

# ESTRATIGRAFIA TERCIARIA DEL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA

O. C. WHEELER

De la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia

La estratigrafía del Valle medio del Magdalena se estudia aquí bajo los títulos siguientes:

**Rocas pre-terciarias:** Rocas básicas. Serie de Girón. Serie de Palmira.

**Terciarias:** Eoceno: Formación de Umir. Formación de Lisama. Formación de Toro. Serie de El Chorro.

Oligoceno: Serie de La Mugrosa. Serie de El Colorado.

Mioceno: Serie de El Real: en el área petrolífera de La Cira; en el área de los ríos Sogamoso-Oponcito; en el área del río Opón.

Plioceno.

**Cuaternarias:** Formación del Magdalena.

El valle del Magdalena, arriba de El Banco (latitud 9°N., 140 millas del mar Caribe), ocupa una gran depresión geológica que data desde las postrimerías del período cretáceo. Esta depresión y sus contornos yace entre las Cordilleras Oriental y Central del sistema orográfico de los Andes, y estuvo sujeta a la sedimentación de una gruesa capa de depósitos en la época terciaria, que no son de origen marítimo, época en que probablemente estaba en comunicación directa con el mar abierto en El Banco, donde hoy desaparece la Cordillera Occidental. Abajo de El Banco, la sección terciaria es preponderantemente marina, pero más arriba no existe una evidencia concluyente de que hayan predominado condiciones marítimas posteriores al término del período cretáceo, excepto durante breves intervalos en el temprano Eoceno, cuando las aguas del mar invadían ocasionalmente la cuenca de agua dulce y salobre.

En los tiempos cretáceos la Cordillera Central era un macizo que marcaba la costa del mar que se extendía sobre gran parte del oriente colombiano y del venezolano. Si bien otras secciones de Colombia fueron invadidas por el mar cretáceo, no tiene ello importancia especial en lo que concierne al asunto de que tratamos. El desarrollo de la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, que comenzó hacia el fin del Cretáceo, produjo la cuenca larga y angosta entre las dos cordilleras, donde se depositaron los sedimentos terciarios.

La mayoría de los estudios publicados acerca de la geología terciaria de la región que se extiende arriba de El Banco, se refiere al territorio cercano a Bogotá, Honda y Girardot, en lo que se conoce como el área del Alto Magdalena. Muy poco aparece publicado sobre la denominada área del "Medio Magdalena"; es decir, entre Honda y El Banco. Esta monografía se refiere principalmente a una parte de esa área, en especial a la zona entre los ríos Sogamoso y Carare.

Fue Karsten quien primeramente dio noticias de la existencia de sedimentos terciarios en la región del Alto Magdalena (1) y, posteriormente, Hettner, quien clasificó los depósitos de la misma región en forma algo desembarazada, en unidades de formación sobre la base de diferencias litológicas y de rupturas geológicas en esa sección (2). La mayoría de los investigadores desde la época de Hettner, han adoptado su primitiva clasificación, introduciéndole modificaciones y refinamientos; pero la determinación de la edad de esos depósitos ha resultado problemática, a causa de la ausencia de fósiles marinos y la escasez de otras clases. La correlación de los sedimentos en áreas diferentes también se ha hecho difícil, por razones de la carencia o escasez de horizontes diacríticos, cambios laterales en la índole y el espesor de los lechos, y de la estructura compleja de casi todas las localidades donde estas rocas afloran.

En la banda oriental del río Magdalena existen tres horizontes fosilíferos, relativamente delgados pero persistentes, que contienen una fauna de moluscos característica de agua dulce, la que ha constituido un auxilio invaluable en la interpretación de la geología terciaria de la región. Estos lechos fosilíferos se conocen, respectivamente, como los horizontes de fósiles de Los Corros, de La Mugrosa y de La Cira. Afloran más comúnmente en las zonas entre los ríos Sogamoso y Carare, habiéndose proseguido en la pista a lo largo de los yacimientos 25 a 75 millas, con interrupciones ocasionales donde existen fallas o donde aquéllos están enterrados bajo los pliegues.

Mediante los estudios de los geólogos que han laborado bajo la hábil dirección del Dr. O. B. Hopkins, en la Concesión De Mares, de la Tropical Oil Company, en el valle del Magdalena, entre los ríos Carare y Sogamoso, se ha obtenido considerable información acerca de la geología de la hoya del Magdalena, durante los últimos quince años. Aproximadamente se han levantado las cartas detalladas de 2.000 millas cuadradas de territorio en la Concesión y en las inmediaciones de ella; además, se han practicado estudios de reconocimientos en otros lugares del valle y en los terrenos montañosos adyacentes. Sin embargo, poco se ha ejecutado en la región situada arriba de Honda. Pozos que se han abierto en busca de petróleo, han suministrado datos fundamentales en algunas secciones de ese valle.

(1) Karsten, Hermann. "Géologie de l'Ancienne Colombie Bolivienne", etc., Berlín (1886). p. 29.  
(2) Hettner, A. "Die Cordillera von Bogota", Peterman's Mitt. (1892), Ergänzungsheft 104.

