, denominada Fm. Amoyá, que por su posición estratigráfica ha de representar un lapso paleozoico, aún no precisado.

La Fm. Amoyá se compone de una sucesión monótona, angiomtamórfica, de pelitas negras, con esporádicas intercalaciones de areniscas oscuras, cuarzosas, de grano fino; el espesor debe alcanzar varios centenares de metros.

Finalmente, Stibane (1968: 50-51) sugiere la presencia de sedimentos carbonianos en Cerro Neiva. Se trata de un conjunto de unos 30 m de shales oscuros con intercapas arenosas, y cerca de 40 m de calizas ondulosas con briozoos, corales, espiriferidos y gasterópodos, que infrayace a una sucesión roja, vulcanoclástica, que él compara con el "Payandé".

2.1.4. Triásico-Jurásico

La sucesión litológica más completa del Mesozoico pre-cretácico del VSM aparece en la

región entre Payandé y Rovira. Fue allí donde Renz (en Trümpy 1943) estableció la división tripartita que se conoce como Grupo Payandé (sensu Hubach 1957), sobre cuya nomenclatura existen diversas opiniones (Fig. 4). Las unidades que conforman el Grupo Payandé han sido redefinidas como Fm. Luisa (elemento inferior), Fm. Payandé (elemento intermedio) y Fm. Saldaña (elemento superior) por Cediél et al. (1980, 1981), quienes presentan una amplia descripción de sus características estratigráficas, faciales y petrográficas.

En la localidad tipo, la Fm. Luisa (Triásico pre-Noriano no precisado), está constituida por una secuencia granocreciente de capas rojas de origen continental, y espesor aflorante de unos 850 m. Allí, la columna estratigráfica se compone, de abajo hacia arriba, de limolitas, areniscas arcósicas y conglomerados polimícticos brechosos. Hasta ahora la base original de la formación no se conoce, pues en los casos observados el límite inferior es fallado, o se encuentra intruido. En la Fig. 5 se muestran los afloramientos reportados de la Fm. Luisa y su posible área mínima de sedimentación, que conforma una franja estrecha, restringida al sector occidental del VSM.

La Fm. Payandé (Triásico Superior) está integrada por una sucesión, de varios centenares de metros, de calizas gris oscuras, en ocasiones bioclásticas; hacia la base alternan con abundantes y potentes intercalaciones de limolitas oscuras, que yacen en aparente concordancia con los conglomerados del tope de la Fm. Luisa. La parte alta de la Fm. Payandé contiene los niveles fosilíferos, descubiertos por Renz (en Trümpy 1943), con una fauna de amonitas y bivalvos, revisada taxonómicamente por Geyer (1973), que permite identificar el Triásico terminal. Los afloramientos de la Fm. Payandé ocupan una extensión mayor que los de la Fm. Luisa, según se muestra en la Fig 6, lo cual sugiere un incremento notable del área de sedimentación y por ende de los procesos tectónicos responsables de la subsidencia.

La Fm. Saldaña (Triásico terminal-Jurásico Inferior a Medio?) representa el elemento vulcanosedimentario del Grupo Payandé, y de acuerdo con las investigaciones recientes de Wiedmann & Mojica (in print), Mojica & Dorado (in print), Mojica & Llinás (1984), puede ser dividida en un elemento inferior, o Miembro Chicalá, y uno superior, o Miembro Prado. El Miembro Chicalá está constituido por sedimentitas oscuras, en general negro-grisáceas y verdosas, que incluyen limolitas, olistostromas calcáreos, areniscas fel-

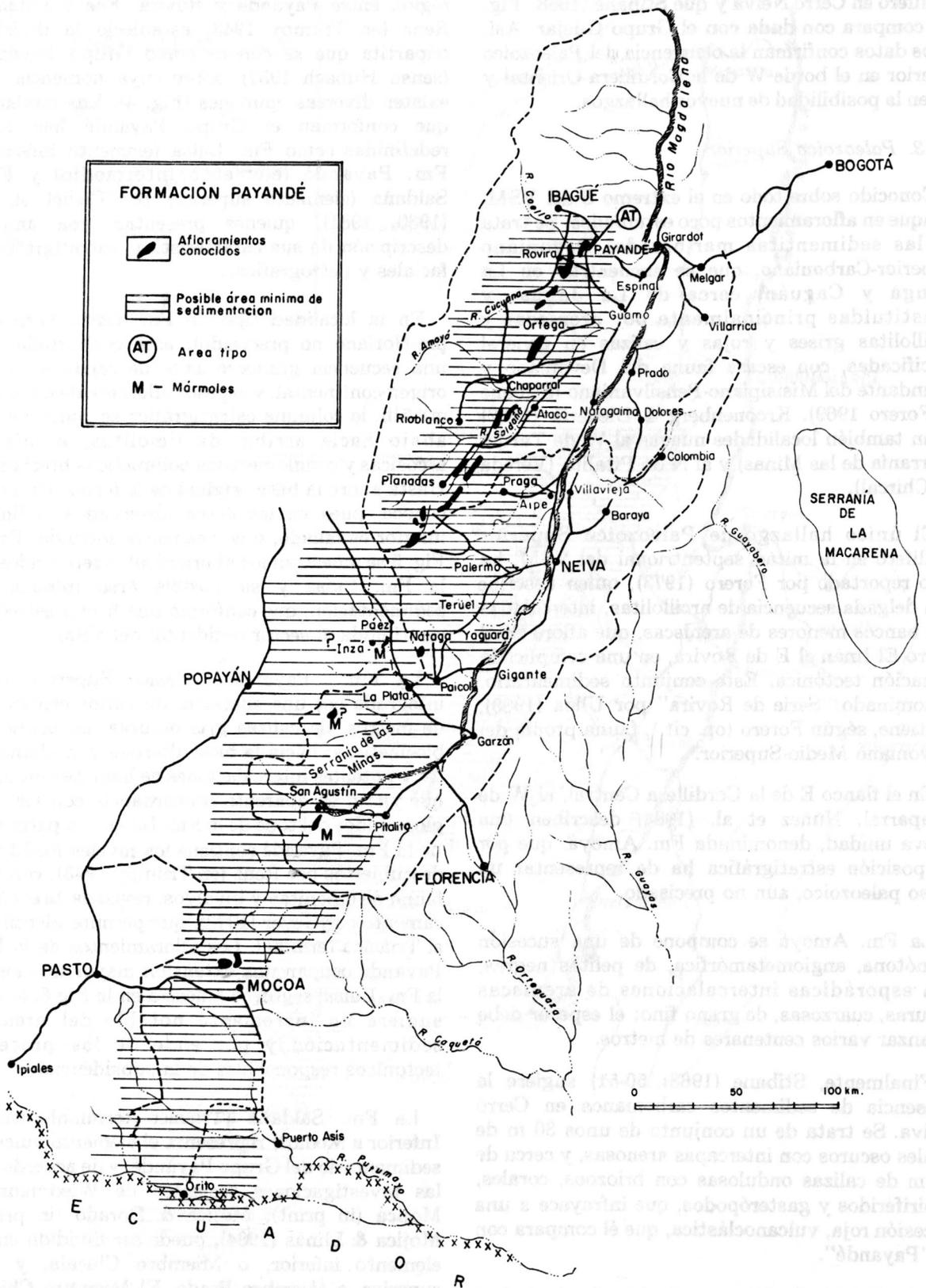


Fig. 6 Afloramiento e hipotética extensión original de la Fm. Payandé (Noriano-Retiano).

