

EL SENONIANO DE LA BARRERA DE GIRARDOT-GUATAQUÍ, VALLE ALTO DEL MAGDALENA, COLOMBIA: PRECISIONES SOBRE LA ESTRATIGRAFÍA Y ESTABLECIMIENTO DE UNA ZONACIÓN MICROPALAEONTOLÓGICA

por

Nadejda Tchegliakova & Jairo Mojica*

Resumen

Nadejda Tchegliakova & J. Mojica: El Senoniano de la Barrera de Girardot-Guataquí, Valle Alto del Magdalena, Colombia: Precisiones sobre la estratigrafía y establecimiento de una zonación micropaleontológica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **25**(94): 37-75, 2001. ISSN 0370-3908.

Se describen las características litoestratigráficas de los sedimentos del Senoniano (Coniaciano-Maastrichtiano) expuestos en el ámbito de la Barrera de Girardot-Guataquí (sector septentrional del Valle Alto del Magdalena) y se establecen seis biozonas de foraminíferos planctónicos y se reconocen dos de nanoplankton calcáreo. La sucesión estratigráfica tratada incluye: a), el Grupo Olini (= dos niveles de limolitas, silíceas separados por un conjunto limoso, que a veces contiene varias decenas de metros de areniscas cuarzosas, denominadas "Areniscas del Cobre"); b) la Formación Buscavidas (= shales negros calcáreos y no calcáreos con intercapas de calizas margosas); c) las Formaciones Arenisca Tierna, en el oriente del valle, y la Formación La Tabla en el centro y occidente del mismo.

Palabras clave: Cretácico Superior, Senoniano, Foraminíferos, Nanoplankton, Biozonación, Grupo Olini, Fm. Buscavidas, Fm La Tabla, Fm. Arenisca Tierna, Valle Alto del Magdalena, Colombia.

Abstract

This work describes the lithostratigraphic characteristics of the Senonian (Coniacian-Maastrichtian) sediments exposed in the sector of the Barrera de Girardot-Guataquí (northern portion of the Upper Magdalena Valley, Colombia). Additionally and based on the microfossil

* (Departamento de Geociencias, Universidad Nacional, Apartado 14490, Bogotá). Email: ntchegliakova@telefonica.net.co
jmojica@ciencias.ciencias.unal.edu.co

contents, six foraminifer-biozones are established and two biozones of calcareous nannoplankton are recognized. The stratigraphic succession comprises: A), the Olini Group composed of two cherty units separated by several meters of black, calcareous shales that locally include thick beds of white-gray quartz-sandstones informally named "Areniscas del Cobre". B), The Buscavidas Formation, made up of black calcareous shales and micritic limestones. C) The Arenisca Tierna Formation in the eastern border of the Magdalena Valley and the La Tabla Formation in the central and western side of the same.

Key words. Upper Cretaceous, Senonian, Foraminifera, Nannoplankton, Biozonation, Olini Group, Buscavidas Formation, La Tabla Formation, Arenisca Tierna, Upper Magdalena Valley, Colombia.

Introducción

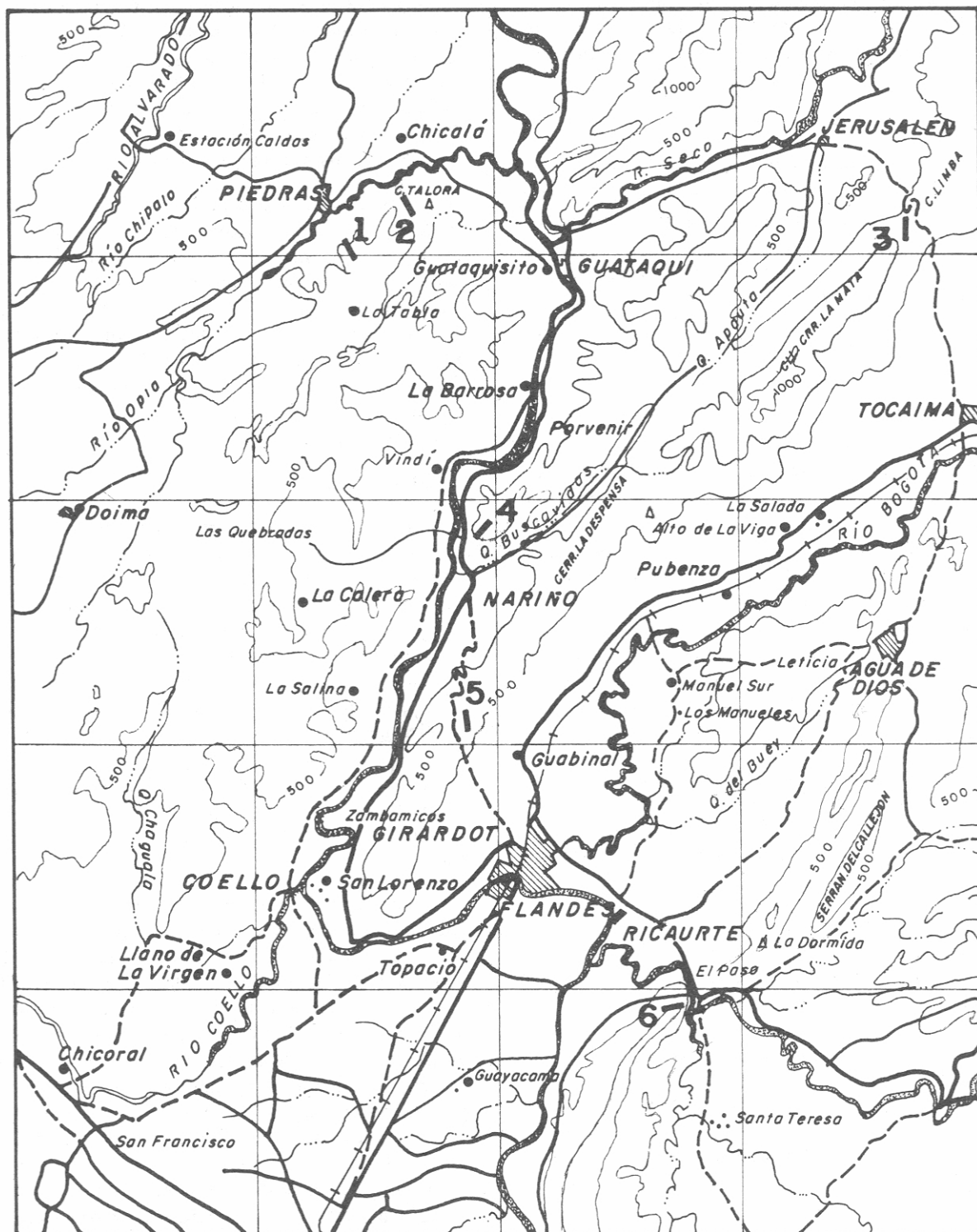
Debido a la ocurrencia y notable producción de hidrocarburos, el Valle del Magdalena ha sido objeto de numerosos estudios geológicos por parte de entidades estatales y privadas, nacionales y extranjeras, que han conducido a numerosas publicaciones e informes internos. En el caso del Valle Alto del Magdalena (VAM), la investigación se ha concentrado tradicionalmente a las áreas en donde la cobertera meso-cenozoica es más completa y en las que se tiene, o ha tenido producción de petróleo, es decir de la región de Ortega hacia el sur. En cambio, en el sector septentrional (= región de Girardot-Tocaima-Guataquí-Piedras), dominado por exposiciones de la cobertera cretácica, la casi totalidad de los prospectos, que han llevado a la perforación de más de 10 pozos para hidrocarburos, sólo dos de los cuales han resultado escasamente productores.

Por otra parte, la geología del polígono mostrado en la Fig. 1 resulta de gran interés académico y científico, ya que allí se presentan rasgos estructurales y estratigráficos relativamente diferentes de los de otras áreas del VAM. Lo anterior se debe seguramente, a que, como se ilustra en la Fig. 2, hacia este sector convergen fallas regionales como las de Ibagué, Cambao, Alto del Trigo, Bituima y del Magdalena, rumbo-deslizante la primera, de cabalgamiento hacia el occidente las demás. La interacción de las fracturas antedichas, conjuntamente con la tectónica gravitacional postulada por Kammer & Mojica (1996), ha generado una zona de plegamientos estrechos, con longitud de onda de menos de cinco km, por lo general fallados en ambos flancos. Los procesos de plegamiento-fallamiento han conducido a la dislocación de las secuencias litológicas y a la aparición de locales estructuras de inversión. Esas circunstancias y la ocurrencia de asociaciones faciales relativamente semejantes en diferentes alturas de la secuencia estratigráfica dificultan a veces la identificación de las formaciones, y por ende la labor cartográfica, lo que ha llevado a resultados que difieren bastante entre unos y otros

autores. En consecuencia, la solución a los interrogantes sobre la posición estratigráfica en muchos afloramientos, sólo puede resolverse mediante la investigación del contenido micropaleontológico, lo cual a su vez supone la existencia de una biozonación rigurosa, como la que aquí se establece o presenta.

Algunas fallas y lineamientos NW-SE parecen haber jugado un control decisivo en la sedimentación cretácica, en particular en tiempos pre-apitanos, que se traduce en variación de espesores, acuñaientos, interdigitaciones y distribución restringida de unidades. Como ejemplos se pueden citar: a) las Fallas de Bituima y Apulo que limitan la extensión hacia el occidente del Cretácico Inferior, de la región entre Apulo, Villeta, Pacho y La Palma, descrito en primer término por Bürgl (1955), luego por Thompson (1979), Champetier de Ribes et. al. (1961) y por Moreno (1993); b) la Falla Oriental del Magdalena (Fajardo & Llinás 1976: 458) que parece marcar el límite occidental de las ocurrencias del Grupo Guadalupe *sensu stricto*. Un papel semejante, pero en tiempos cenozoicos, es el de la Falla de Quininí, que limita la extensión de la Formación Bogotá, al oriente y el Grupo Gualanday al occidente (Fajardo & Llinás, 1976), y el de la Falla de Cambao, que delimita la extensión oriental del Grupo Honda. Más aún, Porta (1965:11) considera que la Falla de Cambrás (=F. de Cambao) pudo haber sido activa desde finales del Cretácico.

La inexistencia de una biozonación precisa y de alcance global, así como la falta de columnas estratigráficas detalladas, como las aquí propuestas, se ha prestado para repetidas e infructuosas discusiones sobre la edad y comparación regional de las unidades estratigráficas senonianas del VAM y del flanco occidental de la Cordillera Oriental. Por ello, los resultados obtenidos esta vez permiten dirimir algunas de esas discusiones, establecer con certeza la edad de las unidades especialmente investigadas, y fijar así la base para comparaciones temporales más confiables. Así mismo, los métodos utilizados abren nuevos caminos para el análisis de otros sectores



Dibujo José Miguel R.B. DG.UN.

Figura 1. Mapa de localización del área estudiada y de las secciones especialmente investigadas: 1), Camino Piedras- Cerro La Tabla y Q. La Hondita; 2), Q. Coloradas; 3), Cerro Limba; 4), Vía Nariño-Guataquí; 5), Vía antigua Girardot-Nariño; 6), Sitio El Paso.

del VAM. Las precisiones aquí transmitidas han de servir también para una mejor preparación o planeación de proyectos de prospección geológica y de obras de infraestructura.

Objetivos

Aún cuando en el sector considerado afloran unidades cretácicas más antiguas (Formaciones Hondita y Loma Gorda), esta nota tiene como objetivo principal el análisis de las unidades cretácicas superiores con rango entre el Coniaciano- Maastrichtiano (= Senoniano, *sensu* Harland et al. 1982), que constituyen una "mezcla" o transición entre las unidades propias del Valle del Magdalena y de la Cordillera Oriental en esta parte del país, y que incluyen:

- 1) El Grupo Olini, definido por Porta (1965) y compuesto por dos conjuntos de limolitas silíceas (que el autor llamó Niveles de Lidita Inferior y Lidita Superior), separados por uno de lititas oscuras (que Porta denominó "Nivel de Lutitas"), en las que se intercalan localmente importantes espesores de areniscas cuarzosas medio-granulares conocidas informalmente como "Areniscas del Cobre". Por las razones expuestas más adelante, en el presente trabajo se propone elevar al rango de formaciones las unidades del Grupo Olini, que quedaría integrado por las Formaciones Lidita Inferior, Formación de Lutitas y Areniscas y Formación de Lidita Superior.
- 2) La Formación Buscavidas, definida también en esta ocasión, que está constituida en la localidad tipo por una sucesión de unos 145 m, en promedio, de margas negruzcas, con interbancos de calizas impuras, micríticas y ocasionales areniscas cuarzosas.
- 3) Unidades arenosas cuarzosas de grano medio a conglomeráticas, que constituyen la Formación Arenisca Tierna (=parte alta del Grupo Guadalupe) en el costado oriental del Valle del Magdalena, la Formación La Tabla en el centro y occidente, y la Formación Cimarrona en el nor-oriente del mismo.

Por cuestiones de espacio, la descripción pormenorizada de las columnas estratigráficas de las unidades antedichas se deja para una publicación posterior.

Trabajos previos

Las bases y avances del conocimiento geológico de la región investigada se encuentran en los trabajos de Scheibe (1934), Bürgl & Dumit (1954), Bürgl (1955), Raasveldt (1956), Porta (1966 y 1968), Corrigan (1979), Martínez

(1990) y Kammer & Mojica (1996). Así mismo, la prospección de hidrocarburos en el área ha llevado a la preparación de numerosos informes no abiertos al público, y a la perforación, a partir de los años 30, de los pozos indicados en la Fig. 2 (Guataquí-1, Guataquí-2, Raspe-1, Jerusalén-1, Piedras-1, Conchitas-1, Tocaima-1, Chawina 1, 2 y 3, Bunde 1 a 4, La Lucha-1, Campo Abanico).

La información que permitió la publicación de esta nota es producto de la experiencia adquirida por los autores en trabajos individuales realizados durante la década de los 90, así como en el marco de varias prácticas de campo con profesores y alumnos del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional. De esta manera se logró recorrer gran parte del área, adelantar la cartografía en escala 1:25.000, levantar columnas estratigráficas detalladas y recolectar abundantes muestras de roca para micropaleontología.

Metodología

Las precisiones a la armazón estratigráfica aquí descritas tienen como base la obtención de columnas estratigráficas representativas que muestren las variaciones observadas en el sector estudiado. El levantamiento de dichas columnas se llevó a cabo por medio de poligonales con cinta y brújula (o con teodolito), en las que se ubicaron sistemáticamente las muestras para micropaleontología y los datos estructurales, con el fin de establecer la continuidad de las secuencias estudiadas, o la presencia de complicaciones (fallas y pliegues) que pudieran alterar los espesores originales. En todos los casos el levantamiento de las columnas se complementó con la elaboración de un mapa geológico local.

En concreto, las columnas investigadas, cuya localización se muestra en la Fig. 1, son las expuestas en: 1) El sector sur de la población de Piedras, en la Q. La Hondita y del camino al Cerró de la Tabla. 2) La Quebrada Coloradas (también denominada Q. Talora en mapas recientes), al NE de Piedras. 3) El costado oriental del Cerro Limba en la vía Tocaima-Jerusalén. 4) La vía Nariño-Guataquí, en las proximidades del puente sobre la Q. Buscavidas. 5) La sección a lo largo de la antigua carretera entre Girardot y Nariño, descrita e ilustrada por Bürgl & Dumit (1954). 6) El sitio El Paso, en el costado occidental del Río Sumapaz y el triángulo comprendido entre la desviación a Carmen de Apicalá y la bifurcación de la vía Melgar-Girardot y la nueva vía Melgar-Espinal. Por cuestiones de espacio, la descripción pormenorizada de las columnas estratigráficas de las unidades antedichas se dejan para una publicación posterior.

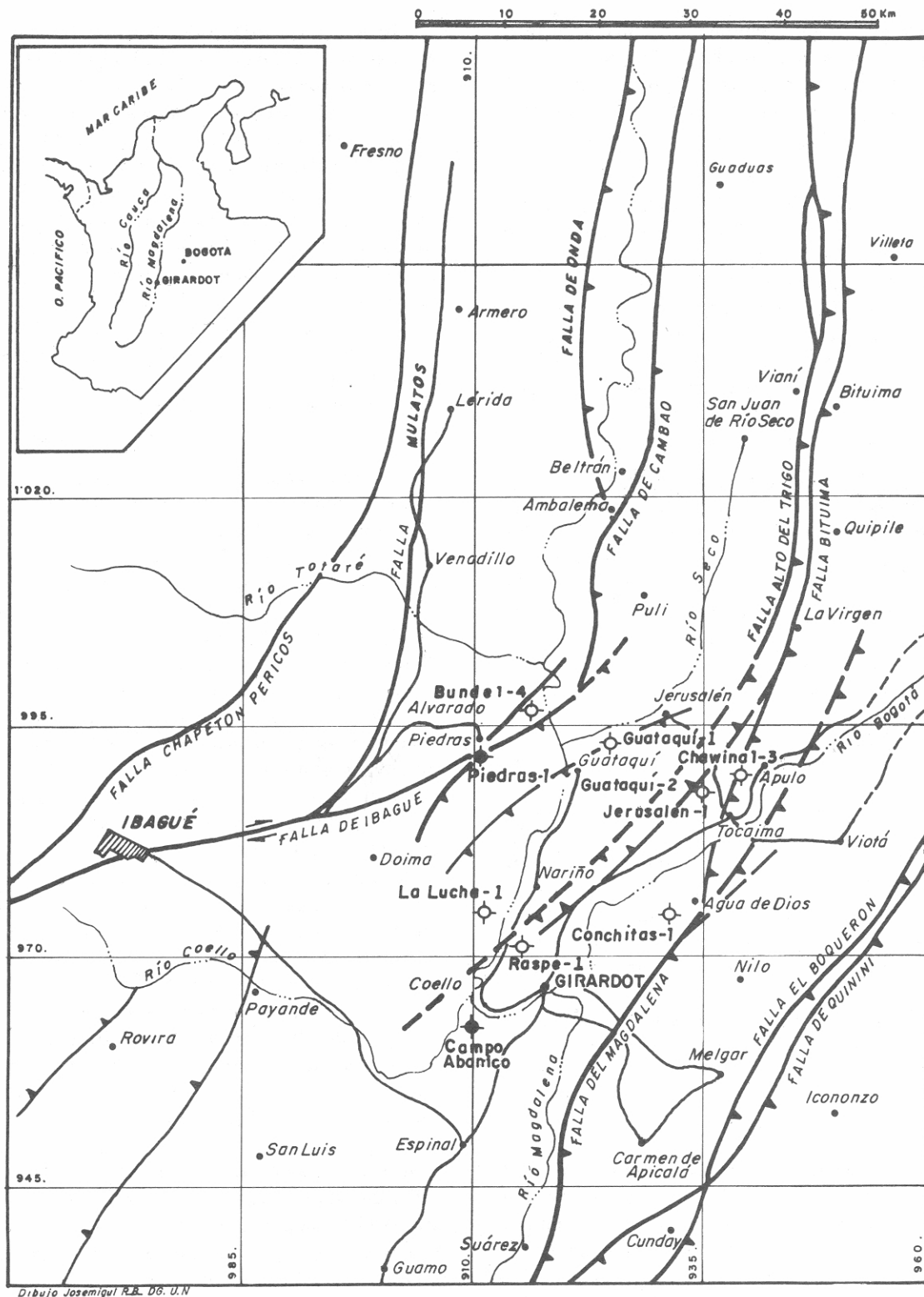


Figura 2. Localización de las principales fallas en el sector de la Barrera de Girardot-Guataquí y el extremo meridional del Valle Medio del Magdalena, con la localización de los pozos petroleros perforados en el sector correspondiente.