Entre los geólogos que merecen crédito por la información básica obtenida en las investigaciones de la Tropical Oil Company se mencionan: A. Iddings,

B. J. Dining, M. B. Smith, D. McArthur, Earl Emendorfer, Theo. A. Link, A. K. McGill, W. W. Waring, J. L. Anderson y P. A. Dickey.

Cuaternario			Clasificación empleada en este Informe para el área entre los ríos Sogamoso y Carare	Horizontes fósiles de los ríos Sogamoso y Carare	Correlación de tanteo con la Sección del Alto Magdalena
	Pleistoceno (?)		Magdalena		
	Plioceno		Mesa		Mesa
Terciario	Mioceno	Superior Medio e Inferior	Real		Honda Superior
	Oligoceno	Superior	Colorado	La Cira	Gualanday
		Medio e Inferior ?	Mugrosa	Mugrosa	
	Eoceno	Superior	Chorro	Los Corros	Barzalosa
			Toro		Guaduas
		Medio (?)	Lisama		
	Inferior (?)	Umir			
Cretáceo	Palmira				Guadalupe Villeta

Clasificación de las formaciones terciarias del Valle del Magdalena Medio y correlación de tanteo con la región del Alto Magdalena

## ROCAS PRE-TERCIARIAS

Las rocas que bordean la cuenca terciaria del Medio y Alto Magdalena originaron la sedimentación terciaria. Los terrenos confinantes hacia el occidente de la cuenca constituían la Cordillera Central; hacia el este, después de los comienzos del terciario, los Andes orientales colombianos. Se juzga que durante mucho tiempo esos promontorios constituyeron penínsulas relativamente angostas, que se prolongaban desde el macizo de la tierra firme, el cual probablemente se extendía hacia el sur y el oriente, más allá del *divortium aquarum* del Alto Magdalena y del Amazonas. Anderson aparentemente era de la misma opinión cuando dijo: "... estos depósitos se extienden tierra adentro a lo largo de los valles y entre las montañas, de modo que sugieren la existencia de largos y angostos brazos de mar..."

**Rocas básicas**—La Cordillera Oriental, que constituía el límite occidental de la cuenca terciaria del Magdalena, está formada por una serie de rocas metamórficas cretáceas representadas por esquistos, gneiss, cuarzozos, mármoles, etc., y granitos, andesitas y otros ejemplares de rocas ígneas.

Rocas esquistosas y gneiss, asociados a ciertas rocas ígneas, constituyen el corazón de los Andes

orientales colombianos; empero, solamente afloran al norte de la latitud 6°40', y longitud 73°W. (de Greenwich), y en la región poco conocida al sur de Bogotá.

**Serie de Girón**—La serie de Girón consiste de areniscas blancas, grises y rojas, y esquistos comúnmente desprovistos de fósiles, que posiblemente tienen 10.000 pies o más de espesor. Son las más antiguas sedimentaciones inalteradas de los Andes orientales, donde forman en gran proporción la parte central de la cordillera. No se conoce nada de Girón en los Andes centrales. La edad de esta serie se ha considerado indistintamente como cretácea inferior jurásica y aún más antigua.

**Serie de Palmira**—La serie de Palmira es una sección de 7.400 pies, de esquistos negros, calizas de color gris oscuro a negro y horsteno negro del Cretáceo inferior y superior. Esta serie descansa sobre la de Girón en la Cordillera Oriental. Al este del Magdalena, los únicos afloramientos conocidos existen en los valles cercanos a Simití, donde la formación de Palmira inferior reposa directamente sobre las rocas cristalinas antiguas.

La serie de Palmira de los geólogos de la Tropical Oil Company, es la correlativa de la de Villeta, y quizás de la de Guadalupe, de Hettner.

### ROCAS TERCIARIAS

Los depósitos terciarios en la hoya del Medio y del Alto Magdalena constituyen el detritus proveniente de los sistemas de drenaje de los ríos que fluyen desde los Andes centrales y orientales hacia la cuenca terciaria intermedia. Las rocas que originaron aquel sedimento son las que brevemente se han descrito arriba.

Hacia el fin del Cretáceo, el mar, que se extendía a gran distancia al oriente y al nordeste de los Andes centrales, se retiró hasta dejar sobre el nivel del océano, todo o casi todo el territorio del oriente de Colombia y de Venezuela que hasta entonces estuvo sumergido. Al mismo tiempo se produjo una ligera elevación en la línea que más tarde constituyó la Cordillera Oriental de los Andes, y una deformación del Cretáceo en casi toda el área, que causó una irregularidad angular entre aquélla y el depósito terciario que más tarde se formó. Entre esta zona de levantamiento y la Cordillera Central al oeste, surgió la cuenca intermedia del Magdalena, que durante el período terciario se mantuvo sometida a hundimientos con interrupciones ocasionales. En esta hoya se depositaron series alternadas de arenas y esquistos, con un espesor máximo de 25.000 pies, potentes capas sedimentarias de agua dulce, con excepción de la zona inferior de 3.000 pies. El volumen del sedimento bastó para alejar el mar, no obstante el hundimiento considerable que tuvo lugar.