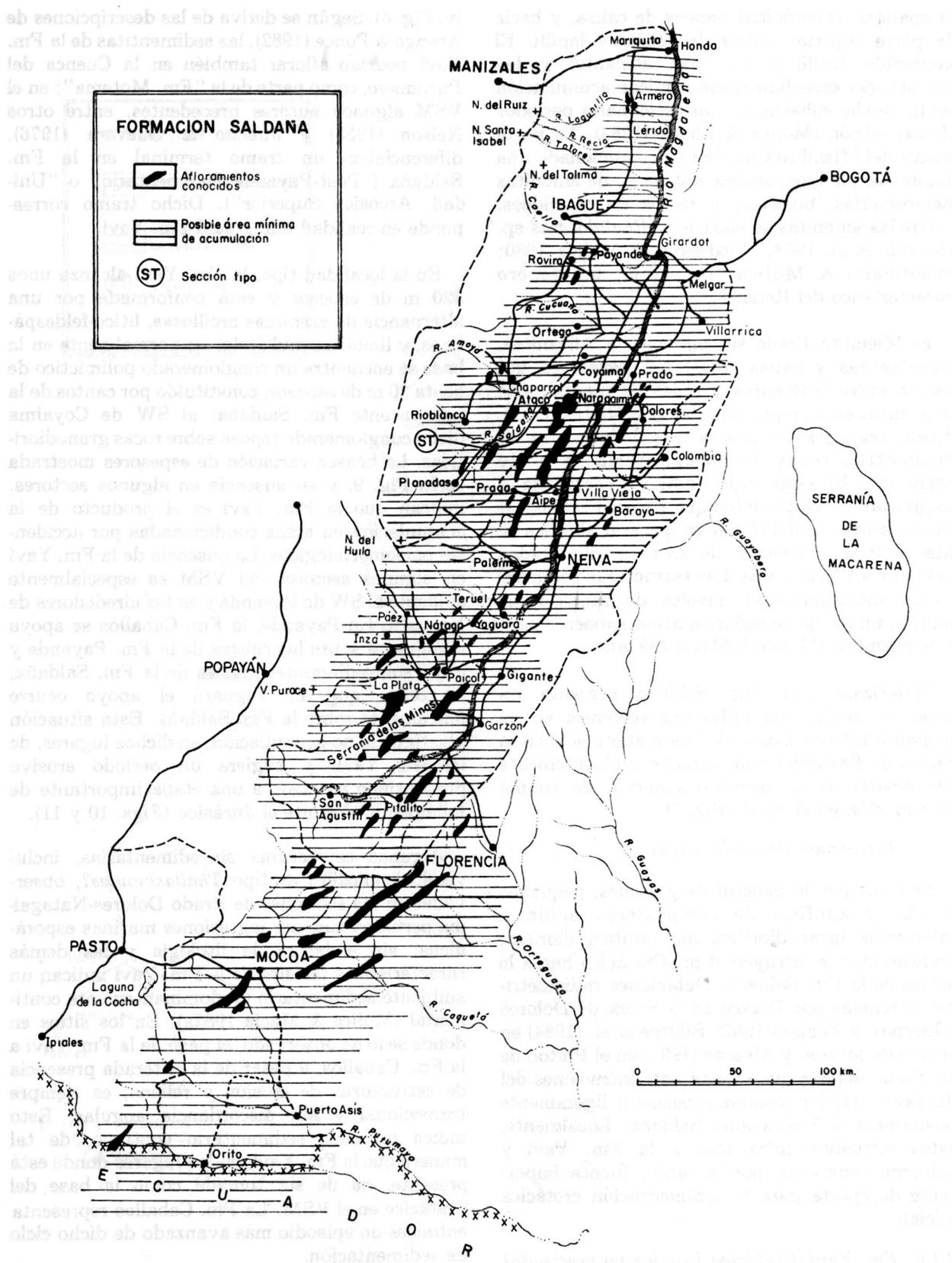


Fig. 7 Afloramiento e hipotética extensión original de la Fm. Saldaña (Retiano-Jurásico Inferior-?Medio).

despáticas, esporádicos bancos de caliza, y hacia la parte superior, tobas de ceniza y lapilli. El contenido fosilífero (v. más adelante) y las estructuras sinsedimentarias indican acumulación en un medio subacuoso, con ocasionales períodos de exposición (Mojica & Llinás (1984). La parte media del Miembro Chicalá ha proporcionado una fauna marina que consiste ante todo de amonitas heteromorfas, bivalvos, y restos de crinoideos. Entre las amonitas se encuentra *Rhabdoceras* sp. (Mojica et al. 1978; Wiedmann & Mojica 1980; Wiedmann & Mojica, in print), un género característico del Retiano.

El Miembro Prado se compone de vulcanitas, piroclastitas y capas rojas, con espesores que varían entre centenas y miles de metros. Las vulcanitas están representadas por riolitas, rioclititas, traquitas y andesitas; localmente se encuentran rocas basálticas hacia la parte terminal. El contenido fósil se restringe a improntas de vertebrados que parecen señalar el Sinemuriano, o el Liásico en general (Mojica & Macía 1982b), además de troncos silicificados (Vidales & Flórez 1983). Las estructuras sedimentarias encontradas en niveles de capas rojas indican un medio de sedimentación subaéreo para este miembro (Mojica & Macía 1982a).

Sintetizando, la Fm. Saldaña presenta un carácter marino con influencia volcánica en su miembro inferior (conocido hasta ahora sólo en la región de Payandé) y un carácter eminentemente continental en su miembro superior, de amplia distribución en el VSM (Fig. 7).

2.1.5. Intrusivos Granodioríticos

Se trata por lo general de plutones, pequeños stocks y apófisis de composición ácida a intermedia (granodioritas, monzonitas, dioritas, andesitas), que intruyen el pre-Cretácico hasta la altura de la Fm. Saldaña. Dataciones radiométricas obtenidas por Texaco en el Stock de Dolores (Guerrero & Támara 1982), Sillitoe et al. (1984) en el área de Mocoa, y Alvarez (1981) en el Plutón de La Plata, indican que se está ante intrusiones del Jurásico Inferior, contemporáneas o ligeramente posteriores al Vulcanismo Saldaña. Localmente, estos intrusivos infrayacen a la Fm. Yaví y debieron constituir, por lo tanto, fuente importante de aporte para la sedimentación cretácica inicial.

2.1.6. Fm. Yaví (Cretácico Inferior no precisado)

Definida por Mojica & Macía (1983a, b). Aflora de manera discontinua en extensas áreas del VSM

(v. Fig. 8). Según se deriva de las descripciones de Arango & Ponce (1982), las sedimentitas de la Fm. Yaví podrían aflorar también en la Cuenca del Putumayo, como parte de la "Fm. Motema"; en el VSM algunos autores precedentes, entre otros Nelson (1953) y Jimeno & Guevara (1976), diferenciaban un tramo terminal en la Fm. Saldaña ("Post-Payandé Sedimentario" o "Unidad Arcósica Superior"). Dicho tramo corresponde en realidad a la actual Fm. Yaví.