En las seis secciones antedichas se colectaron unas 600 muestras, de las cuales únicamente cerca de 150 están representadas en las tablas 3, 4, 5 y 6 y en la Fig. 7, correspondientes a las secciones estudiadas. En las láminas I y II se ilustran las especies con mayor valor bioestratigráfico.

Las determinaciones de las asociaciones de foraminíferos fueron realizadas por N. Tchegliakova, con la revisión y seguimiento del Grupo de Trabajo Europeo sobre la Bioestratigrafía y Taxonomía de los Foraminíferos Planctónicos del Mar de Tetis, dirigido por F. Robaszinsky, L. Kopaevich, A. Alekseev y T. Gorbachik, entre otros. El material de nannoplancton calcáreo fue procesado y taxonómicamente determinado en el Laboratorio de Micropaleontología del Instituto Paleontológico de la Academia de Ciencias de Rusia.

Para la localización geográfica y la toponimia de los lugares se utilizaron los mapas oficiales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), a escala 1:200.000, 1:100.000 y 1:25.000, en sus versiones más recientes (década de los 90) y anteriores (décadas de los 70 y 80. En todos los casos la toponimia presente en los mapas del IGAC fue confrontada con los nombres usados por los moradores, lo cual permitió aclarar algunas inconsistencias encontradas en diferentes versiones de los mapas topográficos.

A falta de una publicación colombiana específica, en la discusión de la nomenclatura estratigráfica se tuvieron en cuenta las normas y recomendaciones de las Guías Estratigráficas Internacionales (Hedberg 1976, Salvador 1994), el Código Norteamericano de Estratigrafía (1983), el Código Argentino de Estratigrafía (Comité Argentino de Estratigrafía 1992) y el Léxico Estratigráfico de Venezuela (2ª Edición, Soc. Venez. Geol. 1970). Los nombres de las unidades colombianas se revisaron en Julivert (1968). Para el uso de la nomenclatura cronoestratigráfica se observaron las definiciones de Harland et al. (1982). Para la calibración de los límites entre los pisos del Cretácico se empleó la propuesta por Obradovich (1993).

Marco geológico

A diferencia del sector al sur, en la región estudiada, el VAM presenta un predominio de las rocas de la cobertera cretácico-terciaria. Unidades más antiguas se encuentran sólo de Payandé hacia el sur, donde se tienen exposiciones del Triásico-Jurásico, del Paleozoico y del Precámbrico (Nelson 1957, Barrero 1968, Forero 1973, Macía et al. 1985, Mojica et al. 1989, Diederix & Gómez 1991, Restrepo-Pace 1997).

En el costado oriental de la Cordillera Central aparecen metamorfitas de bajo grado (principalmente filitas y esquistos) consideradas como paleozoicas (Formación Santa Teresa de Barrero & Vesga 1978; Gr. Cajamarca de Nelson 1959), o definitivamente precámbricas (Anfibolitas y Neises de Tierra Adentro de Barrero & Vesga (1978), todas ellas cortadas por intrusiones granodioríticas con edades radiométricas K/Ar entre 140 y 120 Ma, que conforman el Batolito de Ibagué cuyos afloramientos se prolongan hasta la localidad de Piedras. Con excepción de algunos retazos del Terciario Superior, la cobertera sedimentaria es inexistente en el flanco E de la Cordillera Central. Por el contrario, en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, hacia el límite con el VAM, se observa un total predominio de la cobertera, compuesta por sedimentitas cretácicas en la parte alta y cenozoicas.

La región aquí considerada constituye una parte del sector septentrional de la "Cuenca del Alto Magdalena", conocida como la "Subcuenca de Girardot", separada al sur de la "Subcuenca de Neiva" por el Arco o Umbral de Natagaima (Corrigan 1968, Beltrán & Gallo 1968). Se trata, a la vez, del sector conocido como la Barrera de Girardot-Guataquí (Porta 1965:11), donde el Río Magdalena atraviesa una cadena montañosa con alturas de hasta 500 por encima del nivel del cauce, y corre por un modesto cañón, encajado exclusivamente por sedimentos del Cretácico Superior, a los que el río corta de manera oblicua. Porta (op. cit.), luego de un extenso recuento histórico y con base en una idea expuesta por Etherington (1942, en Porta 1965) propuso establecer el límite entre el VAM y el Valle Medio del Magdalena (VMM) a la altura de Guataquí, donde la Falla de Cambrás, ahora llamada Falla de Cambao, "al tomar una dirección francamente NE-SW corta todas las estructuras cretácicas de la Barrera de Girardot-Guataquí, limitando perfectamente dos cuencas (terciarias) al N y al Sur de dicha barrera". La propuesta de Porta fue acogida por Julivert (1968) y por Corrigan (1968). Este último insinúa que el límite entre el VAM y VAM en Guataquí resulta de la conjunción de las Fallas de Cambao e Ibagué, que en conjunto separan dos dominios estructurales diferentes: el del VAM, bordeado en ambos costados por fallas inversas (o de cabalgamiento), y el del VMM enmarcado entre fallas normales al W y fallas de cabalgamiento al oriente. Por su parte Mojica & Bayer (1984) opinan que dicho límite debe encontrarse a la altura de Honda, donde desaparece el "Basamento Económico" propio del VAM, o sea la Fm. Saldaña. Además, es en esta región en donde se forman los Rápidos o Saltos de Honda, que restringían, años atrás, la navegación fluvial hasta este antiguo puerto.

Como lo indican los títulos de sus trabajos y las menciones en el texto, **Corrigan** (1968) y **Beltrán & Gallo** (1968) diferencian entre lo que ellos denominan el "Upper Magdalena Valley", es decir, el valle en sentido geomorfológico, del "Upper Magdalena Basin", es decir, la "Cuenca del Valle Alto", en sentido geológico, mejor tecto-sedimentario. Así, por ejemplo, Corrigan considera que el límite oriental de la "Subcuenca de Girardot" va más allá de la extensión del Valle del Magdalena, hasta las Fallas de Quinín-Boquerón, que pasan justo al oriente de Melgar, quedando en la "Cuenca del Valle Superior" el Sinclinal de Carmen de Apicalá.

En cuanto a la región entre Guataquí y Honda hay que decir que algunos autores la consideran como la "Subcuenca de Honda", dado que al norte de la Falla de Ibagué y hasta la población de Honda la cobertera es esencialmente neógena (Gr. Honda y Formaciones Mesa y Gualí) y reposa, en forma directa, sobre basamento económico pre-Cretácico o más antiguo. Lo anterior, y la ausencia de sedimentos cretácicos y paleógenos parece indicar que este tramo del Valle del Magdalena se comportó como un paleoalto durante el Eoceno.

Con respecto a la discusión anterior es de anotar aquí, que el uso del término cuenca para denominar los diferentes ámbitos geográficos de afloramiento de las rocas mesozoicas en Colombia ha sido común y tradicional en el lenguaje petrolero, ya que se trata de una forma sencilla, rápida y práctica de referirse a una región dada. Así, es normal hablar, por ejemplo, de las Cuencas del VAM, del VMM, de César-Ranchería, etc. Sin embargo, en sentido estricto, en el caso del Cretácico, es claro que en ese tiempo existieron en el ámbito colombiano sólo dos cuencas. Una en la mitad oriental del país, donde a partir del Titoniano tardío-Berriasiano, por fracturación de la corteza continental, se desarrolló un depocentro suprasialico (conocido como la "Cuenca de Cundinamarca", **Bürgl** 1961) que se fue ampliando en etapas sucesivas, según lo ilustran **Bürgl** (1968), **Etayo et al** (1969) y **Fabre** (1983 y 1985), comenzando por un corredor con alta subsidencia en el centro del país, con avances paulatinos del mar hacia el norte y sur. Al occidente de la actual Cordillera Central existió una segunda cuenca, de mar abierto y profundo con cara hacia el Paleopacífico, hasta ahora poca estudiada, que permitió la acumulación de grandes volúmenes de sedimentos y lavas submarinas sobre corteza oceánica. Entonces, en el caso de las rocas cretácicas aquí descritas, debe entenderse que su depósito ocurrió hacia el borde occidental de la cuenca cretácica supracratónica, desarrollada al oriente del umbral constituido por la Cordillera Central (**Bürgl** 1961), es decir en el ámbito del

Oriente Andino, *sensu* **Hubach & Alvarado** (1934). En el caso del Terciario, la cuestión es diferente, ya que el levantamiento acelerado de la Cordillera Central durante el Paleoceno -Mioceno y de la Cordillera Oriental durante el Mioceno Tardío, dio lugar a la aparición de verdaderas cuencas intra e intermontanas, que pueden ser denominadas con nombres propios.

Litoestratigrafía

A pesar de que en algunas publicaciones previas se lo considera más o menos equivalente con los Grupos Villeta y Guadalupe de la Sabana de Bogotá, el Cretácico aquí descrito muestra importantes diferencias en la sucesión litológica y los espesores, que hacen pensar en variaciones laterales de facies, condicionadas por la posición marginal del área de acumulación con respecto a la geometría y extensión general de la Cuenca Cretácica Supracratónica y de las zonas de aporte. Así, mientras que en la Sabana de Bogotá y en el borde E del Valle del Magdalena, el Senoniano está representado en las secuencias ante todos arenosas (Grupo Guadalupe), en el centro y norte del VAM muestra un alto contenido pelítico-calcareo. Así mismo, la porción baja, el Cretácico Superior incluye también afloramientos de las Formaciones Hondita y Loma Gorda, que según algunos autores hacen parte de un "Grupo Villeta", no coincidente con el Grupo Villeta de la Cordillera Oriental. Además, en el dominio del VAM ocurren las Formaciones Caballos y Yaví (**Corrigan** 1968, **Mojica & Macía** 1984), o Formaciones Yaví, Alpujarra, El Ocal y Caballos de **Flórez & Carrillo** (1994), sin contraparte clara en la Cordillera Oriental.

Teniendo en cuenta la nomenclatura básica establecida por **Porta** (1965 y 1966), y los cambios aquí introducidos, se acepta que en el área comprendida entre Girardot Tocaima-Guataquí-Piedras, en superficie y de base a techo, se tienen las unidades tratadas a continuación y expuestas en su totalidad sólo en el sector al Oriente de Piedras, por el camino al Cerro La Tabla y en la Q. La Hondita (Fig. 3). Esta sección se ha tomado desde tiempo atrás como la sección de referencia para la zona de la Barrera Girardot-Guataquí. Sin embargo, las columnas aquí mostradas muestran notables variaciones laterales de espesores y de facies.

I. La secuencia pre-senoniana

En la parte más baja, la secuencia cretácica pre-senoniana de la Barrera de Girardot-Guataquí muestra un espeso conjunto pelítico-calcareo, en el que **Porta** (1965 y 1966), con base en los afloramientos a lo largo del camino de Piedras al Caserío de La Tabla, diferenció dos

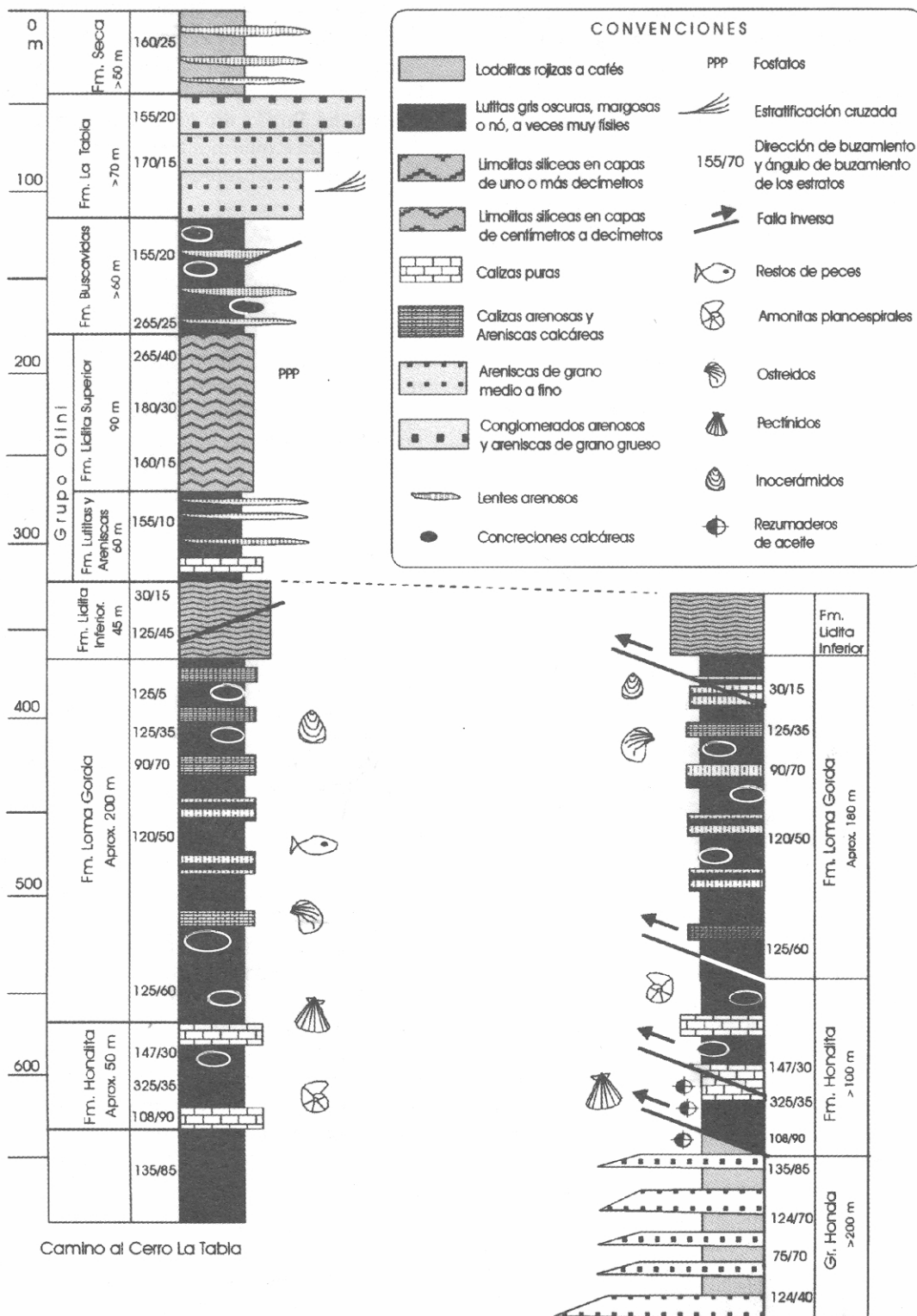


Figura 3. Columnas estratigráficas del Cretácico Superior en el camino al Cerro de La Tabla y en la Q. La Hondita.

unidades: la Fm. Hondita, abajo, y la Fm. Loma Gorda, arriba.

Según Porta, dicha sección se encuentra libre de complicaciones estructurales que afecten la continuidad de las secuencias por él observadas; sin embargo, las exposiciones en la Q. La Hondita (como aparece denominada en los mapas topográficos 1:25.000 del IGAC), que complementan y aclaran las del camino a La Tabla, muestran la existencia de pliegues estrechos y fallas inversas, indicativos de una zona de escamación tectónica marcada, que perturban notablemente la sucesión original, de modo que los espesores indicados por dicho autor pueden diferir bastante de los conservados en otros lugares. Vale la pena recalcar aquí que las descripciones de **Porta** (1965 y 1966) se refieren exclusivamente a los afloramientos por el camino de Piedras a La Tabla, ya que en ninguno de sus artículos hace mención específica a la sección de la Q. La Hondita, y más bien enfatiza, por ejemplo, que como sección tipo de la Fm. Hondita se ha "tomado la sucesión que aflora en el camino a La Tabla".

Formación Hondita.- En el sentido de **Porta** (1965:12), esta unidad consiste de unos 90 m de calizas oscuras y arenosas, en capas de centímetros a un metro, con concreciones calcáreas de hasta un metro de diámetro, "que reposan sobre unas lutitas negras". En la sección tipo en el camino al Cerro de La Tabla, los afloramientos son aislados y de regular calidad, por la cubierta vegetal y lo avanzado de la meteorización. Por el contrario, en la Q. La Hondita se tienen rocas frescas y afloramientos bastante continuos, en tanto que los datos estructurales permiten establecer que las calizas se encuentran afectadas por pliegues apretados, internamente fallados, que las dislocan y posiblemente las repiten. La Fm. Hondita corresponde en parte con el Conjunto K7 de **Raasveldt** (1956), descrito sucintamente por él como "calizas alternando con esquistos calcáreos negros y bituminosos". La descripción de la Fm. Hondita es ampliada por **Porta** (1966:32), que según él se compone de tres conjuntos principales: Abajo, 25 m de "calizas arenosas con intercapas de shales, a veces muy laminadas que se vuelven shales calcáreos. Las calizas son lajos y presentan nódulos calcáreos pequeños". En el medio, "50 m de lutitas con intercapas de caliza arenosa, en capas de 30 a 50 cm, a veces de 1 cm y de 1 m. Las lutitas son claras, pero hacia la base son rojizas. Hay nódulos con diámetro entre 20 cm y 2m". Arriba, "un conjunto de 15 m de alternancia de calizas en capas delgadas y lutitas con pocos nódulos calcáreos y de tamaño pequeño". **Porta** expresa, además, que el conjunto superior le recuerda al inferior; una apreciación compartida por nosotros.

El espesor estimado aquí para la Fm. Hondita, en los afloramientos de la Q. La Hondita, luego de las correcciones por los plegamientos y las fallas, es de unos 50 m; el contenido fosilífero se restringe a ocasionales moldes de *Inoceramus ssp.* y a impresiones de amonitas a. La comparación regional indica que la Fm. Hondita es un elemento local, ausente o de difícil identificación en otros sectores del VAM, cuya extensión segura, como lo indica el mismo **Porta** (1965 y 1966), continúa restringida sólo a los afloramientos en las cuencas altas de las Quebradas La Hondita y Cafuche, y el camino de Piedras a La Tabla. Las comparaciones más allá del área tipo se tornan difíciles, ya que, por ejemplo, la confrontación de las secuencias observadas en el camino a La Tabla y por la Q. La Hondita (Fig. 3) con la columna presentada por **Bürgl & Dumit** (1954: plancha 3) plantea incertidumbre en cuanto a la presencia, o no, de La Fm. Hondita en la sección Girardot-Nariño. Así, lo que podría considerarse allí como Fm. Hondita, sería el Conjunto K7a de **Bürgl & Dumit**, con espesor de 28 m, que ellos consideran de edad turoniana y describen como "margas arenosas con liditas y calizas", que descansan sobre un Conjunto K7b compuesto por "esquistos margosos oscuros". No obstante, para el suprayacente Conjunto K6b **Bürgl & Dumit** dan una descripción idéntica a la anterior ("margas arenosas con liditas y calizas", con 14 m de espesor), pero que consideran ya del Coniaciano (tabla 1).

Formación Loma Gorda. Como la describe **Porta** (1965 y 1966), consiste ante todo de shales (= lutitas oscuras fisiles) con interposiciones de areniscas cuarzosas finogranulares, en capas de centímetros a metros, que hacia la parte alta presentan delgadas capas de chert o lidita, con un espesor total indicado por el autor de 167 m. El estratotipo aparece también en el camino Piedras-La Tabla y el nombre se deriva del Cerro Loma Gorda, una colina relativamente baja y chata al N de la Q. La Hondita, entre los caminos al sitio Loma Gorda y a La Tabla. El contenido fósil es pobre y se refiere a escasos moldes de *Inoceramus* y foraminíferos. Así mismo, **Hernández & Porta** (1962) reportan la presencia de una mandíbula de ictiosaurio en la Q. Luní, un afluente de la Q. Chipaná, al S de Guataquí. La Fm. Loma Gorda corresponde aproximadamente con la parte alta del Conjunto K6 de **Raasveldt** (1956), caracterizado según dicho autor por la presencia de "un nivel de ruedas de carreta", y con los Conjuntos K6a y K6b de **Bürgl & Dumit** (1954), que ellos asignan al Coniaciano Inferior, expuestos y cartografiados por dichos autores en el núcleo y el flanco occidental del Anticlinal de Girardot. **Porta** plantea la equivalencia de la Fm. Loma Gorda con los conjuntos antedichos del Anticlinal de Girardot, y a falta de datos propios acepta,

Tabla 1. Comparación de la nomenclatura estratigráfica en el sector de la Barrera de Girardot-Guataquí.

Litología	Bürgl & Dumit (1954)	Raasveldt (1956)	Porta (1965;1966)	Contigán (1968:229)	Este Trabajo		
	Maestrichtiano	K2a	Maestrichtiano	Maestrichtian	Fm. Guaduas	Fm. Guaduas	
						Fm. Seca	
	Campañiano	Superior	K2b	Campañiano	Campañiano	Fm. Buscavidas	Fm. Arenisca Tierna (Oriente)
		Medio	K2c				Fm. La Tabla (Occidente)
		Inferior	K3 Primera Lialta				Nivel de Lufftas y Arenas
	Santoniano	K3-4 K4a K4b	Santoniano	Santoniano	Santoniano	Fm. Lialta Superior	Fm. Lialta Superior
							K3 b
	Contactiano	Superior	K5 Segunda Lialta	Contactiano	Contactiano	Fm. Lialta Inferior	Formación de Lufftas y "Areniscas del Cobre"
		Inferior	K6a K6b				K6 (Ruedas de carretera)
	Turoniano	K7a K7b	Turoniano - Turoniano	Turoniano	Turoniano	Fm. Hondita	Fm. Loma Gorda
K7		Fm. Loma Gorda					Fm. Hondita

aunque no sin reservas, la edad coniaciana propuesta por **Bürgl & Dumit** (op. cit.). Como se observa en la Fig. 3, las sucesiones de la Fm. Loma Gorda en la Q. La Hondita y el camino a La Tabla son bastante semejantes, pero en la Q. La Hondita se identificaron dos fallas inversas hacia la parte media y alta. Además, los afloramientos frescos en el cauce permiten establecer que las areniscas mencionadas por Porta son en gran parte calcáreas y podrían corresponder con el Conjunto K7a de **Bürgl & Dumit**, descrito por ellos también como "margas arenosas con liditas y calizas". El espesor obtenido por nosotros para la Fm. Loma Gorda en la Q. La Hondita quebrada es de unos 180 m. Al igual que la Fm. Hondita, parece ser que la Fm. Loma Gorda sólo es reconocible en la Barrera de Girardot-Guataquí. En el VAM, la Fm. Loma Gorda, aunque no con las mismas características, debe estar representada en o ser equivalente con parte de los sedimentos que subyacen al Grupo Olini.

II. La secuencia senoniana

En la parte alta la secuencia cretácica, aparecen las rocas marinas senonianas que dominan las exposiciones en la Barrera de Girardot-Guataquí, constituidas de abajo hacia arriba por: el Grupo Olini, la Fm. Buscavidas, la Fm. La Tabla al occidente y la Fm. Arenisca Tierna al oriente. Las dos últimas representan el fin de las unidades cretácicas con características francamente marinas, depositadas en un ambiente de regresión. La Fm. Seca de **Porta** (1965), o Fm. Guaduas de **Corrigan** (1968) puede incluir el tope de Senoniano, pero su contenido micropaleontológico no ha permitido reconocer biozonas con resolución suficiente para definir en el terreno el límite Cretácico-Terciario.

Grupo Olini.- Definido por **Porta** (1965 y 1966), que denominó así a un conjunto litológico tripartita, compuesto por dos paquetes de limolitas silíceas (denominadas por el Nivel de Lidita Inferior y Nivel de Lidita Superior), separados por un conjunto intermedio, allí ante todo pelítico, que **Porta** denominó "Nivel de Lutitas". La historia de esta unidad se remonta a **Petters** (1955) quien, sin citar una localidad tipo, ni presentar una columna característica, indica que el término Gr. Olini se debe a geólogos de Intercol, y que está compuesto de base a techo por tres elementos: "Lower Chert, Upper Sandstone member, Upper Chert". Aunque ni **Porta**, ni **Petters** hacen mención a la toponimia, parece ser que el nombre proviene de la Quebrada Olini, registrada en la plancha topográfica 192-II-C, 1:25.000 del IGAC y en la plancha geológica M8 "Ataco" 1:200.000 de **Raasveldt & Carvajal** (1956). La Q. Olini es un afluente importante del Río Saldaña, que en su cauce más bajo, a unos 21 km al E

de Chaparral, presenta afloramientos de los conjuntos K5, K4 y K3 de **Raasveldt & Carvajal**, descritos en la leyenda de la Plancha M8, de base a techo, como "Liditas amarillentas en capas delgadas; margas y arcillas calcáreas; y liditas negras gris-azulosas en capas gruesas en la parte superior", lo cual corresponde bien con las descripciones del actual Gr. Olini. En la plancha 292 del IGAC, de 1973, la Q. Olini aparece, erróneamente, con el nombre de Q. Onili.

Es claro que la nomenclatura existente para el Gr. Olini *sensu* **Porta** (1965) no cumple con las normas de las guías y los códigos estratigráficos internacionales, que especifican que las subdivisiones de los grupos deben tener el rango de formaciones con un componente toponímico o litológico (poco aconsejado) y que la toponimia del grupo y sus constituyentes se deriven del área tipo. Por lo anterior, pero teniendo en cuenta el principio de prioridad y de la tradición en las publicaciones anteriores, se propone aquí elevar las subdivisiones del Gr. Olini al rango de formaciones, así: 1) Fm. Lidita Inferior; 2) Fm. de Lutitas y Areniscas, dado que el conjunto intermedio tiene composición muy variable, entre lutitas predominantes con alternancia de areniscas, cintas de chert y calizas, o bancos de areniscas cuarzosas grises, medio a fino granulares que, donde existen, como se detalla más adelante, han recibido el nombre de "Areniscas del Cobre"; 3) Fm. Lidita Superior.

Por otra parte, existe una disparidad grande en la identificación y caracterización de las limolitas silíceas del Gr. Olini, que son consideradas en los diferentes trabajos como verdaderos cherts, liditas, o porcelanitas. Al respecto debe anotarse que, por lo común, se trata de capas con estratificación ondulosa no paralela, con fractura plana a concoidea en la que se desarrollan con frecuencia estilolitos horizontales. Así mismo, estas son rocas a menudo calcáreas y fosfáticas (sobre todo en la Lidita Superior), que en muestra fresca presentan tonos gris oscuros a negruzcos, pero que cuando están alteradas aparecen grises a blancuzcas o crema, a veces bien laminadas. Lo que se puede llamar chert propiamente dicho ocurre en formas nodulares, de tonos gris oscuro y con fractura concoidea, que indican procesos de silicificación diagenética. En este sentido se expresa también **Terraza** (2000), quien sostiene que: "análisis petrográficos de la Lidita Superior e Inferior (Gr. Olini) en las secciones estratigráficas levantadas al sur del municipio de San Luis, sugieren que varios niveles de porcelanitas (liditas calcáreas y/o cherts calcáreos) se originaron por reemplazamiento de carbonato preexistente a partir de biomicrofitas esparcidas y/o microfitas fosilíferas (wackestones y/o mudstones). En un estado

avanzado de reemplazamiento las conchas de foraminíferos calcáreos llegan a silicificarse totalmente”.

El Gr. Olini se extiende por gran parte de la mitad N del costado occidental del VAM (vale decir desde el S de Ataco hasta la barrera de Girardot-Guataquí). Además, en el sector de Jerusalén se desprende un ramal hacia el NE, que se adentra en la Cordillera Oriental en dirección a La Virgen, donde se tiene también exposiciones del Gr. Olini, estudiadas en detalle por **Martínez** (1990). En la región de Coyaima, **Jaramillo & Yepes** (1992) presentan una columna detallada del Gr. Olini, que ellos denominan “Olini”.

Según **Porta** (1965 1966), en la sección tipo el Gr. Olini tiene un espesor de 155 m y se describe como sigue:

Formación Lidita Inferior. También llamada Segunda Lidita por **Bürgl & Dumit** (1954), alcanza por lo común, entre 30 y 40 m de espesor, y en casos aislados hasta 70. Se compone ante todo de capas delgadas (2 a 8 cm) de limolitas silíceas con fractura concoidea en las que se intercalan delgadas lutitas negras. **Porta** describe las rocas silíceas como porcelanitas carbonáceas (léase calcáreas) y de capas más puras, cercanas en su composición al chert. El contenido fosilífero indicado por dicho autor es bien escaso. De la sección en la vía Girardot-Nariño, **Bürgl & Dumit** (1954) citan *Texanites sp.* y varios géneros de foraminíferos (*Globigerina*, *Anomalina* y *Planomalina*) que ellos identifican como propios del Coniaciano Superior.

Formación Lutitas y Areniscas. Denominado “Nivel de Lutitas” por **Porta** (1965), con un espesor cercano a 65 m la sección tipo y compuesto esencialmente por “un conjunto de lutitas grisáceas con intercalaciones de arenas que se encuentran entre la Lidita Inferior y la Lidita Superior”. Según **Porta** (1966:38) este conjunto se puede dividir en tres partes: abajo 10 m de lutitas en las que se intercalan capitas arenosas; en el centro 40 m de lutitas con intercapas de chert y arenas delgadas; arriba 10 m de lutitas en capas de 2 a 5 cm.


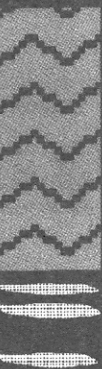
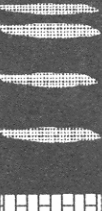
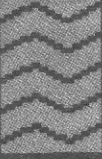
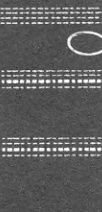
Aún cuando **Porta** (1965 y 1966) se refiere al “Nivel de Lutitas” como una unidad uniforme, en la Q. Coloradas (Fig. 4) dicho nivel está representado por un paquete de más de 100 m de areniscas grises fino a medio granulares, con abundante bioturbación, algunas amonitas plano-espaciales y abundante microfauna (v. Capítulo de Bioestratigrafía). La presencia de estas areniscas dentro del “Nivel de Lutitas” constituye una variación local, implícita en el trabajo de **Petterson** (1955), que se refiere a este conjunto central del Gr. Olini como “Upper Sandstone

member”. Al respecto, **Barrio & Coffield** (1992) indican que en la región de San Luis, al S de Payandé, la “Unidad entre los dos Cherts” tiene una potencia de 380 m y está compuesta de calizas micríticas finamente laminadas, así como areniscas calcáreas con concreciones, bivalvos y amonitas, que termina con 15 a 20 m de areniscas amarillentas a grisáceas pobremente seleccionadas, conocidas como “La Arenisca del Cobre”, un término tomado del lenguaje petrolero informal. Un conjunto arenoso similar, con 110 m de espesor, se encuentra igualmente por debajo de la Lidita Superior en el sitio El Paso (Fig. 5), pero allí con una litología finogranular muy cementada, en mucho semejante a la Fm. Arenisca Dura del Grupo Guadalupe. De acuerdo con **Bürgl & Dumit** (1954), en la sección Girardot-Nariño, la sucesión correspondiente al “Nivel de Lutitas” representaría el Santoniano, pero **Porta** las asigna al Coniaciano-Santoniano? En el presente estudio, la Fm. Lutitas y Areniscas proporcionó fauna que indica, ante todo, una edad santoniana (tabla 2).

Formación Lidita Superior. Con alrededor de 60 m en la sección tipo, pero con hasta 140 m en la región al norte de Tocaima. Según **Porta**, en la Lidita Superior predominan los cherts sobre las liditas, que en este caso presentan capas de 10 a 20 cm de espesor, pero que alcanzan a veces 40 cm, en las cuales son frecuentes también láminas y capitas de yeso con maclas en flecha. En la Lidita Superior, denominada Primera Lidita por **Bürgl & Dumit** (1954), se encuentra una abundante fauna de microfósiles en especial foraminíferos bentónicos, amonitas y bivalvos, indicativos, según ellos, del Campaniano Inferior. De acuerdo con nuestras observaciones en la sección por el camino a La Tabla, la Fm. Lidita Superior incluye, además, un importante conjunto lutítico, de unos 20 m de espesor, con intercapas arenosas. Según nuestras observaciones, una situación semejante se observa en la región de Ataco.

Formación Buscavidas. En el presente trabajo se denomina así a la unidad informal “Nivel de Lutitas y Arenas” de **Porta** (1965 y 1966), que suprayace a la Lidita Superior y que dicho autor describe, como una secuencia de unos 75 m de espesor, compuesta por un conjunto inferior de 40 m predominantemente lutítico, con escasas intercalaciones arenosas y un conjunto superior de 35 m, también lutítico, pero con mayor proporción de capas delgadas de arenisca. **Porta** no cita contenido fósil alguno en la sección del camino a La Tabla, pero recuerda que en la sección de Girardot a Nariño **Bürgl & Dumit** (1954) describen una abundante fauna de micro y macro fósiles, con base en la cual ubican este conjunto en el “Campaniense Medio a Superior”; no obstante, **Porta** opina que “aún considerando la fauna citada por estos autores, evi-

Tabla 2. Biozonación de Caron (1985), Petters (1955, interpretación gráfica) y la propuesta en el presente estudio.