En la localidad tipo, la Fm. Yaví alcanza unos 320 m de espesor y está conformada por una alternancia de areniscas arcillosas, litico-feldespáticas, y limolitas multicolores; normalmente en la base se encuentra un conglomerado polimíctico de hasta 30 m de espesor, constituido por cantos de la infrayacente Fm. Saldaña; al SW de Coyaima dicho conglomerado reposa sobre rocas granodioríticas. La brusca variación de espesores mostrada en la Fig. 9, y su ausencia en algunos sectores, indican que la Fm. Yaví es el producto de la acumulación en áreas condicionadas por accidentes paleomorfológicos. La ausencia de la Fm. Yaví en algunos sectores del VSM es especialmente evidente al SW de Payandé y en los alrededores de Yaguará. En Payandé, la Fm. Caballos se apoya unas veces sobre las calizas de la Fm. Payandé y otras sobre diferentes niveles de la Fm. Saldaña, en tanto que en Yaguará el apoyo ocurre únicamente sobre la Fm. Saldaña. Esta situación atestigua la no acumulación, en dichos lugares, de la Fm. Yaví, y sugiere un período erosivo pre-Aptiano asociado a una etapa importante de fallamiento durante el Jurásico (Figs. 10 y 11).

Algunas estructuras sinsedimentarias, incluyendo icnofósiles de tipo *Thalassinoides*?, observadas en las secciones de Prado Dolores-Natagaima permiten suponer ingresiones marinas esporádicas; sin embargo, la litología y las demás características faciales de la Fm. Yaví indican un ambiente sedimentario predominantemente continental (Mojica & Macía 1982a). En los sitios en donde se lo ha observado, el paso de la Fm. Yaví a la Fm. Caballos, a pesar de la reiterada presencia de estructuras de erosión y relleno, es siempre transicional y sin discordancia angular. Esto indica un ciclo sedimentario continuo, de tal manera que la Fm. Yaví, en los lugares donde está presente, ha de ser tomada como la base del Cretácico en el VSM. La Fm. Caballos representa entonces un episodio más avanzado de dicho ciclo de sedimentación.

Vista globalmente, la Fm. Yaví constituye el relleno de cuencas aisladas, separadas entre sí por

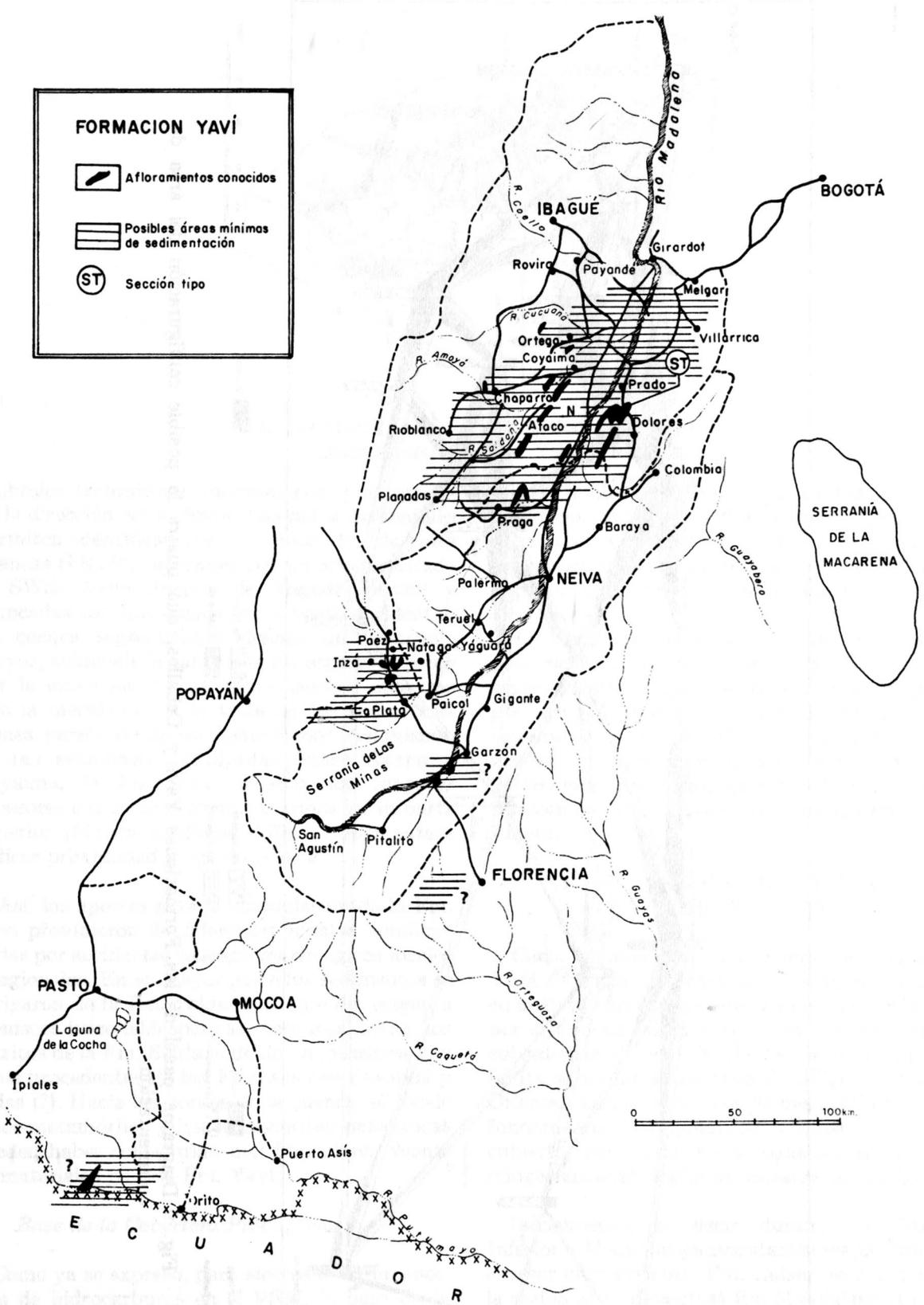


Fig. 8 Afloramiento e hipotética extensión original de la Fm. Yaví (Cretácico Inferior no precisado).

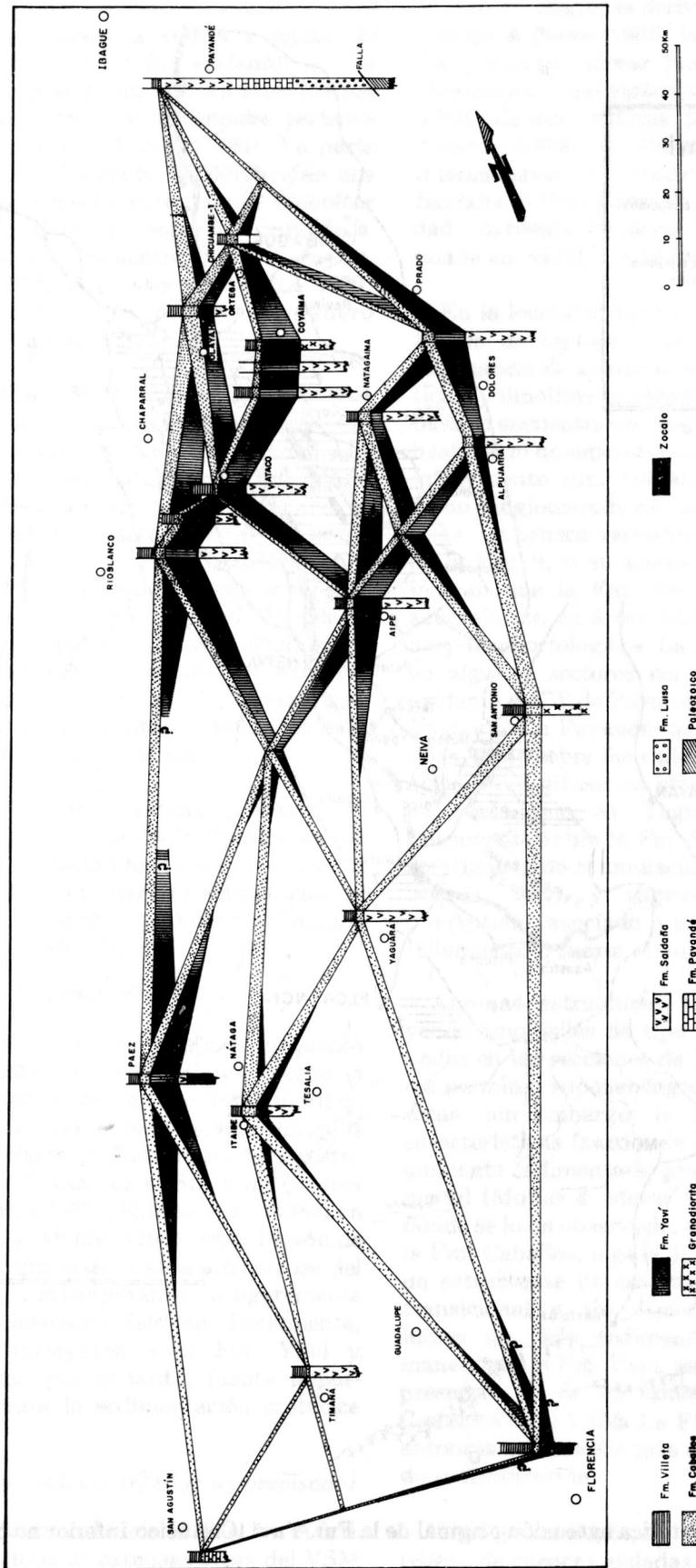


Fig. 9 Diagrama panel de las Formaciones Yavi y Caballos, que ilustra la posible configuración del área de sedimentación.

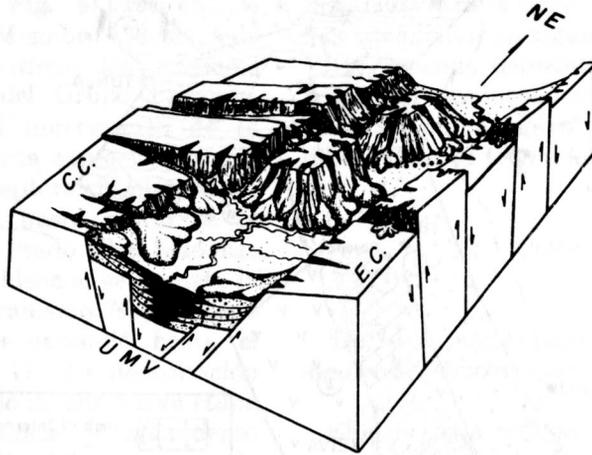


Fig. 10 Marco tectónico hipotético durante la acumulación de la Fm. Yaví.

umbrales tectónicos o morfológicos, y alargadas en la dirección NNE-SSW. Los datos disponibles permiten identificar por lo menos dos de tales cuencas (Fig. 9), separadas por un alto localizado al SW de Neiva (región de Yaguará-Teruel) y truncadas tectónicamente en la parte occidental. La cuenca septentrional alcanzó un desarrollo mayor, evidenciado tanto por los espesores como por la extensión de los afloramientos, mientras que la meridional, a la vista de las reconstrucciones, parece ser un accidente menor. Así mismo, en las secciones estudiadas entre Ataco y Coyaima, la Fm. Yaví alcanza los mayores espesores e involucra tramos marinos en su parte superior (Mojica & Macía 1970), lo cual parece indicar proximidad al eje de cuenca.

Así, los aportes para la acumulación de la Fm. Yaví provinieron de diferentes fuentes condicionadas por accidentes paleogeomorfológicos locales y regionales. En su mayor parte los sedimentos se derivaron de la Fm. Saldaña, lo que dio origen a areniscas litico-feldespáticas, pero localmente, los detritos de la Fm. Saldaña debieron mezclarse con otros procedentes de las Formaciones Payandé y Luisa (?). Hacia los bordes de la cuenca, el zócalo igneo-metamórfico y las sedimentitas paleozoicas pueden haber constituido una importante fuente de materiales para la Fm. Yaví.

2.2. Base de la Cobertera Productiva

Como ya se expresó, para efectos de la prospección de hidrocarburos en el VSM, la base de la cobertera productiva se ha fijado en la Fm. Caballos, reconocida desde tiempo atrás como buena productora en la Cuenca del Putumayo

(Govea & Aguilera 1981). Dicha unidad constituye un extenso frente de sedimentación, desarrollado durante el Aptiano-Albiano, sobre una superficie previamente nivelada por el relleno de áreas deprimidas con los materiales de la Fm. Yaví.

La Fm. Caballos se compone de una sucesión granodecreciente que Beltrán & Gallo (1968) separan en tres conjuntos: uno inferior, integrado por conglomerados y areniscas gruesas; uno intermedio de shales carbonosos con intercalaciones de areniscas finogranulares; y otro superior, de areniscas cuarzosas, de grano fino, que pasan transicionalmente hacia la suprayacente Fm. Villeta.

3. EVOLUCION GEOLOGICA Y PALEOGEOGRAFIA

Como se mencionó al comienzo, el origen del VSM se remonta al Mesozoico temprano, cuando en medio de un paisaje erosional (Cediel 1972: 92), por efectos de fallamiento normal se produjo la subsidencia de una franja tectónica (o graben) limitada por las ancestrales Cordilleras Central y Oriental. Dicha estructura se desarrolló sobre un fundamento de migmatitas, esquistos y filitas, cubierto por sedimentos paleozoicos de tipo miogeosinclinal, según se muestra en la Fig. 3.