Piso (Ma)	Subpiso	BIOZONAS						
		Caron 1985	Este trabajo 2001	Unidad litoestratigr.		Litología	Petters 1955. Oriente de Colombia y Occidente de Venezuela	
				Grupo	Formación		Microfauna	Macrofauna (Cephalopoda)
71	Superior	<i>Abathom. mayaroensis</i>	<i>Abathom. mayaroensis</i>	O L I N I	La Tabla		<i>Ammobaculites colombianus</i>	<i>Coahuillites</i> sp. <i>Sphenodiscus</i> sp.
		<i>Gansserina gansseri</i>	<i>Gansserina gansseri</i>		Buscavidas			
	<i>Globotrunc. aegyptiaca</i>	<i>Globotrunc. aegyptiaca</i>	Lidita Superior			<i>Siphogenerioides cretacea</i> (=Zona Pullenta cretacea)		
	<i>Globotrunc. havanensis</i>	??						
83,5	Superior	<i>Globotrunc. calcarata</i>	<i>Globigerinellitoides multispinus</i>	Lidita y Areniscas			Según la fauna de Globotruncanas (=Dicarinellas)	
		<i>Globotrunc. ventricosa</i>						
86,3	Inferior	<i>Globotrunc. elevata</i>	<i>Globotrunc. elevata</i>	Lidita Inferior			<i>M. curvisepta</i>	
		<i>Dicarinella asymetrica</i>	<i>Dicarinella concavata</i>					
88,7	Superior	<i>Dicarinella concavata</i>		<i>Dicarinella concavata</i>	Loma Gorda			<i>Globigerina</i> <i>Guembellina</i> <i>Radiolaria</i>
		<i>Dicarinella Primitiva</i>						

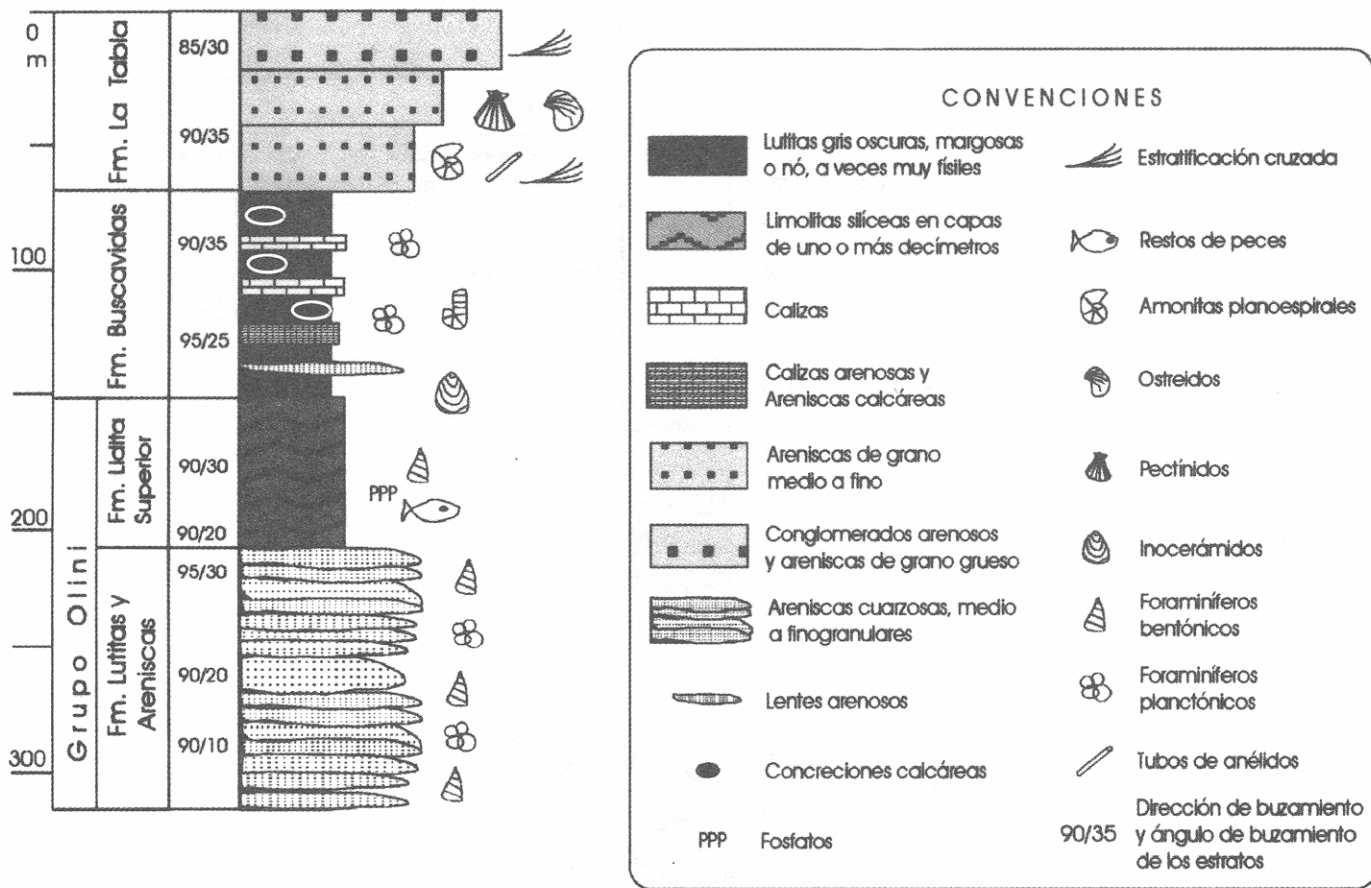


Figura 4. Columna estratigráfica en la Quebrada Coloradas, al noreste de Piedras.

dentamente no es suficiente para establecer divisiones tan detalladas dentro del Campaniense”.

Se trata de la unidad denominada “Buscavida Shale” por **Corrigan** (1968: 233-234) que en el presente trabajo se define como la Fm. Buscavidas. Corrigan sólo hizo mención del nombre en los siguientes términos: “The Buscavida Shale is derived from the area north-west of Tocaima, along the Tocaima-Jerusalén road and was first used by Intercol geologists. The term is suggested as facies change worthy of formation rank that is clearly distinct from either the Guadalupe and Umir”. Al respecto debe anotarse que dado que Corrigan no expresa la intención de definir la unidad, que la descripción no incluye columna estratigráfica tipo, y que en la localidad a considerar como área tipo, los afloramientos son de mala calidad, sin que se puedan localizar fácilmente la base (cubierta) y el techo (erosionado), se propone aquí como columna tipo la secuencia expuesta en el sitio El Paso, en la vía Girardot-Melgar (Fig. 5), que cuenta con excelente

acceso y que no presenta complicaciones tectónicas evidentes que la fragmenten o repitan. Otras secciones completas son escasas, a no ser la del cauce medio de la Q. Coloradas, donde se tiene una exposición casi ininterrumpida de la Fm. Buscavidas, con la Fm. Lidita Superior en la base y la Fm. La Tabla en el techo.

Como se la define acá, la Fm. Buscavidas es una secuencia predominantemente lutítica, con intercapas de calizas fosilíferas gris oscuras, compactas e impuras, e intercalaciones esporádicas de areniscas cuarzosas, finogranulares. Los shales son siempre margosos y ricos en microfósiles. El espesor en la sección tipo es de 145 m. La Fm. Buscavidas corresponde al Conjunto K2 de **Raasveldt** (1956), que él describe simplemente como “arcillas esquistasas, a menudo calcáreas, margas”. Así mismo la Fm. Buscavidas equivale a los Conjuntos K2b (arriba) y K2c (abajo) de **Bürgl & Dumit** (1956, Tabla 2), el primero con unos 65 m, el segundo con unos 80 m de espesor.

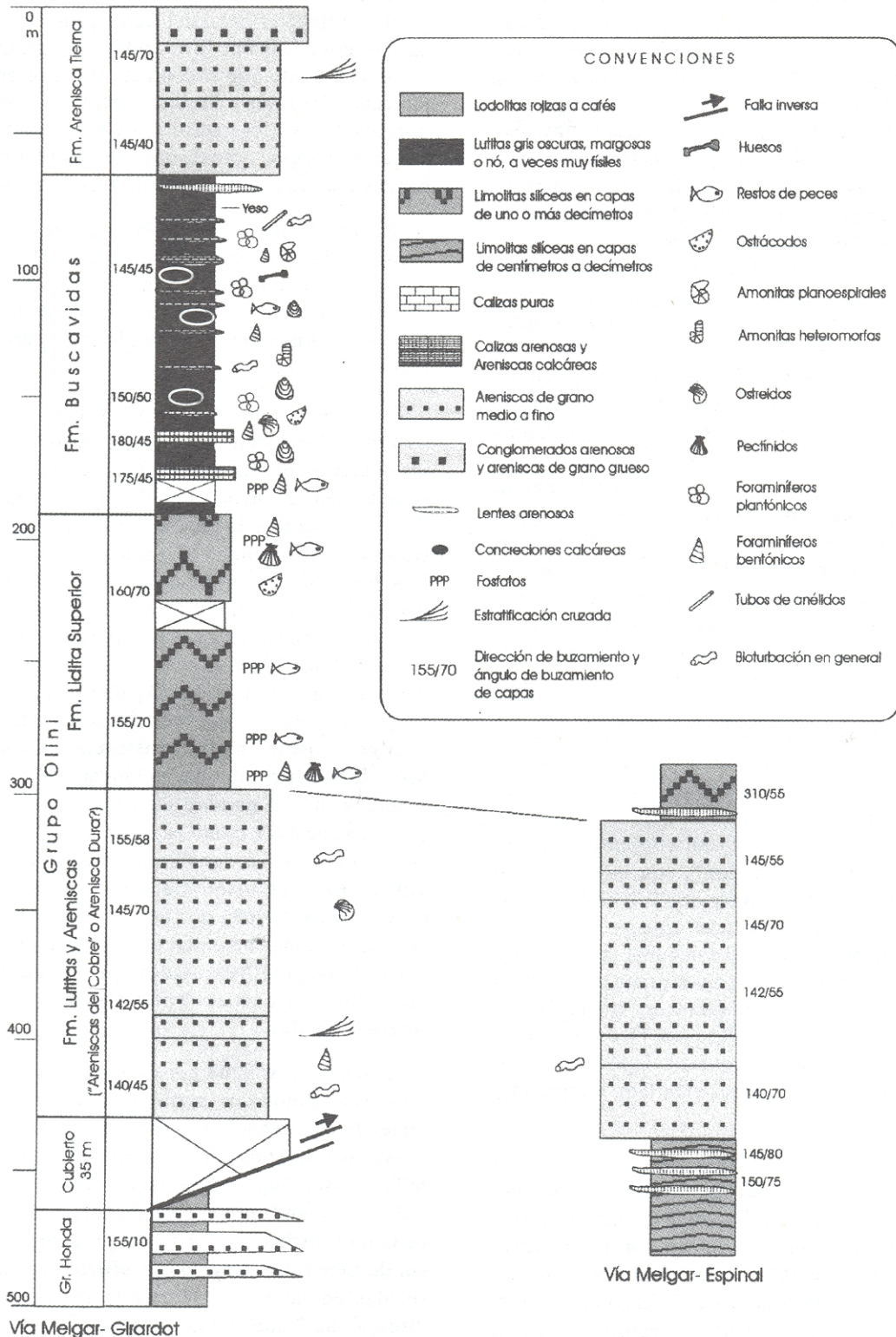


Figura 5. Sucesión estratigráfica del Senoniano, en el sitio El Paso, al noreste de Girardot.

Contenido paleontológico y edad. La Fm. Buscavidas es especialmente rica en microfósiles y en particular en foraminíferos bentónicos y planctónicos, así como nanoplancton calcáreo (reportado aquí por primera vez), que la hacen ideal para los estudios micropaleontológicos. Se tienen además amonitas heteromorfas, restos de peces, ostreidos, inocerámidos, pectínidos, erizos y, en algunos bancos calcáreos, madrigueras, y tubos de anélidos. Del conjunto K2b, **Bürgl & Dumit** citan *Siphogenerinoides plummeri*, *S. bermudezi*, *S. clarki*, *Griphaostrea vomer grande*, *Vaginulina yadei*, *Robulus münsteri*, *Epistoma caracola*; del conjunto K2c citan *Siphogenerinoides sp.*, *Griphaostrea vomer grande*, *Nostoceras sp.*, *Stantonoceras sp. div. espec.* y restos de peces. Con base en esa fauna Bürgl & Dumit asignan los conjuntos K2b y K2c al Campaniano Medio y Superior, respectivamente. El contenido faunístico aquí presentado en el Capítulo de Bioestratigrafía indica una edad maastrichtiana. La columna presentada por **Bürgl & Dumit** (1956, Plancha 4) de la sección Girardot-Melgar en el puente sobre el Río "Fusagasugá" (ahora Río Sumapaz), es decir en el sector del sitio El Paso, no corresponde exactamente con la aquí ilustrada, seguramente porque los afloramientos visitados no fueron los mismos, y porque las nuevas carreteras han destapado secciones más completas. La misma localidad fue estudiada por **Vergara** (1997:123-124), que presenta una columna estratigráfica en la que de base a techo, diferencia: a) una parte del Gr. Olini, compuesto por un "Nivel de Arenitas" con unos 20 m de espesor, y una Lidita Superior con unos 65 m; b) un "Nivel de Lutitas y Arenas" con apenas 20 m de espesor; c) un conjunto arenoso, denominado "La Tabla Formation", con más de 20 m expuestos. De la Lidita Superior y del "Nivel de Lutitas y Arenas" analiza cinco muestras, que proporcionan foraminíferos indicativos de edad campaniana tardía para la Lidita superior y maastrichtiana temprana para el "Nivel de Lutitas y Arenas". Efectivamente, los resultados obtenidos esta vez, presentados en el capítulo de bioestratigrafía, comprueban que el depósito la Fm. Buscavidas ocurrió entre el Maastrichtiano temprano y el Maastrichtiano tardío.

Ambiente Sedimentario. Las litologías presentes, ante todo pelitas margosas y calizas impuras, y el contenido micropaleontológico (rico en bentos y plancton) sugieren que la Fm. Buscavidas se depositó en un ambiente marino con una columna de agua relativamente alta, semejante a la de una "plataforma media". El color original, gris oscuro a negruzco de las pelitas margosas, indica un medio de aguas calmas, con circulación restringida de oxígeno y depositación predominante por decantación.

Contactos. Como puede verse bien en los afloramientos del costado oriental del Cerro Limba (Fig. 6), el contacto inferior de la Fm. Buscavidas con Fm. Lidita Superior es neto, en tanto que el contacto superior contra las Formaciones La Tabla y Arenisca Tierna incluye una zona de transición de varios metros de espesor, con mezcla de areniscas y margas, colocándose el límite donde aparecen bancos masivos y continuos de areniscas cuarzosas.

Expresión Morfológica. Por su carácter margoso, las rocas de la Fm. Buscavidas son muy sensibles a la meteorización química y a la remoción en masa, lo cual produce formas bajas y vallecitos longitudinales, o remanentes en forma de puntas de plancha sobre la Lidita Superior.

Toponimia. Aún cuando **Corrigan** (1968) utiliza el término "Buscavida" para esta unidad, la inspección de los diferentes mapas topográficos del IGAC permite constatar que en la mayoría de ellos aparece una quebrada al W de la población de Nariño con el nombre de "Quebrada Buscavidas o Apauta" (Plancha 4, 1:200.000 de 1983; Plancha 2-068, 1:200.000 de 1977; Mapa de Cundinamarca, 1:400.000 de 1985; Hoja 245-IV-A, 1:25.000 de 1982). Sin embargo, en la Plancha 245, 1:100.000 de 1994, y en las Hojas 245-II-C y 245-IV-A, 1:25.000 de 1994, se lee "Quebrada Buscavida o Apauta". En la última se indica, por primera vez una "Vereda Buscavida". Es claro que aquí se presente una inconsistencia a resolver mediante la consulta a la comunidad del lugar, que en este caso, por tradición, usa el nombre Buscavidas, tanto para la quebrada en cuestión, como para la vereda, a la entrada de la cual, en un aviso se lee "Bienvenido a la Vereda Buscavidas". En conclusión, dado que el "Buscavida Shale" de **Corrigan** (1968) no llegó a ser una unidad formal, aquí se propone enmendar el error de toponimia y designarla Formación Buscavidas, que quedaría así definida como lo aconsejan las guías y códigos estratigráficos internacionales.

Extensión. Aunque por el momento no se tiene estudios específicos que permitan una correlación segura, teniendo en cuenta la posición estratigráfica y las características litológicas de los sedimentos que suprayacen a la Fm. Lidita Superior, se postula aquí que la Fm. Buscavidas se extiende por el costado occidental del VAM, desde la Barrera de Girardot-Guataquí hasta, por lo menos, el sur de Ataco. Así, **Barrio & Coffield** (1992: Figs. 2 y 18) señalan en sus tablas de correlación la presencia de un "Buscavida Shale" en la región de Ortega, al que no hacen mención en el texto, en tanto que de acuerdo con nuestras observaciones, en la región de Ataco, se tiene

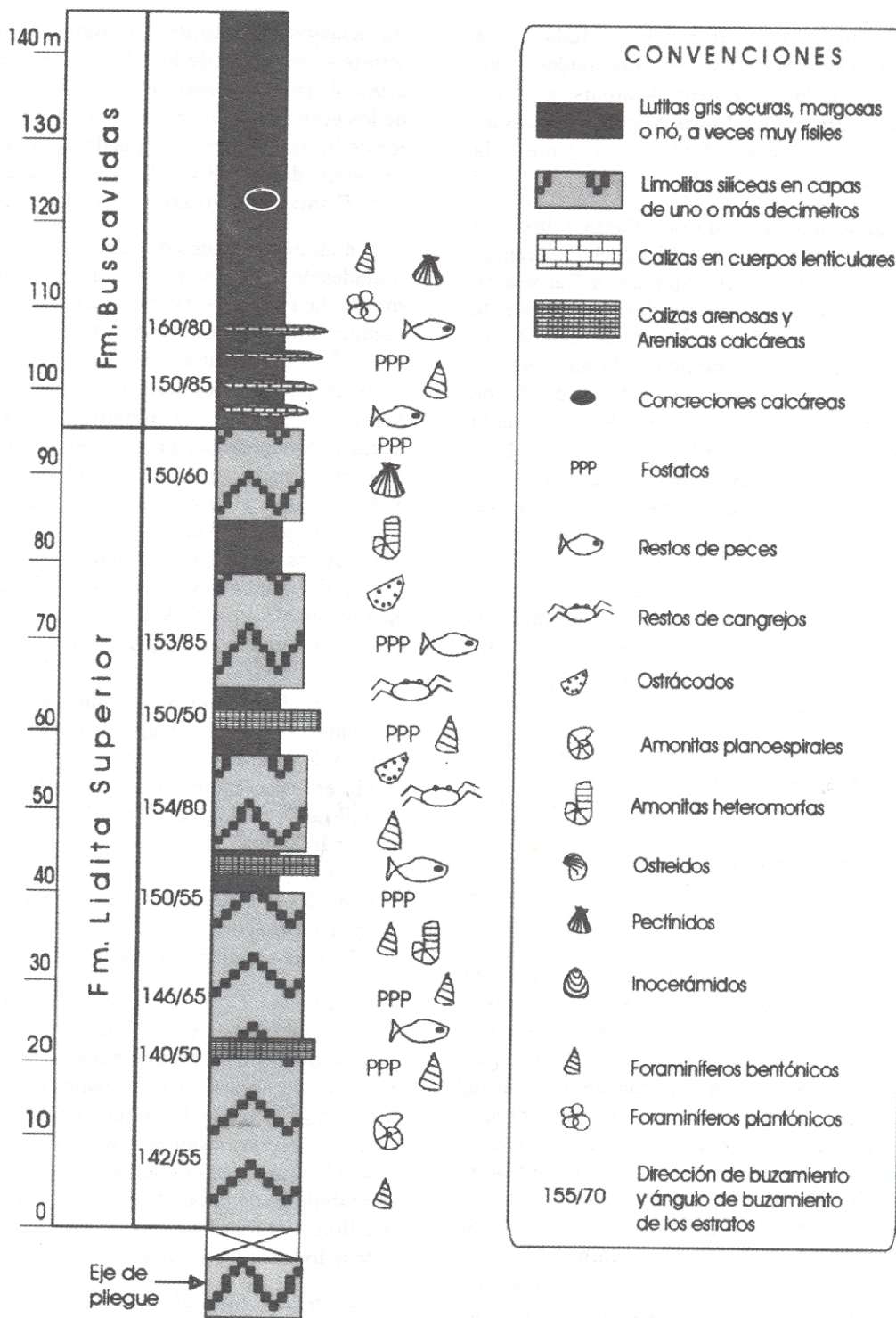


Figura 6. Columna estratigráfica en el límite entre las Formaciones Lidita Superior y Buscavidas, costado oriental del Cerro Limba, en la vía Tocaima-Jerusalén.

una secuencia de unos 150 m de espesor, a todas luces semejante o correspondiente con la Fm. Buscavidas, compuesta por margas con intercalaciones de areniscas y calizas, que reposan sobre la Fm. Lidita Superior y bajo un potente conjunto de areniscas cuarzosas, semejantes a la Fm. Arenisca Tierna.

Formación La Tabla. Definida por **Porta** (1965:20-22). Constituye la unidad terminal del Cretácico francamente marino de la mitad occidental de la Barrera de Girardot-Guataquí, más precisamente desde el occidente de la línea Suárez-Tocaima. Se trata de una secuencia arenosa-conglomerática, que localmente puede ser brechosa y aparecer cementada por carbonato de calcio y óxidos de hierro. Por lo general los afloramientos completos de la Fm. La Tabla son escasos, siendo los mejores los del camino de Piedras a La Tabla y los de la Q. Coloradas (Figs. 3 y 4). El espesor promedio es de unos 65 a 70 m. En algunos sectores el contenido fósil puede ser importante, con abundantes ostreidos completos o fragmentados, escasas amonitas plano-espaciales de concha lisa, pectínidos, briozoos, tubos de anélidos, erizos y foraminíferos bentónicos, todos ellos indicativos de un ambiente sedimentario, somero y regresivo, pero que no permiten definir biozonas micropaleontológicas.

Sucesión Litológica. La Fm. La Tabla es una sucesión grano-creciente en la que, en términos amplios, se reconocen tres segmentos: A), uno inferior con areniscas cuarzosas, blanco-amarillentas, que en la base son macizas o con laminación ondulosa, a veces muy bioturbadas, con abundantes *Thalassinoides sp.*, depositadas tal vez bajo el nivel de oleaje fuerte o de tormentas. A este conjunto sigue otro de unos 15 m con areniscas de grano medio, bien seleccionadas, con estratificación cruzada en artesa, de mediana a grande escala, a veces calcáreas y con abundantes concreciones semi-esféricas con diámetros entre 1 y 2 decímetros. Hay esporádicos restos de ostreas intactas. B), uno intermedio con unos 30 m de espesor, que presenta areniscas de grano medio a grueso granulares, niveles conglomeráticos y bancos de brechas conglomeráticas con clastos angulosos a subredondeados de varios centímetros de largo. Se trata de capas gruesas de 1 a 3 m, de aspecto masivo, pero internamente bastante bioturbadas. Este segmento contiene localmente abundantes restos de ostreas, pectínidos, briozoos, tubos de anélidos y foraminíferos robustos, así como ocasionales amonitas de concha lisa. C), uno superior, compuesto por unos 35 m de areniscas cuarzosas, grueso-granulares, y bancos de conglomerados matriz-soportados, con abundantes gránulos de cuarzo rosado y lechoso, así como clastos silíceos negros y amarillentos y frecuentes

intraclastos de lodolita. En algunos puntos se observa imbricación difusa de los clastos tabulares. Según **Porta** (1966:48) en las gravas de la parte superior, la proporción de los gránulos de cuarzo es de un 85%, contra un 15% de los de liditas y chert. Ello puede ser un indicio de aportes cercanos, desde la Cordillera Central, como lo han indicado **Gómez & Pedraza** (1994).

En ambos costados del Cerro de Limba, en las proximidades de la vía Tocaima-Jerusalén, unos 40 m por encima de la Fm. Buscavidas y entre capas de areniscas compactas, gris claras, con intercalaciones de limolitas y arcillolitas gris oscuras, se encuentran dos o más capas de carbones, explotados artesanalmente desde comienzos de siglo y estudiados por **Scheibe** (1934). Se trata de una secuencia depositada en un costero-lagunar, que **Porta** (1966) entiende como una facies local de la Fm. La Tabla, y que nosotros consideramos como una secuencia depositada en un pequeño umbral (o isla), ubicado hacia la divisoria de los medios sedimentarios de las Formaciones La Tabla al occidente y la Arenisca Tierna al oriente. Así mismo, en el sector de Ambucal (Vereda Copó) en el cierre N del Sinclinal por el que corre la Q. Seca al norte de Tocaima, aparecen unos 40 m de areniscas conglomeráticas, hasta con un 5% de glauconita, a veces con cemento calcáreo y ferruginoso, y con cantos de cuarzo, chert y liditas, que corroboran la presencia de la Fm. La Tabla en este sector. De los carbones Solé de **Porta** (en **Porta** 1966:49) identificó polen, con "*Monolites fernandi* (v. der Hammen), *Trilites tequendamae* (v. der Hammen) y *Trilites cf. microverrugatus* (v. der Hammen)". **Porta** anota también que "hacia el techo se encuentra una intercalación de lutitas con restos de *Ostrea sp.* y una gran cantidad de *Siphogenerinoides bramlettei*."

Contactos. Como ya se dijo, el contacto inferior de la Fm. La Tabla con la Fm. Buscavidas puede considerarse transicional y está bien expuesto en la sección de la Q. Coloradas y algunos afloramientos del sector entre Nariño y Guataquí (Fig. 7). El contacto superior con la Fm. Seca es neto y se ve claramente en la parte alta del camino al Cerro La Tabla, en donde, en contacto fallado contra calizas tabulares de la Fm. Loma Gorda, afloran unos 50 m de arcillolitas y limolitas rojizas, con intercalaciones de areniscas lodosas gris-rojizas.

Extensión. Más allá de los afloramientos aquí mencionados, la Fm. La Tabla se reconoce bien en el sector entre Coello y Chicoral, con buenas exposiciones en la Q. Chagualá, también visitados por nosotros, y descritos por **Télez & Navas** (1962). Así mismo, **Barrio & Coffield** (1992:133) describen una "Fm. Monserrate" compuesta

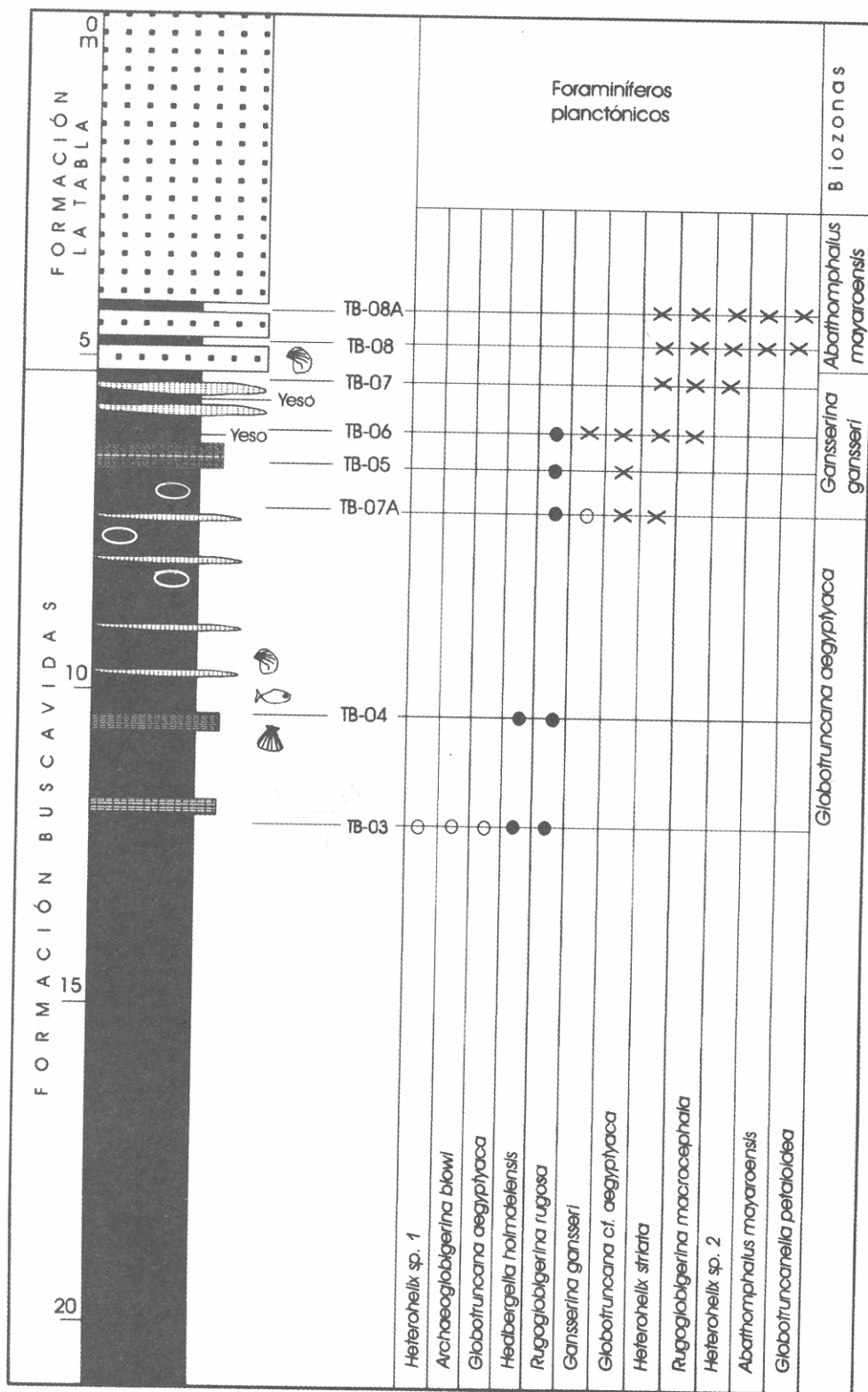


Figura 7. Columnas estratigráficas en el contacto entre las Formaciones Buscavidas y La Tabla en la vía Nariño-Guatemala, 200 m al W del puente sobre la Q. Buscavidas. Convenciones: v. fig. 6

por unos 150 m de calizas arenosas café y areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, que en la región de Ortega presenta abundantes clastos de cuarzo lechoso. Por sus características litológicas, esta secuencia podría corresponder también con la Fm. La Tabla, lo cual por ahora no es claro.

Formación Arenisca Tierna.- Expuesta en el sector al oriente de la línea Suárez- Tocaima. La mejor sección expuesta es la del sitio El Paso, donde aparecen más de 65 m. Allí, el contacto inferior con la Fm. Buscavidas presenta una transición de varios metros, en tanto que el superior es erosivo o cubierto por sedimentos cuaternarios. La Fm. Arenisca Tierna, que representa el elemento superior del Grupo Guadalupe de la Sabana de Bogotá, aparece aquí como una sucesión grano-creciente de areniscas cuarzosas en capas métricas, que hacia el tope contienen gránulos de cuarzo lechoso y granos de cuarzo azulado. Hacia la base las areniscas son masivas, en tanto que en la parte alta se tornan cada vez más friables. En la mitad superior es común la estratificación cruzada de mediana a grande escala, acompañada de frecuentes ondulitas asimétricas.

La secuencia arenosa aquí entendida como Fm. Arenisca Tierna se diferencia claramente de la Fm. La Tabla en algunos aspectos claves, que justifican el cambio de nomenclatura, entre los que se destacan: a) la ausencia de cemento calcáreo en las areniscas; b) la no presencia de los microfósiles comunes en la Fm. La Tabla; c) la falta de clastos de cuarzo rosado, chert y liditas; d) la ausencia de los niveles brechosos típicos de la parte alta de la Fm. La Tabla; e) la presencia de areniscas friables (tiernas) con granos de cuarzo azulado, en la parte alta de la secuencia, conocidos de las Sienitas de San José del Guaviare, en la Orinoquia Colombiana (Bürgl 1961); f) su pertenencia al tren de afloramientos que se extienden por el costado oriental del Río Magdalena, al este de la falla del mismo nombre, desde el Sur de Prado, pasando por Suárez, hasta Agua de Dios-Tocaima donde, aunque algo más delgado que en la Sabana de Bogotá, el Grupo Guadalupe se encuentra aún representado.

Bioestratigrafía

En la región de estudio, la secuencia sedimentaria del Senoniano tiene un espesor cercano a los 450 m, que en la mayor parte corresponde a rocas siliciclásticas de grano fino y calizas con abundantes restos de microfauna (foraminíferos planctónicos, bentónicos, restos de peces fosfatizados, fibras de *Inoceramus*, espículas de esponjas y ostrácodos), además de bivalvos, amonitas y restos de

peces. Como ya se anotó, en la porción francamente marina, esta sucesión comprende las Formaciones del Grupo Olini y la Fm. Buscavidas. En el techo se presentan secuencias preferencialmente conglomeráticas (arenitas de grano grueso a muy grueso con intercalaciones de niveles conglomeráticos), depositadas en ambientes costeros infra y supralitorales, correspondientes a las Formaciones La Tabla y Arenisca Tierna.

Características Generales de las Asociaciones de Foraminíferos

En las muestras investigadas se nota una generalizada baja variedad taxonómica con abundancia relativa de representantes de la familia *Heterohelicidae*, menor proporción de los de *Planomalinae* y *Globotruncanidae* no quillados y con la ocurrencia más baja de los de *Globotruncanidae* quillados. Esta situación podría deberse a las variaciones en el nivel eustático y el desarrollo de corrientes de surgencia, que controlaron la sedimentación senoniana en la Cuenca Marina Cretácica Oriental de Colombia. Estas condiciones especiales pueden haber favorecido las explosiones temporales de especies "oportunistas", la proliferación de morfotipos cosmopolitas de pequeño tamaño y el crecimiento de poblaciones de foraminíferos propios de aguas más superficiales, en detrimento de las asociaciones de foraminíferos planctónicos quillados de gran porte (Caron & Homewood 1983). De todos modos, la sucesión de asociaciones microfaunísticas encontradas, y en especial las de foraminíferos planctónicos, permite precisar la edad de las rocas que las contienen y establecer una detallada zonación bioestratigráfica.

Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos

La fundamentación bioestratigráfica para la definición de los límites y las subdivisiones de los pisos del Cretácico Superior son bien diferentes para los dominios tético y boreal. Así, mientras en el dominio boreal los marcadores fósiles "tradicionales", utilizados para identificar este subsistema son los belemnites y los "pequeños" foraminíferos bentónicos, en el reino del Mar de Tetis, en ausencia de éstos, se usan de preferencia los foraminíferos planctónicos y los bentónicos de gran talla (Robaszynski *et al.* 1985; Jandebol *et al.* 1998).

En Colombia, las secuencias sedimentarias representativas del Cretácico más alto, y en especial del tramo Campaniano-Maastrichtiano parecen recrear esta problemática, es decir un claro dominio de los foraminíferos bentónicos y escasez de macrofauna con valor bioes-

tratigráfico¹. Quizás por esta razón durante los años cuarenta y cincuenta se propusieron biozonaciones basadas ante todo en foraminíferos bentónicos (**Cushman & Hedberg** 1941, **Petters** 1955), que permitieron el esclarecimiento de algunas secuencias locales del Cretácico más alto. Sin embargo, en la actualidad se observa que dichas zonaciones presentan inconsistencias con respecto a las apariciones, extinciones y biocronos de las especies utilizadas dentro de estas sucesiones microfósiles, especialmente cuando se les compara en diferentes lugares de Colombia (**Porta** 1966, **Etayo** 1964).

No fue sino hasta finales de los años ochenta (**Martínez** 1989a; 1989b) cuando se intentó una calibración del rango temporal de los foraminíferos bentónicos con el de los planctónicos; se trata de investigaciones que han suministrado valiosos aportes en cuanto al esclarecimiento de la distribución bioestratigráfica de dichos microfósiles, especialmente en el Maastrichtiano. Aún así, y a pesar de la información reportada hasta ahora, se mantienen fuertes controversias con respecto a la bondad de las zonaciones originales de **Cushman & Hedberg** (*op. cit.*) y **Petters** (1955), en Colombia, y de **Cruzado** (1980), en el Perú, situación que se ha ahondado por la pobre recuperación de microfauna con valor bioestratigráfico para el Coniaciano, Santoniano, Campaniano Tardío y el Maastrichtiano Temprano.

Para la presente zonificación bioestratigráfica se prefirió tomar formas de gran dispersión y con valor biocronológico en el dominio del Tetis, lo cual se fundamenta en las claras afinidades que presenta la microfauna bentónica y planctónica con esta bioprovincia durante el Cretácico (**Martínez** 1989, **Tchegliakova** 1993, 1995, 1996, 1999 y **Vergara** 1994).

Con base en la distribución estratigráfica de los foraminíferos planctónicos y sus asociaciones reconocidas en el área de estudio, la secuencia sedimentaria del Senoniano pudo ser dividida en seis biozonas de foraminíferos, las cuales hacen parte de la biozonación planteada por **Tchegliakova** (1999 y en prensa). El establecimiento de los rangos verticales de las diferentes especies encontradas se fundamentó no sólo en las cinco secciones presentadas en este artículo, sino también en comparaciones regionales con asociaciones de foraminíferos planctónicos identificadas en la parte meridional del VMM (sección Guaduas–Puerto Bogotá y

Cordoba–Cambrás; **Tchegliakova** 1.996 y 1999) y en la parte central de la Cordillera Oriental (Sección Cucaita–Sora) investigada por **Tchegliakova**, 1995 y 1999).

La diferenciación biozonal se realizó teniendo en cuenta la distribución estratigráfica de los foraminíferos planctónicos, a partir de los cuales se logró identificar siete asociaciones, las cuales difieren en su composición sistemática y variedad taxonómica. Dentro de estas asociaciones los representantes de la familia *Globotruncanidae* fueron la base para la caracterización bioestratigráfica, mientras que los representantes de los *Planomaliniidae* y *Heterohelicidae* jugaron un papel secundario. En los intervalos en los que la asociación de *Globotruncanidae* fue pobre, la biozonificación se basó en los representantes de las familias *Planomaliniidae* y *Heterohelicidae*. La distribución vertical de las diversas especies de foraminíferos planctónicos encontrados en las secciones estudiadas se presenta en la Fig. 7 y tablas 3 a 6.

Asociaciones de Foraminíferos Planctónicos

La primera asociación identificada en el presente estudio se encuentra en la Formación Lidita Inferior, en la sección Girardot–Nariño, y comprende las asociaciones 2 y 3 encontradas por **Tchegliakova** (1999) en el flanco oriental de la Cordillera Oriental. En esta asociación se reporta la presencia de *Marginotruncana angusticarinata*, *Marginotruncana sigali*, *Hedbergella planispira*, *Dicarinella concavata*, *Laeviheterohelix pulchra*, *Archaeoglobigerina cretacea*, *Contusotruncana fornicata*, *Heterohelix globulosa* (morfotipo *H. globulosa*, *sensu Nederbragt* 1991), *Archaeoglobigerina blowi* y *Dicarinella primitiva*. En dicha asociación resalta la presencia del grupo de las dicarinellas dentro de los *Globotruncanidae*, así como de *Laeviheterohelix pulchra* y *Heterohelix globulosa*, entre los *Heterohelicidae*.