Inicialmente, es decir durante el Triásico Inferior a Medio, la sedimentación (capas rojas de espesor muy variable: Fm. Luisa), se restringió a la región al W del actual Río Magdalena (Fig. 5). En el Triásico Superior, luego de una intensificación de los procesos tectónicos y de la subsidencia en el área de sedimentación, el mar penetró en el

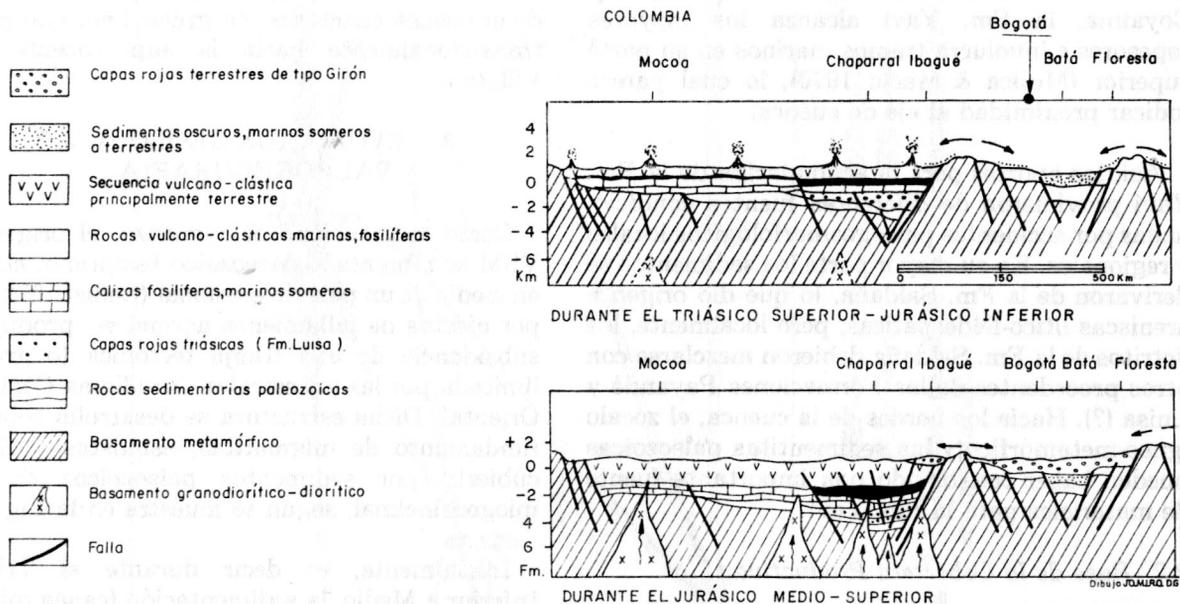
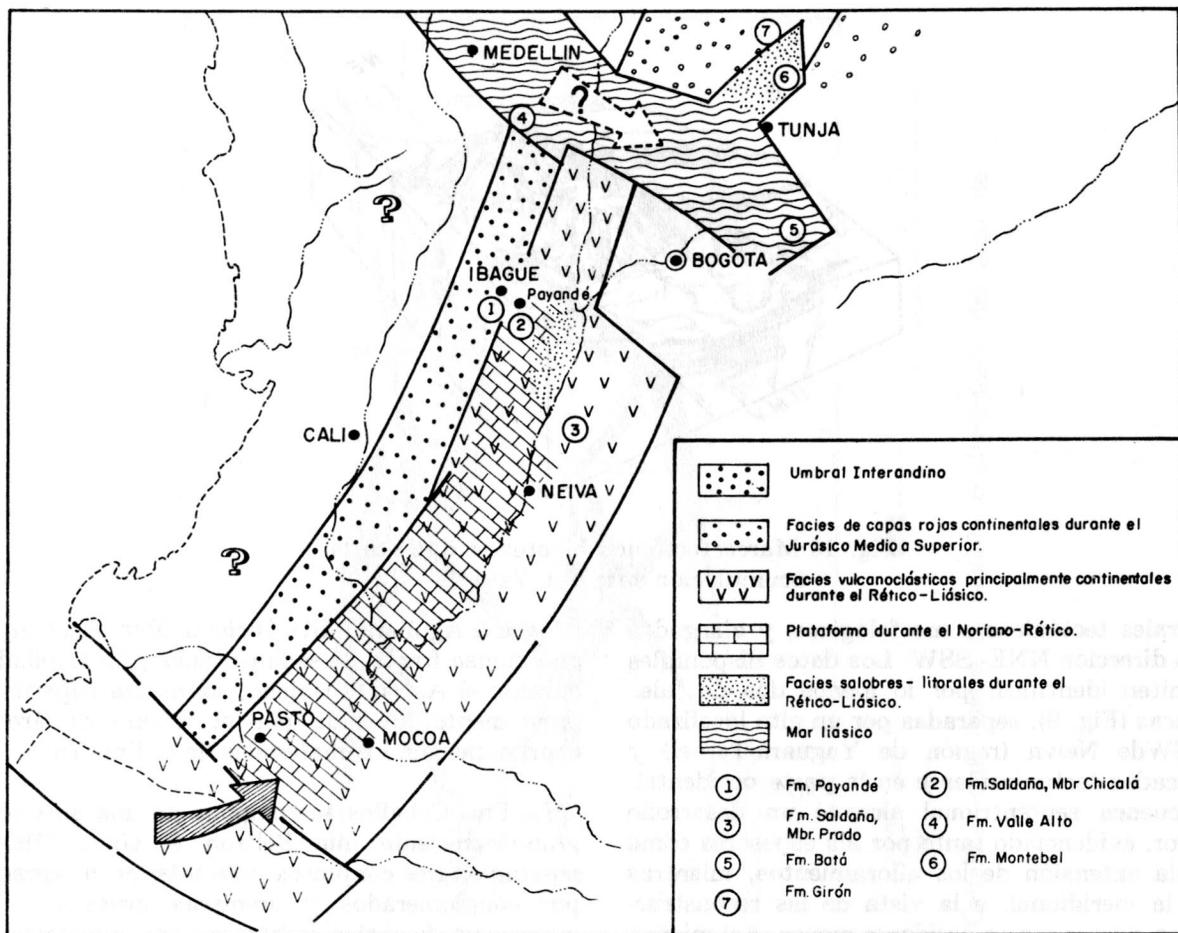


Fig. 11 Arriba: Esquema paleogeográfico-facial del Mesozoico pre-cretácico de la mitad meridional de Colombia (con base en Geyer 1973; Mojica & Dorado in print).

Abajo: Cortes longitudinales hipotéticos durante el Rético-Liásico, y el Jurásico Medio a Superior (según Mojica & Dorado in print).

VSM y dio lugar a la depositación de calizas fosilíferas (Fm. Payandé; Fig. 6), retirándose luego de la acumulación del Miembro Chicalá de la Fm. Saldaña, el cual contiene los primeros registros vulcanoclásticos del Grupo Payandé. Simultáneamente, con el incremento de la actividad volcánica, en esencia explosiva, ocurre una ampliación del área receptora de materiales, tendencia que se continua hasta el fin de la sedimentación del Miembro Prado (Fm. Saldaña; Fig. 7), cuando cesó la subsidencia, se colmató la cuenca y se extinguió el vulcanismo. Siguió luego un período erosivo que se extendió hasta el Cretácico pre-Aptiano (Fig. 11). La depositación de la Fm. Yaví señala el inicio de una nueva etapa de distensión, con subsidencia y fallamiento longitudinal y transversal (Fig. 10), precursora de la ingresión del mar cretácico en el VSM. Durante esta etapa de subsidencia, que abarca hasta el Cretácico Superior, el mar recubre todo el VSM y el ámbito de las Cordilleras Central y Oriental (Etayo et al. 1976: Fig. 16).

En el Terciario Inferior se inicia una fase de compresión (Van der Hammen 1958: 125), que levanta desigualmente las Cordilleras Central y Oriental y algunos sectores del mismo VSM. A lo largo de las fallas antiguas, la reactivación tectónica, dado su carácter compresivo, ocasiona fallamiento de tipo inverso. Como consecuencia de ello, se retira el mar y la región del VSM se convierte en una franja de cuencas intramontanas que se rellenan con sedimentos molásicos (Grupo Gualanday).

El levantamiento de las cordilleras continúa durante el Terciario Superior; la sedimentación continental prosigue en el VSM, dando lugar a la acumulación del Grupo Honda. En el Mioceno Superior-Plioceno, la compresión alcanza su máxima intensidad (Van der Hammen, op. cit.), causando plegamiento, levantamiento y erosión del Grupo Honda en algunas zonas del VSM (e.g. Arco de Natagaima).

Durante el Plioceno-Pleistoceno, un lapso de disminución de la actividad tectónica, se producen basculamientos en algunos tramos del borde E del VSM, creando depresiones asimétricas donde se acumulan paulatinamente sedimentos vulcanoclásticos provenientes esencialmente de la Cordillera Central (Fms. Mesa y Gigante).

4. CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente se derivan las siguientes conclusiones:

- El ciclo de la sedimentación cretácica comienza en el VSM con la Fm. Yaví.
- La Fm. Caballos representa la base de dicho ciclo, solo donde la Fm. Yaví está ausente, o sea, en aquellos lugares que constituyeron altos paleogeomorfológicos o umbrales de la cuenca Yaví.
- La Fm. Caballos no debe considerarse como una unidad homogénea en cuanto a litología, espesores y ambiente de sedimentación.
- Además de las trampas de tipo estructural, estratigráfico o combinadas, vale la pena considerar la posibilidad de trampas locales de compactación y porosidad, condicionadas por la calidad de los aportes (clásticos y químicos), la historia diagenética de las rocas potencialmente almacenadoras y los caracteres paleogeomorfológicos del substrato.
- Así, una mejor investigación de la paleogeografía en tiempos pre-Aptianos y de la distribución y constitución de las unidades litológicas que aportaron materiales para la cobertera productiva, permitiría la obtención de nuevos y más confiables resultados para la prospección de hidrocarburos en el VSM.

REFERENCIAS

ACIPET (Enero 1984): Boletín Estadístico Mensual, No. 1, Vol. 201, Bogotá.

ALVAREZ, J. (1981): Determinación de edad Rb/Sr en rocas del Macizo de Garzón, Cordillera Oriental de Colombia.- Geol. Norandina, 4, 31-38, Bogotá.

ALVAREZ, J. & CORDANI, U.G. (1980): Precambrian basement within the septentrional Andes: Age and evolution.- Resumes 26e Congr. Geol. Int., Paris, Vol. 1, p. 10.

ARANGO, J.L., KASSEM, T. & DUQUE, H. (1976): Mapa geológico de Colombia, esc. 1:1.500.000.- Ingeominas, Bogotá.

ARANGO, J.L. & PONCE, A. (1982): Mapa geológico del Departamento de Nariño, esc. 1:400.000 y Reseña explicativa correspondiente.- Informe 1818, 40 pp., Ingeominas, Bogotá.

BARRERO, D. (1969): Petrografía del Stock de Payandé y metamorfitas asociadas.- Bol. Geol. 17, 113-144, 2 Figs., 10 Tab., 1 mapa, Bogotá.

- BELTRAN, N. & GALLO, J. (1968): The geology of the Neiva Sub-Basin — Upper Magdalena Basin, Southern Portion— Ninth Ann. Field Conf. Soc. Col. Petrol. Geoph. Reprinted 1980 (pp. 253-275) in Geol. Field-Trips Colombia, Col. Soc. Geol. Geoph., Bogotá.
- BELTRAN, H.I. & GUERRERO, L.A. (1983): Estudio geológico del NW de la población de Timaná (Huila).- Trabajo de Grado, Univ. Nal. Depto. Geociencias, 65 pp. (mscr.), anexos, Figs., mapas, fotos, Bogotá.
- BÜRGL, H. (1961a): Geología de los alrededores de Ortega, Tolima.- Bol. de Geología UIS, No. 8, 21-38, 1 mapa, Figs., Bucaramanga.
- BÜRGL, H. (1961b): Sedimentación cíclica en el geosinclinal cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia.- Bol. Geol., 7, 85-118, 9 Figs., Bogotá.
- CAMPBELL, C.J. (1974): Colombian Andes. In: Mesozoic-Cenozoic Orogenic Belts. Data for orogenic studies.- The Geol. Soc. London Spec. Publ. No. 4, 105-124, 11 Figs., 11 Tab., London.
- CEDIEL, F. (1972): Movimientos tectónicos en el intervalo Paleozoico-Mesozoico en Colombia y su influencia en reconstrucciones Paleogeográficas.- An. Acad. Brasil. Cienc., 44, (suplemento), 87-93.
- CEDIEL, F., MOJICA, J. & MACIA, C. (1980): Definición estratigráfica del Triásico de Colombia, Suramérica. Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña.- Newsletter on Stratigraphy 9 (2), 73-104, 9 Figs., 1 Tabla, Hannover.
- CEDIEL, F., MOJICA, J. & MACIA, C. (1981): Las Formaciones Luisa, Payandé, Saldaña. Sus columnas Estratigráficas características.- Geol. Norandina 3, 11-19, 7 Figs., Bogotá.
- CEDIEL, F., UJUETA, G. & CACERES, C. (1976): Mapa geológico de Colombia, esc. 1:1'000.000 y memoria explicativa (22 pp.).- Ed. Geotec, Bogotá.
- CONCHA, A.E., POVEDA, E. & QUEVEDO, N.J. (1984): Geología, Petrografía y Geoquímica para prospección de Uranio al SW del Municipio de Páez (Cauca).- Trabajo de Grado, Univ. Nal., Depto. Geociencias, 62 pp. (Mscr.), anexos, Figs., mapas, fotos, Bogotá.
- CORRIGAN, H.T. (1967): The geology of the Upper Magdalena Basin (Northern Portion).- Eight Field Conf. Col. Soc. Petrol. Geol. Geoph. Reprinted 1980 (pp. 221-251) in Geol. Field-Trips Colombia, Col. Soc. Petrol. Geol. Geoph., Bogotá.
- ETAYO., RENZONI, G. & BARRERO, D. (1976): Contornos sucesivos del mar cretáceo en Colombia.- Memoria I Congreso Col. de Geol., pp. 217-252, 19 Figs., 2 Tab., Univ. Nal., 1969, Bogotá, Bogotá.
- FAJARDO, G. (1981): Estudio geológico carretera Guadalupe-Florencia, Sector Juntas-Quebrada Las Coloradas.- Trabajo de Grado, Univ. Nal. Depto. Geociencias, 107 p (Mscr.), anexos, fotos, mapas, Bogotá.
- FORERO, A. (1973): El Paleozoico Superior del flanco oriental de la Cordillera Central.- Geol. Colombiana No. 7, 139-144, Bogotá.
- GALVIS, J. & HUGUETT, A. (1982): El Precámbrico en la Zona Andina.- IV Congr. Col. Geol., Resúmenes, Cali.
- GEYER, O.F. (1973): Das präkretazische Mesozoikum von Kolumbien.- Geol. Jb. B5, 1-156, 40 Abb., 11 Tab., 5 Taf., Hannover.
- GEYER, O.F. (1979): Zur Paläogeographie mesozoischer Ingressionen und Transgressionen in Kolumbien.- N. Jb. Geol. Palaont. Mh. (6), 349-368, 4 Figs., Stuttgart.
- GEYER, O.F. (1980): Las Magnafacies mesozoicas en los Andes Septentrionales (Colombia, Ecuador, Perú).- En: Nuevos Resultados de la Investigación Geocientífica Alemana en Latinoamérica.- Proy. DFG, Ed. DFG y el Inst. de Colaboración Científica, Tübingen, R.F.A., 98-11, 2 Figs., Tübingen.
- GÓMEZ, J.A. (1984): Cuencas sedimentarias, campos petrolíferos y de gas en Colombia.- Univ. Ind. Santander, Depto. Geología, 1-220, 79 Figs., 15 Tab., 13 mapas, Bucaramanga.
- GOVEA, C. & AGUILERA, H. (1981): Geología de la Cuenca del Putumayo.- Bol. Geol. UIS, 14 (28), 45-71, 18 Figs., Bucaramanga.
- GROSSE, E. (1935): Acerca de la geología del Sur de Colombia. II Informe rendido al Ministerio de Industrias sobre un viaje por la Cuenca del Patía y el Depto. de Nariño.- Comp. Estud. Geol. Ofic. Colombia, 3, 139-231, 37 Abb., 2 Taf., Bogotá.
- GUERRERO, B. & TAMARA, A. (1982): Petrografía de los intrusivos triásico-jurásicos y sus relaciones con la Fm. Saldaña, al occidente de Dolores, Tolima.- (Mscr.), 1-78, Univ. Nal., Bogotá.
- HETTNER, A. (1892): Die Kordillere von Bogotá.- Peterm. Mitt. Erg.- Bd. 22, Heft 104, 131 pp., 9 Figs., 2 tablas. Trad. Esp., Ed. Banco de la República, 351 pp., 9 Figs., 2 tablas Bogotá.
- HUBACH, E. (1957): Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia.- Serv. Geol. Nal., Informe 1212, 1-166 (Mscr.), Bogotá.
- INGEOMINAS (1978): Inf. An. Act., 1-161, 43 Figs., Bogotá.
- INGEOMINAS (1979): Inf. An. Act., 1-200, 42 Figs., Bogotá.
- INGEOMINAS (1980): Inf. An. Act., 1-144, 32 Figs., Bogotá.
- INGEOMINAS (1981): Inf. An. Act., 1-150, 47 Figs., Bogotá.
- JACOBS, C., BÜRGL, H. & CONLEY, D.L. (1963): Backbone of Colombia. En: The Backbone of the Americas.- Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 2, 62-72, 14 Figs., Tulsa (Okla.).