La segunda asociación ocurre en la parte inferior de la Formación de Lutitas y Areniscas en las secciones Q. Coloradas y Girardot–Nariño. Exceptuando las marginotruncanas, la segunda asociación está compuesta de todas las especies presentes en la anterior asociación más *Hedbergella delrioensis*, *Concavotruncana canaliculata*, *Heterohelix globulosa* (morfotipo *H. reussi*, *sensu Nederbragt* 1991), *Whiteinella inornata* y *W. cf. baltica*. La principal característica de la segunda asociación es la desaparición de todas las especies del género *Marginotruncana*, en su límite inferior, y de *Dicarinella primitiva* y *D. concavata*, en su límite superior.

La tercera asociación se identificó en la parte superior de la Formación de Lutitas y Areniscas, en las secciones

¹ A pesar de esta tendencia, cabe destacar el trabajo sintético de **Etayo** (1994) sobre la sucesión de amonitas en el Cretácico del Valle Superior del Magdalena.

Q. Coloradas y Girardot-Nariño, y correlativamente, por la posición estratigráfica, en la Sección El Paso. Además, de la ausencia de los géneros *Dicarinella* y *Whiteinella*, una de las principales características de la tercera asociación es el incremento repentino de la diversidad taxonómica de *Globotruncanidae* quillados hacia la base de la misma. La mayor parte del complejo de microfauna está compuesta por *Archaeoglobigerina cretacea*, *A. blowi*, *Heterohelix globulosa* (morfortipo *H. reussi*, sensu **Nederbragt** 1991), *H. globulosa* y *Laeviheterohelix pulchra*. Así mismo, en esta asociación se registra la ocurrencia de dos importantes eventos: a) la aparición de los primeros representantes del género *Rugoglobigerina* (entre ellos *R. rugosa* y *R. ornata*); y b), la aparición de *Laeviheterohelix glabrans*. Si bien la dispersión vertical de esta especie no pudo ser constatada en las secuencias descritas en el presente artículo, se la involucra en esta asociación por comparación con hallazgos en otras columnas estratigráficas levantadas en el flanco occidental de la Cordillera Oriental y el VAM (**Tchegliakova** 1999).

La cuarta asociación de foraminíferos planctónicos cubre una amplia extensión geográfica. Se la encuentra en las secciones Girardot-Nariño, El Paso, Cerro Limba, Q. Coloradas y otros sectores del VAM y el flanco occidental de la Cordillera Oriental. En las secciones aquí descritas, esta asociación abarca la totalidad de la Formación Lidita Superior y se distingue por la abrupta aparición de una serie de especies de amplia distribución mundial y fácilmente identificables, pertenecientes a la familia *Planomaliniidae*, entre ellas *Globigerinelloides multispinus* y *G. prairiehillensis*. Adicionalmente, se identificó el primer registro de *Pseudoguembelina costulata*, una forma con ornamentación imponente, propia del grupo de los *Heterohelicidae*.

La quinta asociación tiene una distribución geográfica aún más amplia que su precedente. Se la identificó en las secciones de Girardot-Nariño, El Paso, Q. Coloradas, Cerro Limba y en varios sectores del flanco occidental de la parte central de la Cordillera Oriental (**Tchegliakova** 1999). En el área de estudio, se la encuentra siempre en la parte inferior de la Formación Buscavidas. El límite inferior es abrupto, y está marcado por la aparición de nuevos y abundantes representantes de los *Globotruncanidae*, entre ellas *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncanita tuarti* y *Rugoglobigerina hexacamerata*. Otras como *Rugotruncana ellisi*, *Rugoglobigerina pennyi* y *R. scotti* aparecen un poco más arriba.

La sexta asociación, tiene también amplia distribución geográfica, y está presente, en todas las secciones estudiadas, en los tramos altos de la Fm. Buscavidas. Con-

tiene gran parte de los mismos representantes de la asociación precedente, junto con *Gansserina gansseri*, *Globotruncanella petaloidea* y *G. havanensis*. Algunas especies de *Heterohelicidae* se presentan estratigráficamente un poco más arriba del límite inferior, entre ellas las formas ornamentadas de *Pseudotextularia elegans* y *Racemiguembelina fructicosa*.

La séptima asociación tiene una estrecha distribución geográfica y se presenta plenamente en la sección Puerto Bogotá-Guaduas (**Tchegliakova** 1996 y en prensa), donde las Formaciones Cimarrona y Umir contienen *Abathomphalus mayaroensis* asociado a *A. intermedius*. En la sección de la Q. Coloradas se encuentra asociado *Abathomphalus intermedius* con *A. cf. mayaroensis*. Este complejo de foraminíferos se caracteriza por una disminución sensible en las formas planctónicas, lo cual se puede explicar por la significativa somerización y colmatación del medio sedimentario. Dentro de las especies reportadas en esta asociación se encuentran *Gansserina gansseri*, *Rugoglobigerina rugosa*, *R. macrocephala*, *Globotruncanella petaloidea*, *Heterohelix globulosa*, *Laeviheterohelix glabrans* y *Abathomphalus intermedius* junto con *A. mayaroensis*; esta última es la especie más importante desde el punto de vista bioestratigráfico.

Subdivisión zonal y correlación de las secciones estudiadas

Como ya se indicó, con base en la identificación de las siete asociaciones arriba descritas, se logró distinguir seis biozonas de foraminíferos planctónicos. Estas zonas son de tres tipos: a) Zonas de Rango Total (e. g. Zona de *Dicarinella concavata*), b) Zonas de Rango Parcial (e. g. Zona de *Gansserina gansseri* y c) Zonas de Asociación (e. g. Zona de *Globotruncanita elevata*).

Cada zona posee su propia asociación microfaunística, en la cual la distribución de las especies puede tener alguna de las siguientes características:

- Especies cuya distribución es exclusiva y total de una única zona.
- Especies que aparecen en una zona dada y pasan a la siguiente superior.
- Especies que se presentan en una zona dada y en la zona precedente.
- Especies transitorias, cuya distribución no sólo se presenta en una zona dada sino en la superior y la precedente.
- Especies cuya distribución es exclusiva y parcial de una única zona.

Teniendo en cuenta el ya comprobado valor bioestratigráfico de los *Globotruncanidae* en zonaciones de carácter mundial (Maslakova 1978, Caron 1985, Sliter 1989, Robaszinsky *et al.* 1998), cuando fue posible, se escogieron representantes de este grupo para definir el alcance de las diferentes biozonas. Debido a que no siempre se contó con asociaciones de especies de foraminíferos cosmopolitas, en ciertos tramos estratigráficos la distinción de zonas se basó en especies de amplia distribución geográfica, con rasgos morfológicos y taxonómicos claramente definidos, pero cuyo valor geográfico regional.

De más antigua a más joven, las biozonas reconocidas, cuya descripción detallada se encuentra en Tchegliakova (1999 y en prensa), son:

1. Zona de *Dicarinella concavata* (Rango Total)
2. Zona de *Globotruncanita elevata* (Asociación)
3. Zona de *Globigerinelloides multispinus*. (Rango Parcial)
4. Zona de *Globotruncana aegyptiaca* (Rango Parcial)
5. Zona de *Gansserina gansseri* (Rango Parcial)
6. Zona de *Abathomphalus mayaroensis* (Rango Total)

Zona de *Dicarinella concavata*. Se define como el rango estratigráfico entre la primera y última aparición de la especie nominal. Por la composición sistemática, los conjuntos microfaunísticos 1 y 2 corresponden a la asociación de la Zona de *Dicarinella concavata*. A nivel mundial el rasgo distintivo de esta zona es la aparición de *Dicarinella concavata* y *D. asymetrica*, que hasta ahora no había sido reportada ni el VAM, ni en el resto de Colombia. Por esta razón, el límite superior de la biozona puede trazarse únicamente por la desaparición de *Dicarinella concavata*, evento que es contemporáneo con la extinción de *D. asymetrica*. (Robaszinsky *et al.* 1998, Caron 1985).

De acuerdo con el conocimiento actual, esta biozona representa el intervalo Turoniano Superior-Santoniano Superior (Robaszinsky *et al.* 1998, Robaszinsky, en prensa). Sin embargo, dentro de esta zona bioestratigráfica se presentan dos importantes eventos, que permiten precisar la existencia del Coniaciano y el Santoniano. Ellos son: la aparición de *Contusotruncana fornicata*, que permite definir el límite Turoniano-Coniaciano (*sensu* Caron 1985) dentro de la Formación Loma Gorda, y la desaparición de las últimas marginotruncanas, que marca el límite Coniaciano-Santoniano (en las Formaciones Lidita Infe-

rior y de Lutitas y Areniscas del Gr. Olini). El último evento también coincide con un fuerte cambio en las asociaciones de foraminíferos bentónicos en los intervalos con *Gavelinella redmondi* y *Siphogenerinoides cretacea*.

Zona *Globotruncanita elevata*.- Intervalo estratigráfico comprendido entre la desaparición de las *Dicarinellas* y la primera aparición de *Globigerinelloides multispinus*. Un rasgo distintivo de la asociación 3 es la aparición dentro de su composición taxonómica de los primeros representantes del género *Rugoglobigerina* (*R. rugosa* y *R. ornata*), evento que es simultáneo con las últimas apariciones en el registro sedimentario de las *dicarinellas*; éstos dos eventos coinciden con la base de la Zona *Globotruncanita elevata*, la cual define el Campaniano más temprano (Caron 1985). La zona queda delimitada en su parte inferior por la aparición de *Globigerinelloides multispinus*. De esta manera la Zona *Globotruncanita elevata* quedaría definida como el rango estratigráfico en que se presenta la asociación 3 de foraminíferos planctónicos en ausencia de la especie nominal.

Zona de *Globigerinelloides multispinus*.- Está definida por el intervalo comprendido entre la primera aparición de la especie nominal y la primera aparición de *Rugoglobigerina hexacamerata* (*sensu* Peryt 1980). Por lo tanto, la asociación 4, caracterizada por la aparición de *Globigerinelloides multispinus* correspondería a la zona del mismo nombre. Esta especie tiene una amplia dispersión geográfica en el dominio del Tetis, no aparece en sedimentos más jóvenes que el Campaniano, ha sido reportada en el Campaniano Superior de la región del Golfo de México (Pessagno 1967) y también en otras regiones de latitudes medias y altas (Peryt 1980). Las Zonas de *Globotruncana ventricosa* y *G. calcarata* son equiparables a la Zona *G. multispinus* en las regiones de latitudes bajas; sin embargo, al no encontrarse representantes de la misma en la sucesión cretácica colombiana del flanco occidental de la Cordillera Oriental (parte central) y en el VAM, se plantea la biozona de *Globigerinelloides multispinus* como una zona de carácter regional colombiano. El límite inferior de la misma coincide con un repentino incremento de los *Buliminidae* en la comunidad de los foraminíferos bentónicos.

En la región estudiada, el límite superior de la Zona *Globigerinelloides multispinus* está relacionado con la aparición de los típicos ejemplares marcadamente espiralados del género *Globotruncana* (*G. aegyptiaca* y *G. gagnebini*), una asociación claramente asignable al Maastrichtiano. En Colombia este límite es muy abrupto debido a que no se conocen sedimentos atribuibles a la zona *Globotruncanella havanensis* (Maastrichtiano más Inferior).

Tabla 5. Distribución de la microfauna estudiada en la sección El Paso – Dormida.

MESOZOICO CRETÁCICO					ERA	
campaniano					SISTEMA	
Temprano		Tardío	Maastrichtiano		PISO	
		<i>G. multispinus</i>	Temprano	Tardío	SUBPISO	
			<i>G. aegyptiaca</i>	<i>G. gansseri</i>	BIOZONA	
Lutitas y Areniscas		Lidita superior	Buscavidas		FORMACIÓN	
			A.Tierna		LITOLOGÍA	
ESPESOR (metros)					MUESTRAS	
460	-10-462				<i>Globigerinelloides multispinus</i>	Planctónicos
440	-10-450				<i>Rugoglobigerina rugosa</i>	
420	-10-438				<i>Rugoglobigerina macrocephala</i>	
400	-10-426				<i>Rugoglobigerina ornata</i>	
380	-10-414				<i>Globotruncanella petaloides</i>	
360	-10-402				<i>Globotruncanella aegyptiaca</i>	
340	-10-390				<i>Pseudotextularia elegans</i>	
320	-10-378				<i>Heterohelix globulosa</i>	
300	-10-366				<i>Pseudoguembellina costulata</i>	
280	-10-354				<i>Guembellina cretacea</i>	
260	-10-342				<i>Gansserina gansseri</i>	
240	-10-330				<i>Hedbergella holmdelensis</i>	
	-10-318				<i>Archaeoglobigerina bowli</i>	
	-10-306				<i>Siphogenerinoides cretacea</i>	
	-10-294				<i>Siphogenerinoides plummeri</i>	
	-10-282				<i>Siphogenerinoides bramletti</i>	
	-10-270				<i>Gavelinella redmondii</i>	Bentónicos
	-10-258				<i>Praeulimina colonensis</i>	
	-10-246				<i>Ammobaculites alexanderi</i>	
	-10-234				<i>Ammobaculites coprolithiformis</i>	
	-10-222				<i>Dentalina lomelana</i>	
	-10-210				<i>Bolmina explicata</i>	
	-10-198				<i>Praeulimina carseyae</i>	
	-10-186				<i>Praeulimina reussi</i>	
	-10-174				<i>Praeulimina kikapooensis</i>	
	-10-162				<i>Praeulimina trihebra</i>	
	-10-150				<i>Gavelinella sandidgei</i>	
	-10-138				<i>Haplophragmoides excavatus</i>	
	-10-126				<i>Praeulimina petroleana</i>	
	-10-114				<i>Osangulatia cordieriana</i>	
	-10-102				<i>Neobulimina canadensis</i>	
	-10-90				<i>Ammobaculites colombianus</i>	Nannoplancton
	-10-78				<i>Pyramidina proluxa</i>	
	-10-66				<i>Stradheria crenulata</i>	
	-10-54				<i>Reinhardtites levis</i>	
	-10-42				<i>Reinhardtites anthophorus</i>	
	-10-30				<i>Micula decussata</i>	
	-10-18				<i>Watznaueria barnesae</i>	
	-10-6				<i>Thoracosphaera sp.</i>	
	10-6				<i>Prediscosphaera cretacea</i>	
	10-18				<i>Eiffelittus turreseffelli</i>	
	10-30				<i>Cibrosphaerella ehrenberli</i>	
	10-42				<i>Arkhangelskiella cymbiformis</i>	
	10-54				<i>Quadrum gothicum</i>	
	10-66				<i>Chiastozygus platyrhethus</i>	
	10-78				<i>Zeughrabdohus pseudanthophrus</i>	
	10-90				Zonas de Nannoplancton	

Ejemplares X 1-5 06-10 ● 11-20 □ >20

Zona de *Globo truncana aegyptiaca*.- Corresponde al intervalo estratigráfico definido entre la primera aparición de *Globo truncana aegyptica* y la primera aparición de *Gansserina gansseri*. Esta zona tiene un carácter cosmopolita y en áreas cercanas a la zona de estudio ya ha sido reconocida (Bolli 1966 y Martínez 1989). En la Barrera de Girardot-Guataquí aparece en todas las secciones estudiadas. Desde el punto de vista de asociación se puede equiparar con la identificada bajo el número 5, cuya principal característica es la presencia de la especie nominal a lo largo de todo el intervalo.

Zona *Gansserina gansseri*.- Corresponde al intervalo estratigráfico definido entre la primera aparición de *Gansserina gansseri* y la primera aparición de *Abathomphalus mayaroensis*. Igual que la anterior, tiene carácter cosmopolita y ha sido identificada en el norte de Colombia (Martínez 1989), en el sector meridional del VMM (Tchegliakova 1996) y en el dominio del Caribe (Bolli 1966). Al igual que la Zona *Globo truncana aegyptiaca*, la Zona *Gansserina gansseri* se logró identificar en las cuatro secciones de estudio y corresponde con la asociación 6.

Zona *Abathomphalus mayaroensis*. Se define entre la primera y la última aparición de la especie nominal y corresponde a la asociación 7 de foraminíferos planctónicos. Esta zona, de gran valor bioestratigráfico ha sido reconocida previamente en otras diversas regiones del mundo (Maslakova 1978, Bolli 1966, Caron 1985, Martínez 1989). El límite inferior se identificó en la sección Q. Coloradas, pero el límite superior permanece incierto, pues la litología pasa a rocas propias de ámbitos muy someros a subaéreos, que obstaculizan el registro de microfauna de mar abierto. En todas las zonaciones de carácter mundial, la zona de *Abathomphalus mayaroensis* corresponde al Maastrichtiano más alto (Händerbol *et al.* 1998).

Edades de las formaciones

El establecimiento de las biozonas arriba listadas permite definir las edades de las unidades litoestratigráficas estudiadas, así:

Formación Lidita Inferior. Comprende la parte "media inferior" de la zona de *Dicarinella concavata*, ya que según Tchegliakova (1999), esta unidad bioestratigráfica se extiende desde la Fm. Loma Gorda hasta la Fm. de Lutitas y Areniscas del Gr. Olini.

En ausencia de elementos micropaleontológicos que sugieran la presencia del Turoniano Superior, se plantea una edad coniaciana para la Fm. Lidita Inferior, definida

principalmente por la asociación *Dicarinella primitiva* y *Archaeoglobigerina cretacea* (Caron 1985 y Robaszinsky 1998).

El límite Coniaciano-Santoniano está marcado por la última aparición de *Dicarinella primitiva* y el primer registro de *Archaeoglobigerina blowi* (Caron 1985). La ausencia de elementos mediterráneos téticos en la secuencia sedimentaria estudiada, entre ellos *Sigalia deflaensis* (Sigal), *S. carphática* Salaj y *Dicarinella asymetrica* (Sigal), propuestos internacionalmente para definir este límite (Lamolda & Hanckoc 1996, Robaszinsky 1999) no permite hacer mayores precisiones.

Previamente la documentación macro y micropaleontológica de la Lidita Inferior en la Sección Girardot-Nariño sugería una edad coniaciana superior (Bürgl & Dumit 1954). Vergara (1994), basado en la asociación *Contusotruncana cf. fornicata* y *Globo truncana (=Concavatotrunca) canaliculata* (esta última especie reportada en el trabajo de Bürgl & Dumit 1954), asigna una edad santoniana, más que coniaciana a la Lidita Inferior en el ámbito del VAM.

Adicionalmente a las razones arriba mencionadas, hemos adoptado el Coniaciano como la edad más probable de la Lidita Inferior, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- a. El pleno desarrollo de formas del grupo *Dicarinella primitiva*- *D. concavata* es propio de este piso (Birelund 1984, Manles 1984), lo cual se refleja con gran claridad en nuestra sucesión de asociaciones micropaleontológicas.
- b. La presencia de formas transicionales, similares a la línea evolutiva *Whiteinella archaeocretacea* - ¿*Archaeoglobigerina cretacea*? - *Dicarinella concavata* - *Dicarinella primitiva*, ha sido previamente identificada en rocas presantonianas a nivel mundial (Robaszinsky *et al.* 1990) y en el Coniaciano de la Cordillera Oriental Colombiana (Tchegliakova & Pérez 1993).
- c. En el esquema bioestratigráfico propuesto por Bürgl & Dumit (1954) para esta unidad en la sección Girardot-Nariño se menciona *Texanites aff. serratomarginatus*, de tal forma que de ser cierta esta identificación, se comprobaría la existencia del Coniaciano Superior dentro de la Fm. Lidita Superior, de acuerdo al esquema global propuesto por Thierry (en Händerbol *et al.* 1998).
- d. Dentro de la sucesión sedimentaria del Cretácico Superior en el VAM, en la Fm. Lidita Inferior, Etayo

(1994) encontró *Paratexanites aff. serratmarginatus*, que él asigna al Coniaciano Tardío.

Formación Lutitas y Areniscas. Los aproximadamente dos tercios inferiores de esta unidad litoestratigráfica comprenden la parte superior de la Zona *Dicarinella concavata*, mientras que el tercio superior está cubierto por la Zona *Globotruncanita elevata* (ver Tablas 3 y 4), lo cual permite reconocer el Santoniano y el Campaniano Temprano, respectivamente (**Robaszinsky en Handerbol et al.** 1998). En este sentido seguimos la propuesta de **Hanconck & Gale** (1996) y **Marks** (1984), de establecer el límite entre el Santoniano y el Campaniano en el punto de desaparición del grupo de *Dicarinella* y la primera aparición de formas no quilladas de cámaras globosas, con fuerte ornamentación superficial del grupo de *Rugoglobigerina* (**Caron** 1985). Este límite se encuentra en el tercio superior de la Fm. Lutitas y Areniscas, y se logró identificar en las secciones Q. Coloradas y Girardot-Nariño.

En ausencia de foraminíferos planctónicos restringidos exclusivamente al Santoniano (e. g. *Dicarinella asymetrica*), fue necesario trazar el nivel superior de la Zona *Dicarinella concavata* (forma turoniana superior-santoniana) en el límite Santoniano-Campaniano (**Tchegliakova** 1999), el cual está definido por la extinción de las especies del grupo *Dicarinella* (entre ellas *D. concavata*) y la aparición de formas fuertemente ornamentadas del grupo *Rugoglobigerina*. Estos dos bioeventos se consideran válidos para definir la base de la Zona *Globotruncanita elevata*, en ausencia de *Dicarinella asymetrica* (**Caron** 1985).

Bürgl & Dumit (*op. cit.*) plantean una edad santoniana para las lutitas que separan las dos liditas en el área de Girardot-Nariño. Sin embargo, en la revisión detallada de **Porta** (1965) a los trabajos sobre estas unidades litoestratigráficas, señala las fuertes inconsistencias de las faunas reportadas, la falta de claridad en su ubicación en la sucesión sedimentaria y en la asignación de edad; también critica "la tendencia a supeditar la fauna y los límites entre unidades tiempo, a los cambios litológicos nítidos". Por lo anterior, según dicho autor, "lo único que podría decirse del Grupo Olini, con respecto a su edad, es que por debajo de la Lidita Superior predominan faunas del Coniacense".

Vergara (1994) basado en las asociaciones de foraminíferos bentónicos propuestas por **Petters** (1955), y teniendo en cuenta la presencia de *Globigerinelloides prairiehillensis*, sugiere una edad campaniana para la unidad intermedia del Gr. Olini. En nuestro concepto, la

presencia de una sola especie en la parte media alta (?) de esta unidad no es argumento sólido para asignarle una edad campaniana a la totalidad de la Fm. de Lutitas y Areniscas. **Etayo** (1994) y **Jaramillo & Yepes** (1994) con base en amonitas y palinomorfos, respectivamente, le asignan al "Nivel de Lutitas" la edad entre Santoniano superior y Campaniano inferior, similar a la aquí planteada. Sin embargo, es claro que nuestras asociaciones micropaleontológicas señalan que, temporalmente, la base de la Fm. de Lutitas y Areniscas se extiende hasta el límite Coniaciano - Santoniano, mientras que para los autores antedichos este límite se encontraría estratigráficamente más arriba, es decir, en el Santoniano Superior. La composición sistemática de la asociación 3 de foraminíferos planctónicos, que define la zona *Globotruncanita elevata*, sugiere que la Formación Lutitas y Areniscas abarca el lapso Santoniano-Campaniano Inferior.

Formación Lidita Superior. La totalidad de esta unidad comprende la Zona de *Globigerinelloides multispinus*. Con base en la dispersión geográfica planteada por primera vez en el Golfo de México (**Pessagno** 1967) y reconocida, en segunda instancia en Europa Central (**Peryt** 1980), se sabe que esta biozona corresponde al Campaniano Superior. En las secciones litológicas de Colombia la especie nominal se presenta asociada con *Laeviheterohelix pulchra*, que ha sido reportada también en el dominio del Caribe (**Premoli Silva & Bolli** 1973) en sedimentos asignados al Campaniano Superior y el Maastrichtiano más Inferior. De acuerdo a **Nederbragt** (1990:107) *Pseudoguembelina costulata* se encuentra ampliamente dispersa en sedimentos del Campaniano y Maastrichtiano, aunque "it is especially often found in Upper Campanian". La composición es muy similar al complejo microfaunístico de la Zona de *Globotruncanella ventricosa* propuesta por **Sliter** (1989) en la región del Pacífico, caracterizada por el incremento en la proporción de grandes heterohelécidos, lo cual indica el Campaniano Tardío.

Vergara (1994), considerando más la posición estratigráfica relativa del "Nivel de Lutitas" que el contenido microfaunístico encontrado, asignó una edad campaniana tardía a la Fm. Lidita Superior del VAM, considerada como del Campaniano Medio por **Jaramillo & Yepes** (1994). Como se puede observar, las edades precedentes varían muy poco con respecto a las propuestas en el presente estudio para el Gr. Olini.

Formación Buscavidas. Las diferentes secciones estudiadas permitieron definir las características bioestratigráficas de esta unidad, y se pudo establecer que en todas ellas, en la parte media inferior (y más exacta-

mente sus primeros 30 a 80 m, ver Tablas 3 a 6), aparece la Zona *Globo truncana aegyptiaca*, la cual está representada por una abundante y prolífica asociación de foraminíferos, que indica la parte media del Maastrichtiano Temprano. Asociada con la especie nominal, entre los *Globo truncanidae*, se presentan *Globo truncana stuarti*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *R. pennyi*, *R. scotti* y *Rugotruncana ellisi*.

En los sitios donde el muestreo resultó positivo, en la mitad superior de la Fm. Buscavidas, aparece la Zona de *Gansserina gansseri*, que según Caron (1985) representa la parte superior del Maastrichtiano temprano y la parte más baja del Maastrichtiano Tardío.

La ausencia de asociaciones que soporten la existencia del Maastrichtiano más Temprano (Zona de *Globo truncanella havanensis*) sugiere la presencia de un hiato estratigráfico, o un evento de condensación hasta ahora no identificado. Vale la pena resaltar aquí, que la forma *Globo truncanella havanensis* fue encontrada en varias de nuestras secciones, pero no aislada como es propio de la biozona del mismo nombre, sino asociada con especies de foraminíferos planctónicos indicadoras de biozonas superiores.

Para esclarecer la distribución de asociaciones de foraminíferos planctónicos entre la parte superior de la Fm. Lidita Superior y la parte más inferior de la Fm. Buscavidas, se realizó un muestreo sistemático y detallado con el fin de extraer e identificar nannoplacton calcáreo, y así poder establecer una posible falta del registro sedimentario.

Gracias a su gran potencial para contener restos de microflora, debido a que corresponde a una secuencia significativamente calcárea, se escogió la sección El Paso para caracterizar la microfauna de este tramo estratigráfico. Los resultados taxonómicos y bioestratigráficos se muestran en la tabla 5. Con base en la recuperación e identificación de una variada y prolífica asociación de nannoplacton calcáreo, se pudo llegar a las siguientes conclusiones con respecto a la edad del tope de la Fm. Lidita Superior y la base de la Fm. Buscavidas:

El intervalo estratigráfico en el que coexisten *Reinhardtites levis* y *R. anthophorus* (muestras LD 259, LD 260A, LD 260B y LD 270 de la Fm. Lidita Superior) corresponde a la zona de nannoplacton calcáreo CC 22B (*sensu* Sissingh 1977 y Perch-Nielsen 1985), lo cual indica claramente el Campaniano más Tardío.

La asociación constituida por *Reinhardtites levis*, *Quadrum gothicum* y *Arkhangelskiella cymbiformis*, pre-

sente en el tramo estratigráfico comprendido entre las muestras LD 280 a LD 350, corresponde a las biozonas de nannoplacton calcáreo CC 24A - CC 25, lo cual indica que este intervalo, ya de la Fm. Buscavidas, representa la parte media y alta del Maastrichtiano Inferior y la parte inferior del Maastrichtiano Superior.

Lo anterior sugiere que, efectivamente, el intervalo inferior del Maastrichtiano Temprano no se encuentra dentro del registro sedimentario, y que desde el punto de vista de los foraminíferos planctónicos, comprueba la ausencia de la Zona de *Globo truncanella havanensis*.

Previamente el tramo litológico correspondiente a la Fm. Buscavidas en otros sectores de VAM, había sido asignado al Maastrichtiano Temprano por Vergara (1994) y al Campaniano Tardío-Maastrichtiano por Etayo (1994). En ninguno de los estudios previos se menciona la ausencia bioestratigráfica del Maastrichtiano más temprano. Sin embargo, los resultados aquí obtenidos indican que la Fm. Buscavidas representa la parte media y alta del Maastrichtiano Temprano y la parte inferior del Maastrichtiano Tardío.

Formación La Tabla. Las secciones estratigráficas donde se logró recuperar microfauna dentro de esta unidad fueron la Q. Coloradas y Nariño - Guataquí (ver fig. 7 y tabla 3). En un intervalo, no muy espeso, de la parte baja de esta unidad, se logró reconocer la Zona de *Abathomphalus mayaroensis*. La especie nominal de esta biozona se encontró en asociación con *Abathomphalus*. *cf. mayaroensis*, *A. intermedius* y *Globo truncana arca*, lo cual indica, sin duda alguna, el Maastrichtiano Tardío. Esta misma biozona se extiende hacia el norte de la región de estudio y se pudo reconocer en las Formaciones Umir y Cimarrona (Tchegliakova 1996, 1999). Con base en las secciones levantadas en la parte media del VAM, Vergara (1994), previamente había asignado a la Formación La Tabla al Maastrichtiano más alto, más por su posición estratigráfica que por su contenido micropaleontológico. Bürgl & Dumit (1954) consideraban que esta secuencia conglomerático-arenosa representa la totalidad del Maastrichtiano, también sin mayores soportes paleontológicos. Como conclusión, con respecto a la Fm. La Tabla puede afirmarse que se depositó durante la parte media del Maastrichtiano Tardío, sin que se puedan dar mayores precisiones.

A pesar de un intenso muestreo en la parte media y alta de la Fm. La Tabla, y en la totalidad de la Fm. Arenisca Tierna (sección El Paso), no fue posible recuperar microfauna con valor estratigráfico. Lo anterior indica que no existe, por ahora, forma de precisar la existencia

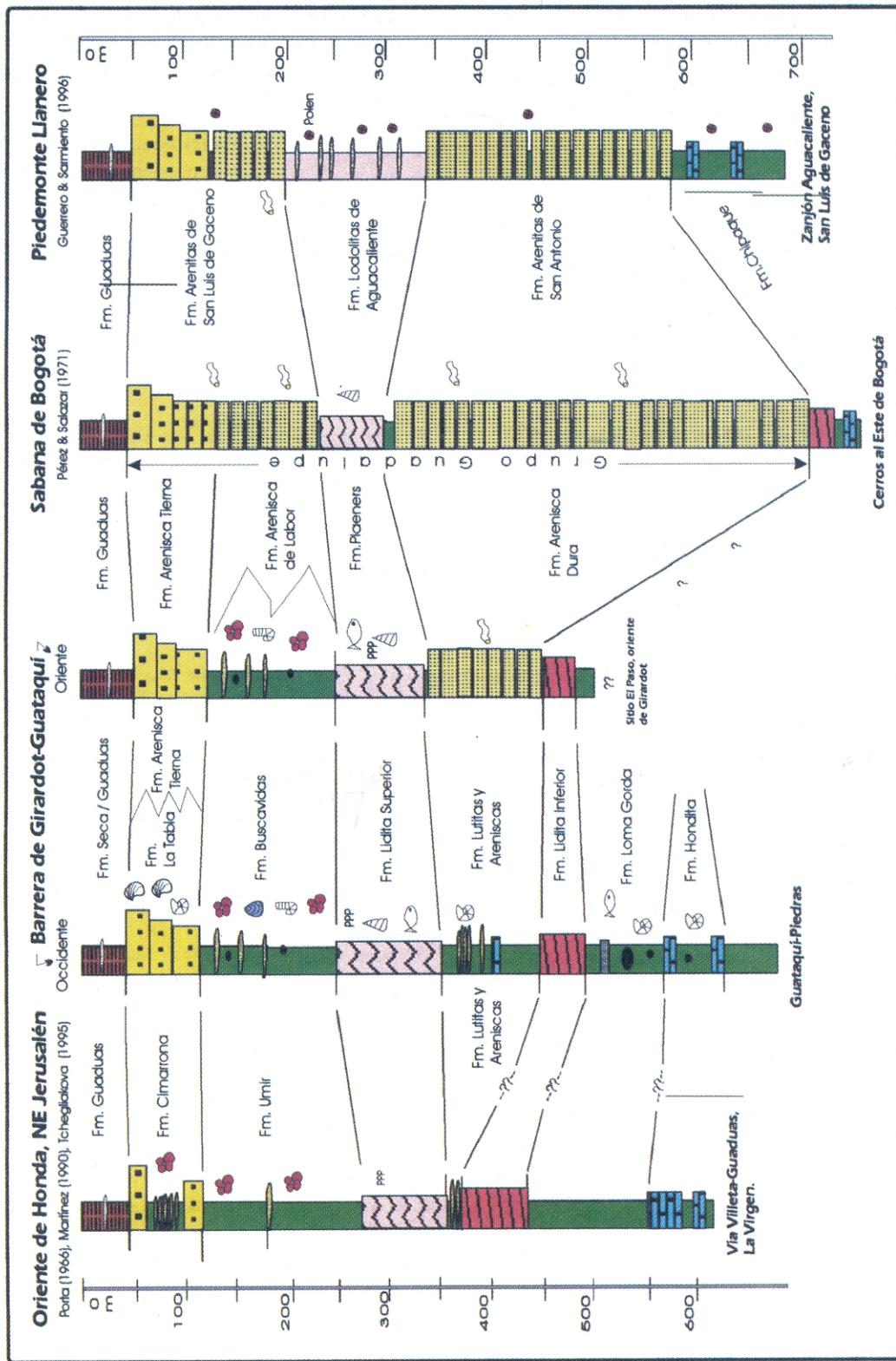


Figura 8. Posibles correspondencias espacio-temporales de las formaciones del Senoniano en el Valle Alto del Magdalena y la Cordillera Oriental.

de la parte más alta del Maastrichtiano Tardío y mucho menos de definir el límite Cretácico-Terciario.

En la tabla 2 se realiza una comparación entre las biozonaciones con base en foraminíferos planctónicos y bentónicos propuestas por Caron (1.985), a nivel mundial, la regional erigida en los años cincuenta por Petters (1955, interpretación gráfica) y única hasta la actualidad a nivel de Colombia, y la establecida en el presente artículo, demostrando el valor práctico y de bioresolución, de ésta última, especialmente para los futuros trabajos estratigráficos relacionados con el Cretácico Superior en la parte norte de Suramérica.

Conclusiones

Como se muestra en la Fig. 8, la comparación de las secuencias investigadas en la Barrera de Girardot-Guataquí, con las de sectores aledaños y con las de la Cordillera Oriental, muestra cambios laterales, especialmente notorios en las unidades altas del Cretácico Superior. Tales variaciones laterales son también evidentes en las secuencias del Cretácico Inferior y en las del Cenozoico.

La riqueza microfaunística de la secuencia senoniana estudiada permitió establecer una biozonación con validez supra-regional, comparable con la usada mundialmente, la cual ha servido para definir con precisión, hasta nivel biozonal, las edades de las unidades del Grupo Olini y de las Formaciones Buscavidas y La Tabla.

A diferencia de la Sabana de Bogotá, donde el Senoniano es ante todo arenoso y estéril en microfauna determinante, en la región aquí estudiada tiene un marcado carácter pelítico-margoso, con abundante contenido de microfauna planctónica con alta resolución bioestratigráfica, lo cual la convierte en pieza clave para el entendimiento de la evolución geológica del VAM y las cordilleras colindantes a finales del Cretácico.

En términos amplios, las secuencias litológicas y el contenido micropaleontológico del Senoniano de la región aquí tratada indican un medio sedimentario próximo, pero algo más profundo, que el de la extensa plataforma siliciclástica localizada al oriente del Valle del Magdalena, la cual es bien conocida por los registros representados por las Formaciones del Grupo Guadalupe (Pérez & Salazar 1978, Julivert 1968). Por el occidente, el área de sedimentación estuvo limitada por un emergente y discontinuo umbral, en la posición de la actual Cordillera Central (Bürgl 1961), el que, a fines del cretácico, se convirtió en una fuente secundaria de aportes que alimentó el depósito local de unidades arenoso-conglomeradas,

como las Formaciones La Tabla y Cimarrona (Gómez & Pedraza 1994), acumuladas en aguas marinas someras, durante el Maastrichtiano más tardío (Zona de *Abathomphalus mayaroensis*).

La microfauna planctónica encontrada hacia el techo de la Fm. Buscavidas, representa la biozona de *Gansserina gansseri*, que corresponde a la parte baja del Maastrichtiano tardío. Ello sugiere que las suprayacentes Formaciones Arenisca Tierna (que sólo es "tierna" hacia el tope) y La Tabla se depositaron durante el Maastrichtiano más tardío, es decir en el lapso de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis*.