- JIMENO, A & GUEVARA, C. (1976): Contribución a la estratigrafía de la Formación Post-Payandé, y Cartografía al Sur de Coyaima.- Depto. Geociencias, Univ. Nal., 1-75, 9 Lám., figuras, anexos, (Mscr.), Bogotá.
- JULIVERT, M. (1968): Colombie (premiere partie).- Lexique stratigr. internat., V, 4a., 1-650, 27 Figs., Centre Nat. Rech. Sci., Paris.
- KASSEM, T. & ARANGO, J.L. (1974): Mapa generalizado del Departamento del Tolima, escala 1:250.000.- Ingeominas, Bogotá.
- KOVAS, E.J., RODGERS, D.A. & BRINGER, S.A. (1982): Seismic Interpretation of Back Thrusts and a Displacement Transfer Zone between an echelon Thrust Fault, Middle Magdalena Valley, Colombia.- V Congr. Latinamer. Geol., Actas I, 565-582, 14 Figs., Buenos Aires.
- KROONENBERG, S. (1980): Mármoles y rocas calcosilicatadas en el Macizo de Garzón cerca de La Jagua, Huila, Colombia.- Geol. Norandina, 2, 11-16, Bogotá.
- KROONENBERG, S.B. (1981): El borde occidental del Escudo de Guayana en Colombia.- Symposium Amazónico, Puerto Ayacucho, Venezuela, Marzo 1981, Vol. Resúmenes p. 41-42. Memoria: Bol. Geol. (Caracas) Publ. Esp. (en imprenta), Publ. CIAF No. 119, 41 pp.
- KROONENBERG, S. (1982): Litología, metamorfismo y origen de las granulitas del Macizo de Garzón, Cordillera Oriental (Colombia).- Geol. Norandina, 6, 39-46, Bogotá.
- KROONENBERG, S. & DIEDERIX, H. (1982): Geology of South Central Huila, Uppermost Magdalena Valley, Colombia (First Part).- Asoc. Col. Geol. Geof. del Petróleo, XXI: 1-39, Bogotá.
- MACIA, C. & MOJICA, J. (1981): Nuevos puntos de vista sobre el magmatismo Triásico Superior (Fm. Saldaña), Valle Superior del Magdalena, Colombia.- Zbl. Geol. Palaontol. Teil I (3/4): 243-251, Stuttgart.
- MENDEZ, A. & RUBIO, W. (1984): Estructura del Valle Superior del Magdalena al Norte de Neiva (Huila).- Trabajo de Grado, Univ. Nal., Depto. Geociencias, 98 pp., (Mscr.), figuras, mapas, fotos, Bogotá.
- MENDIVELSO, D. (1982): Aspectos fotogeológicos y estratigrafía del Cretáceo en la región de Itaibe (Valle Superior del Magdalena).- Trabajo de Grado. Univ. Nal., Depto. Geociencias, 120 pp., (Mscr.), anexos, figuras, fotos, mapas, Bogotá.
- MOJICA, J. (1982): Observaciones acerca del estado actual del conocimiento de la Formación Payandé (Triásico Superior), Valle Superior del Río Magdalena, Colombia.- Geol. Colombiana, No. 11, 67-91, 2 Figs., 1 tabla, Bogotá.
- MOJICA, J., COLMENARES, F., HERRERA, A. & CEDIEL, F. (1978): Edad y facies de la Formación Saldaña (Fm. Post-Payandé de NELSON 1957), Valle Superior del Río Magdalena, Colombia.- II. Congr. Col. Geología (Resúmenes: Pág. 38). Dic. 4-9/78, Bogotá.
- MOJICA, J. & DORADO, J. (in print): Andes Colombianos: Parte A: Geología, Estratigrafía. 65 pp. 32 Figs., 7 Tablas. En: Volkheimer, W. & Musacchio, E. (in print): Bioestratigrafía de los Sistemas Regionales del Jurásico y Cretáceo de América del Sur. Tomo I: El Jurásico anterior a los movimientos intermálmicos, Buenos Aires.
- MOJICA, J. & MACIA, C. (1970): Geología de la Plancha 302-II-A, Ataco, Tol.- Informe de Campo (Ined.), 1-67, 6 Figs., mapas, columnas. Univ. Nal., Depto. Geociencias, Bogotá.
- MOJICA, J. & MACIA, C. (1982a): Geología del extremo NE de la Cuenca de Neiva (Valle Superior del Magdalena), región de Prado-Dolores, Tolima.- XXI. Ann. Field Trip, Col. Soc. Petrol. Geol. Geoph. Part I, 1-45, 6 Figs., Mscr., Bogotá.
- MOJICA, J. & MACIA, C. (1982b): Nota preliminar sobre la identificación de improntas de vertebrados (*Batrachopus* sp.) en sedimentitas de la Fm. Saldaña. Región de Prado-Dolores, Valle Superior del Magdalena, Colombia.- IV. Congr. Col. Geol., Resúmenes. Octubre/82, Cali.
- MOJICA, J. & MACIA, C. (1983a): Über die Stratigraphie und Alterstellung der Yaví-Formation im Oberen Magdalena-Tal, Tolima, Kolumbien.- Zbl. Geol. Palaont. Teil I, H. 3/4, 279-290, Stuttgart.
- MOJICA, J. & MACIA, C. (1983b): Características estratigráficas y edad de la Formación Yaví, Mesozoico de la región entre Prado y Dolores, Tolima, Colombia.- Geol. Colombiana, No. 12, 7-32, 11 Figs., Bogotá.
- MOJICA, J. & LLINAS, R.D. (1984): Observaciones recientes sobre las características del "basamento económico" del Valle Superior del Magdalena en la región de Payandé-Rovira, y en especial sobre la estratigrafía y petrografía del Miembro Chicalá (parte baja de la Fm. Saldaña).- Geol. Colombiana, 13, 81-128, 18 Figs., 1 tabla, 5 Láms., Bogotá.
- NELSON, H.W. (1953): Contribución al conocimiento geológico de la región entre Prado, Dolores, Alpujarra y Natagaima, en el Departamento del Tolima.- Serv. Geol. Nal., Informe 904, 1-81, figuras, tablas, 1 mapa, Bogotá.
- NELSON, H.W. (1959): Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali.- Leidsche Geol. Meded. 22, 1-75, 28 Abb., 6 Map./anexos, Leiden.
- NUÑEZ, A., MACIA, C. & MOJICA, J. (1984): La Fm. Amoyá: una nueva unidad post-precámbrica-pre-jurásica de la Cordillera Central, al W de Chaparral, Tolima, Colombia.- Newsl. Stratigr. 13 (2), 77-87, 4 Figs., Berlín-Stuttgart.
- PARIS, G. & MARIN, P. (1979): Generalidades acerca de la geología del Depto. del Cauca.- Mem. expl. Mapa Geol. Cauca. 1-38, Ingeominas, Bogotá.
- RAASVELDT, H.C. & CARVAJAL, J.M. (1957): Plancha M-8 "Ataco", esc. 1:200.000.- Serv. Geol. Nal., Bogotá.
- RODRIGUEZ, E. & ORSINI, J. (1977): Geología general y geoquímica de los elementos presentes en las unidades cartografiadas al SW de Coyaima, Tolima.- Trabajo de Grado, Univ. Nal. Depto. Geociencias, 71 pp. (Mscr.), anexos, Figs., mapas, Bogotá.