Referencias

- Comité Argentino de Estratigrafía. 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asoc. Geol. Argentina, Serie B (didáctica y complementaria) 20, 64p.
- Barrero, D. 1969. Petrografía del "Stock de Payandé" y metamorfitas asociadas.-Bol. Geol. 17:113-144.
- Barrio, C. A. & Coffield, D. Q. 1992. Late Cretaceous Stratigraphy of the Upper Magdalena Basin, in the Payandé-Chaparral Segment (Western Girardot Sub-Basin), Colombia. J. South Am. Earth Sc. 5(2): 123/139.
- Beltrán, N. & Gallo, J. 1968. The Geology of the Neiva Sub-Basin. Southern Portion. 9th. Ann. Field Conf, May 31-June 1 (1968). Colombian Soc. Petrol. Geol. Geoph. In. Geol. Field Trips Colombia 1959-1978, Ed. Geotec, 1979, Bogotá.
- Birkelund, T., Hancock, J.M., Hart, M. B., Rawson, P.F., Remane, J., Robaszynski, F., Schmid, F. & Surlyk, F. 1984. Cretaceous stage boundaries Proposals. Bull. Geol. Soc. Denmark, 33: 3-20.
- Bolli, H. M. 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Minería y Petróleo 9:32
- Bürgl, H. 1955. El Anticlinal de Apulo. Bol. Geol. 3(2):2-22.
- Bürgl, H. & Dumit, Y. 1954. El Cretácico Superior en la región de Girardot. Bol. Geol. II (1):23-48.
- Bürgl, H. 1961. Historia Geológica de Colombia.-Rev. Acad. Col. Cienc. Exac. Fis.- Nat, 9(43):137-191.
- Cáceres, C. Etayo, F. 1969. Bosquejo geológico de la región del Tequendama. Opusc. Guía Exc. pre I Congr. Colombiano Geol. Univ. Nal. Depto. Geol. 23 p.
- Caron, M. 1985. Cretaceous Planktic Foraminifera. En Bolli, H. et al. (Eds.). Plankton Stratigraphy. Cambridge Earth Sciences Series. 17-86.
- Caron, M. & Homewood, P. 1983. Evolution of early planktic foraminifers. Marie Micropalontology, 7: 453-463
- Corrigan, H. 1979. Geology of the Upper Magdalena Basin (Northern Portion). 8th. Ann. Field Conf, May (1967), Colombian Soc. Petrol. Geol. Geoph. In. Geol. Field-Trip Colombia 1959-1978. Ed. Geotec, 1979, Bogotá.

- Cruzado, J.** 1980. Zonación del Campaniano, Maestrichtiano y Daniano en el Nordeste del Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú.* 65:67-76.
- Cushman, J. A. & Hedberg, H. D.** 1941. Upper Cretaceous foraminifera from Santander del Norte, Colombia, S.A. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Contributions*, 17(4):79-102.
- Champetier de Ribes, G., Weecksteen, G. & Quintero, R.** 1961. Mapa geológico de la Plancha K-10 Villeta, Escala 1:200.000, *Serv. Geol. Nal. Bogotá*.
- Diederix, H. & Gómez, H.** 1991. Mapa geológico del Departamento del Huila, escala 1, 100.000. *Publ. Esp. Rev. CIAF*, 13(2).
- Etayo, F.** 1964. Posición de las faunas en los depósitos cretácicos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. *Bol. Geol. UIS*. 16-17: 5-142.
- Etayo F.** 1994. The Aptian Santonian Ammonite Sucession in Upper Magdalena Valley, Colombia. Capítulo XIX. 1-3, *Estudios Geológicos del Valle Superior del Magdalena*. Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Etayo, F., Barrero, D. & Renzoni, G.** 1969 Contornos sucesivos del mar cretácico. *Mem. I Congr. Colombiano Geol.* 217-252, *Univ. Nal. Bogotá*.
- Fajardo, I. & Llinás, R. D.** 1976. The geology of the Eastern Cordillera. Bogotá-La Mesa-Girardot-Fusagasugá. *Publ. Geol. Field-Trips 1959-1078 Colombia*. *Colomb. Soc. Petrol. Geol. Geoph.* 453-470, Ed. Geotec, 1979, Bogotá.
- Fabre, A.** 1983. La subsidencia de la Cuenca del Cocuy (Cordillera Oriental de Colombia), durante el Cretácico y el Terciario. Segunda parte: esquema de evolución tectónica. *Geol. Norandina* 8:20-27.
- Fabre, A.** 1985. Dinámica de la sedimentación cretácica en la región de la Sierra Nevada del Cocuy (Cordillera Oriental de Colombia). Proyecto Cretácico. *Publicaciones Geológicas Especiales del Ingeominas* 16 (XIX) 1-20.
- Flórez, J. M. & Carrillo, G. A.** 1994 Estratigrafía de la sucesión litológica basal del cretácico del Valle Superior del Magdalena.-*Estud. Geol. Valle Sup.Magd.* II:1-26, *Univ. Nal. Bogotá*
- Guerrero, J., & Sarmiento, G.** 1996 Estratigrafía, Física, Sedimentológica y Secuencial del Cretácico Superior y Paleoceno del Piedemonte Llanero. *Implicaciones en Explicación Petrolera*. *Geol. Colombiana* 20:3-66.
- Forero, A.** 1973 El Paleozoico Superior del flanco oriental de la Cordillera Central.-*Geol. Colombiana* 7:139-144.
- Gómez, E & Pedraza, P. E.** 1994. El Maestrichtiano de la región Honda-Guaduas, límite N del Valle Superior del Magdalena. Registro sedimentario de un delta dominado por río trenzados. *Estudios Geológicos del Valle Superior del Magdalena*, Capítulo III. 19. Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Hanconck, J. M. & Gale, A. S.** 1996 The Campanian Stage. *Bull. de l'Institut Royal Sciences Nat. Belgique, Sciences de la Terre*, 66 Supp. 103-109.
- Handerbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Pierry, T, de Graciansky, P. & Vail, P.** 1998. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. De Graciansky, P. & Others, Eds. *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, SEPM Special Publication 60.
- Harland, W. B., Cox, A. V., Llevellin, P.P., Pickton, C. A. G., Smith, A. G. & Walters, B.** 1982. A geological time scale. *Cambridge Univ. Pres.* 131 p.
- Hedberg, H. D. (Ed.)**. 1976. *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. International Subcommittee on Stratigraphy Classification of IUGS Commission on Stratigraphy.* John Wiley and Sons, New York. 200 pp.
- Hernández, J. & Porta, J.** 1963. El primer ictiosaurio de Colombia. *Boletín de Geol. UIS* 12: 77-83.
- Hubach, E.** 1931 Exploración de la región de Apulo San Antonio Viotá. *Bol. Min. Petrol.* T4, (25-27), 41-60..
- Hubach, E. & Alvarado, B.** 1934. Geología de los Departamentos del Valle Cauca, en especial del carbón.-*Serv. Geol. Nal. Inf.* 224, 1-467 (Mscr.). Bogotá.
- Jaramillo & Yepes, O.** 1994. Palinoestratigrafía del Grupo Olini (Coniaciano Campaniano), Valle Superior del Magdalena, Colombia. *Estudios Geológicos del Valle Superior del Magdalena*. Capítulo XVII 1-18. Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Julivert, M.** 1968. *Lexique Stratigraphique International*, Vol. V, Fasc. 4a, *Colombie. Centr. Nat. Rech. Sc.* 651 pp.
- Kammer, A. & Mojica, J.** 1995. Los pliegues de la Barrera Guataquí-Girardot. Producto de un despegue de la cobertera cretácica de la Cordillera Oriental? - *Geol. Colombiana* 19:33-43.
- Llamolda, A. & Hancock, M.** 1996. The Santonian Stage and substages. *Bull. de l'Institut Royal des Sc. Nat. Belgique, Sciences Terre*, 66- Supp. 95-102.
- Macía, 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* 14:49-70.
- Marks, P.** 1984. Proposal for the recognition of boundaries between Cretaceous stages by means of planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Bull. Geol. Soc. Denmark* 33:163-169.
- Martínez, J. I.** 1989a. *Siphogenerinoides spp.* y el límite Campaniano-Maastrichtiano en el norte de Suramérica", V Congreso colombiano de Geología, Bucaramanga, Memoria 1:50-60.
- Martínez, J. I.** 1989b. Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Maastrichtian Colon mudstones of northern South America. *Micropaleontology*, 35(2): 97-113.
- Martínez, J. I.** 1990. Estratigrafía de la Plancha 227. *Inéd. Inf. Ingeominas Bogotá*, 120 p.
- Maslakova, N. I.** 1978. *Globotruncanidae* del Sur de la Plataforma Europa de la URSS. Editorial NAUKA, 168 p, Moscú. (en ruso).
- Mojica, J. & Macía, C.** 1983. Características estratigráficas y edad de la Formación Yaví, Mesozoico de la región entre Prado y Dolores, Tolima, Colombia. *Geol. Colombiana* 12:7-32.

- Mojica, J. & Bayer, K. J.** 1987. Características esenciales del Valle Superior del Magdalena, una cuenca cretácica interandina de Colombia.- Mem. 3er. Simp. Proyecto PICG 242, Cretácico de América Latina, 11-15, Tucumán
- Mojica, J. & Villarroel, C. & Macía, C.** 1989. Nuevos afloramientos fosilíferos del Ordovícico Medio (Fm. El Hígado) al oeste de Tarquí, Valle Superior del Magdalena (Huila, Colombia).-Geol. Colombiana 16:89-94.
- Moreno, J. M.** 1993. Contribución al conocimiento de las unidades del Cretácico Inferior, parte central de la Cordillera Oriental. Mem. VI Congr. Colombiano Geol., Tl: 235-247, Medellín.
- Nederbragt, A. J.** 1990. Biostratigraphy and paleoceanographic potential of the Cretaceous planktic foraminifera Heterohelicidae. Vrije Universiteit Amsterdam, 204 p, Amsterdam.
- Nederbragt, A. J.** 1991. Late Cretaceous biostratigraphy and development of Heterohelicidae (planktic foraminifera). Micropaleontology 37 (4):329-372.
- 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.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature.** 1982. North American Stratigraphic Code. Am. Assoc. Petrol Geol. Bull. 76 (5): 841-875.
- Obradovich, J. D.** 1993. A Cretaceous Time Scale. In Caldwell, W.G.E. & Kauffman, E. G. (Eds.). Evolución of the Western Interior Basin. Geological Association of Canada, Special Paper 39:379-396.
- Perch-Nielsen, K.** 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. En. Bolli, H. et al. (Eds.). Plankton Stratigraphy. Cambridge Earth Sciences Series, p. 329-426.
- Pérez, G. & Salazar, A.** 1978. Estratigrafía y facies del Grupo Guadalupe.-Geología Colombiana 10:7-86.
- Peryt, D.** 1980. Planktic Foraminifera Zonation of the Upper Cretaceous in the Middle Vistula River Valley, Poland. Palaeontologia Polonica 3, 101 p. Warszawa.
- Pessagno, E. A.** 1967. Upper Cretaceous planktonic foraminifera of the Western Gulf Coastal Plain. Paleontogr. Amer. 5:259-441.
- Petters, V.** 1955. Development of Upper Cretaceous foraminiferal faunas in Colombia. Jour.Paleont. 29(2): 212-225.
- Porta, J.** 1965. La estratigrafía del Cretácico Superior y Terciario en el extremo S del Valle Medio del Magdalena. Bol. Geología UIS 19:5-50.
- Porta, J.** 1966. La geología del extremo Sur del Valle Medio del Magdalena entre Honda y Guataquí (Colombia). Boletín de Geología de la UIS, 22-23:5-347.
- Premoli Silva I. & Bolli, H.** 1973. Late Cretaceous to Eocene planktonic foraminifera and stratigraphy of Leg 15 sites in the Caribbean Sea. Initial Reports Deep Sea Drilling Project. 15:499-547.
- Raasveldt, H. C.** 1956. Mapa Geológico de la República de Colombia, Plancha L9 Girardot, Escala. 1:200.000. Inst. Geol. Nal. Bogotá.
- Raasveldt, H. C. & Carvajal, J.M.** 1957. Mapa Geológico de la República de Colombia, Plancha M8 "Ataco" Escala. 1:200.000. Inst. Geol. Nal. Bogotá.
- Robaszynski, F., Bless, M.J.M., Felder, J.P., Foucher, J.C., Legoux, O., Manivit, H., Meessen, J.P.M. TH. & Van Der Tuuk, L.** 1985. The Campanian- Maastrichtian boundary in the chalky facies close to the type Maastrichtian area. Bull. Centres Rech. Expor. Prod. Elf-Aquitaine 9 (01):1 113.
- Restrepo-Pace, P., Ruiz, J., Gehrels, G. & Cosca, M.** 1997. Geochronology and Nd isotopic data of Grenville-age rocks in the Colombian Andes: new constraints for Late Proterozoic-Early Paleozoic paleo-continental reconstructions of the Americas.- Earth Planet. Sci. Lett. 150:427-441.
- Robaszynski, F., Caron, M., Dupuis, C., Amedro, F., González Donoso, J. M., Linares, D., Hardebol, J., Gartner, S., Calandara F. & Deloffre, R. A.** 1990. A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of Central Tunisia. formations, zones and sequential stratigraphy in the Kalaat Senean area. Bull. Centres Rech. Expor. Prod. Elf-Aquitaine 14 (01):213-384.
- Robaszynski, F.** 1999. Cretaceous Stages Boundaries in central Tunisia. how to follow the Brussels 1995 Symposium Recommendations. Bull. de l'Institut Royal Sci. Nat. Belgique, Sci.Terre, 69- Supp. A:161-165.
- Robaszynski, F., Bless, M., Felder, P. J., Foucher, J. C., Legoux, O., Manivit, H., Meessen, P. M. & Van der Tuuk, L. A.** 1985. The Campanian-Maastrichtian boundary in the Chalky facies close to the type-Maastrichtian area. Bull. Centr. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, 9 (1):1-113.
- Robaszynski, F., González Donoso, J. M., Linares, D., Amedro, F., Caron, M., Dupuis, C., Dhondt, A. V. & Gartner, S.** (in press). Le Crétacé supérieur de la région de Kallata Senan, Tunisie centrale. itho-biostratigraphie intégrée. zones d'ammonites, de foraminifères planctoniques et de nannoplacton du Turonien supérieur au Maastrichtien. Bull. Centres Rech. Expor. Prod. Elf-Aquitaine
- Salvador, A.** (Ed.). 1994. International Stratigraphic Guide. a guide to stratigraphic classification, terminology and procedure, Sec. Ed. International Subcommission on Stratigraphy Classification of IUGS Commission on Stratigraphy. Geol. Soc. Am. 214 pp.
- Scheibe, R.** 1934. Informe sobre la veta de carbón en la Hacienda La Alsacia al norte de Tocaima(Cundinamarca). CEGOC, 1:315-329.
- Sissingh, W.** 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. Geol. Mijnb. 57:37 65.
- Sliter, W.** 1989. Biostratigraphic Zonation for Cretaceous Planktonic Foraminifers examined in thin section. Journal of Foraminiferal Research, 19(01), 1-19.
- Sociedad Venezolana de Geología.** 1970. Léxico Estratigráfico de Venezuela (2ª Edic.). Bol. Geol. Publ. Esp. 4, 756 pp.
- Tchegliakova, N** 1993. Los Foraminíferos y Minerales Autigénicos de la Formación Umir (sección Quebrada La Julia, Valle Medio del Magdalena). Registro de una laguna costera a finales del Cretácico Superior (Maastrichtiano). Geología Colombiana 18:107-117, Bogotá.

- Tchegliakova, N.** 1995. Los Foraminíferos de la Formación Umir (Sección Quebrada la Julia). Registro del Cretácico Superior cuspidal (Maastrichtiano) en el Valle Medio del Magdalena, Colombia. *Geología Colombiana* 19:109-130.
- Tchegliakova, N.** 1996. Registro de las biozonas de Foraminíferos Planctónicos *Gansserina gansseri* y *Abathomphalus mayaroensis* (Maastrichtiano Medio y Superior) en el extremo meridional del Valle Medio del Magdalena (Colombia, Sur América). *Geología Colombiana* 20:67-80, Bogotá.
- Tchegliakova, N.** 1999. Bioestratigrafía y Foraminíferos del Cretácico Superior en el Valle Alto del Río Magdalena y flanco occidental de la región central de la Cordillera Oriental (Colombia, Sur América). 235 p. Tesis Ph. D. Universidad Estatal de Moscú (Rusia). (en ruso).
- Tchegliakova, N.** 2001. (Submitted). Foraminiferal Zonation of the Upper Cretaceous of Central Colombia (South America). Special Paper Moscow State University Press. Submitted.
- Tchegliakova, N. & Pérez, V.** 1993. Distribución bioestratigráfica de los foraminíferos en la Formación Conejo (Cretácico Superior) en los alrededores de Villa de Leiva (Boyacá). Informe Final Proyecto de Investigación CINDEC-Univ. Nac. 1-110.
- Tchegliakova, N. & Pérez, V.** 1995. Registro de la zona bioestratigráfica *Dicarinella concavata* (Foraminiferida) en el extremo noroccidental de Suramerica (Colombia). *Geología Colombiana* 19:131-143.
- Téllez, N. & Navas, J.** 1962. Interferencia de direcciones en los pliegues terciarios entre Coello y Gualanday. *Bol. Geol. UIS*, 9: 45-61
- Terraza, R.** 2000. Origen secundario de porcelanitas correspondientes a la Lidita Inferior y Lidita Superior, al sur de San Luis (Tolima), Valle Superior del Magdalena. Mem. Primera Conv. Téc. ACGGP "Geología y Petróleo en Colombia", Bogotá.
- Thompson, A. V.** 1979. A geological Section from Bogotá to the Central Cordillera. 7th. Ann. Field Conf., June 24-25 (1966), Colombian Soc. Petrol. Geol. Geoph. in Geol. Field Trips Colombia 1959-1978, Ed. Geotec 1979, Bogotá.
- Vergara, L.** 1994. Stratigraphy, micropaleontology and organic relations in the Cretaceous of the Upper Magdalena Valley, Colombia. *Giessener Geol. Schrift.* 50:1-179.
- Vergara, L.** 1997. Paleontological Notes on same Foraminifera from the Cretaceous of the Upper Magdalena Valley, Colombia. *Geol. Colombiana*, 22:121-133.
- Vesga, C. J. & Barrero, D.** 1978. Edades K/Ar en rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su implicación geológica. II Congr. Colombiano Geol. Resúmenes.