- ROYO Y GOMEZ, J. (1942): Contribución al conocimiento de la geología del Valle Superior del Magdalena, Depto. del Huila.- Comp. Est. Geol. of Colomb. Tomo V, pp. 261-318, Bogotá.
- SILLITOE, R.H., JARAMILLO, L. & CASTRO, H. (1984): Geologic Exploration of a Molybdenum-Rich Porphyry Copper Deposit at Mocoa, Colombia.- Econ. Geology, 79: 106-123, New Haven.
- STIBANE, F. (1968): Zur Geologie von Kolumbien, Sudamerika: Das Quetame- und Garzón-Massiv.- Geotekt. Forsch. 30, I-II + 1-85, 26 Figs., 3 Tab., Stuttgart.
- STIBANE, F. & FORERO, A. (1969): Los afloramientos del Paleozoico en La Jagua (Huila) y Río Nevado (Santander del Sur).- Geol. Col., 6, 31-66, Bogotá.
- STILLE, H. (1907): Geologische Studien im Gebiete des Río Magdalena.- Festschr. Adolf v. Koenen, 277-358, 8 Abb., 1 Taf., E. Schweizerbart, Stuttgart 1907. Span. Fassung: Estudios geológicos en la región del río Magdalena.- Comp. Estud. Geol. Ofic. Colombia, 4, 125-182, 8 Abb., 1 Taf., Bogotá. 1938.
- TORRES, J.A., RAASVELDT, H.C., BÜRGL, H. & QUINTERO, R. (1959): Plancha N-8 "Neiva", esc. 1:200.000.- Serv. Geol. Nal., Bogotá.
- TRÜMPY, D. (1943): Pre-Cretaceous of Colombia.- Bull. Geol. Soc. Am, 54, 1281-1304, 6 Figs., 1 tabla, New York.
- ULLOA, C. (1983): Informe para el Proyecto 192 IGCP, Región Cordillera Oriental Centro-sur.- Int. Geol. Correlat. Programm, Informe final de la IV Reunión para Latinoamérica y el Caribe, Agosto/83, Cartagena.
- VAN DER HAMMEN, TH. (1958): Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano Continentales y Tectogénesis de los Andes Colombianos.- Bol. Geol. VI (1-3), 67-128, 7 planchas, Bogotá.
- VESGA, C.J. & BARRERO, D. (1978): Edades K/Ar en rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su implicación geológica.- Resúmenes II Congr. Col. Geol., p. 19, Bogotá.
- VIDALES, E. & FLOREZ, J. (1983): El mesozoico pre-cretácico al W de Alpujarra (Tolima).- Trabajo de Grado, Univ. Nal. Depto. Geociencias, 42 pp. (Mscr.), anexos, Figs., mapas, fotos, Bogotá.
- WEISKE, F. (1938): Estudio sobre las Condiciones Geológicas de la Hoya del Río Magdalena.- Comp. Est. Geol. Ofic. Colomb. T. IV, 1a. Parte, 16-124, Bogotá.
- WIEDMANN, J. & MOJICA, J. (1980): Obertrias-Ammoniten der Saldaña-Formation, Tolima-Kolumbien.- 7. Geowiss. Lateinam. Kolloquium (Tagungshefte), Heidelberg.
- WIEDMANN, J. & MOJICA, J. (in print): Upper Triassic Ammonites from the Lower Saldaña Formation (Chicalá Member) near Payandé, Tolima province, Colombia.

Manuscrito recibido, marzo de 1985

Carlos Macía, Jairo Mojica, Fabio Colmenares
 Universidad Nacional de Colombia
 Departamento de Geociencias
 Apartado 14490
 Bogotá, Colombia.