La margen oriental y la occidental de esta cuenca en el período terciario apenas puede determinarse con aproximación. Hacia el occidente, depósitos terciarios del Mioceno se encuentran sobrepuestos al Cretáceo en las inmediaciones de Simití, y más al sur, cerca de Puerto Berrío y de Mariquita, estratos que se consideran del Mioceno descansan sobre los metamórficos.

En la región que se encuentra de 5 a 8 millas al oriente de Barranca Bermeja y a unas 25 millas al este de las faldas de la Cordillera Central, los taladros han revelado la existencia de una sección de rocas terciarias de 6.900 pies, que varían en edad desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior, y que esos depósitos descansan sobre el Cretáceo. Esa misma sección de 6.900 pies aumenta en espesor hasta unos 18.000 pies, 12 a 14 millas más hacia el oriente, al pie de la Cordillera Oriental. Se hace evidente que existe una superposición de lechos más recientes encima de los más antiguos, del este hacia el oeste, y que se presenta un aumento considerable en el espesor hacia el levante.

La localización de la margen oriental de esta cuenca terciaria se hace más difícil por causa de los pliegues y las fallas que resultaron del levantamiento, y la erosión de casi la totalidad de la sección terciaria al este de la base de la Cordillera Oriental. Las líneas de la costa terciaria probablemente existieron a corta distancia al oeste de la cresta actual de los Andes orientales, y se trasladaron hacia el occidente por razón del levanta-

miento progresivo de las montañas y del desarrollo de los deltas en las desembocaduras de los ríos.

La cuenca que brevemente se ha delineado en sus dos márgenes, se extendía, como se ha dicho, hasta alguna distancia al sur de Bogotá. Hacia el norte tal vez tenía una estrecha comunicación con el mar por medio de un brazo angosto cerca de El Banco, como parece indicarlo la existencia de fósiles marinos del Mioceno cerca de este lugar, y el hecho de que desde ese punto hacia la costa la sección terciaria es esencialmente marítima. Al sur de El Banco no se conoce manifestación alguna de condiciones marinas, salvo en la zona inferior del Eoceno.

### ROCAS DEL EOCENO

*Formación de Umir*—El ciclo de la sedimentación que sobrevino al retirarse el mar cretáceo, se inició con el hundimiento de la cuenca del Magdalena y de gran parte, indudablemente, de lo que hoy constituye la Cordillera Oriental. Se depositaron algunas series de esquistos carbonosos de 3.000 a 4.000 pies, de color azul oscuro o negro azulado, bien estratificados, con lechos de hulla hasta de unos pocos pies de espesor, intercalados en la zona superior de 1.000 pies, y capas muy delgadas de areniscas duras, de grano fino, verdosas y pardas y globos lenticulares de arcilla ferruginosa. Estos lechos se denominan la "formación de Umir".

*Correlación y edad*—No se ha establecido en forma definitiva la edad de esta formación, pero los datos más evidentes que se han obtenido indican que pertenece al Eoceno. Fue Anderson quien primero sugirió que los lechos comprendidos en la Umir corresponden al Eoceno, cuando los correlacionó con los de Guaduas del área del Alto Magdalena, pero él no suministró testimonios paleontológicos para demostrar que alguna de esas dos series pertenece al Eoceno. Recientemente Olsson investigó una pequeña colección de material de la zona media de la Umir, e informó que "en ella no se han encontrado géneros distintivos del Cretáceo. En cambio, casi todas las especies corresponden a géneros ordinarios del Eoceno, como *Trinacria*, *Venericardia*, *Mactra* y *Rimella*. Existe una turitella marcadamente aquillada que puede ser *T. mortonii*".

La formación de Guaduas del área perteneciente al Alto Magdalena es una serie contentiva de hulla, que consiste en esquistos jaspeados, esquistos arenosos y areniscas que descansan irregularmente sobre el Cretáceo (1) y son considerados como pertenecientes al Eoceno en lo que respecta a su edad. La mayor abundancia de arenisca, los colores abigarrados de los esquistos y la existencia de ligeras vetas de yeso en Guaduas, según informa Scheibe, indican que los depósitos en la región de Bogotá corresponden a los equivalentes de aguas poco profundas y de los deltáticos característicos de la formación de Umir.

(1) Scheibe, R.: "Documentos de la Comisión Científica", Bogotá (1918), p. 176.

El tercer horizonte carbonífero del occidente de Venezuela (1) también sería correlativo de la Umir.

*Formación de Lisama*—La formación de Lisama constituye una transición entre los tipos sedimentarios bien estratificados, negros azulosos de los esquistos de la Umir, y los típicos depósitos continentales del resto de la sección terciaria. Se ha observado que los lechos de la formación de Umir están bien estratificados por esquistos carbonosos de color oscuro, con muy poca arena y un desarrollo considerable de hulla.

El advenimiento de la época de Lisama introdujo una serie de estratos de 3.500 pies de sedimentos ordinarios. Estos consisten en capas de esquistos veteados que alternan con pequeñas cantidades de pizarras carbonosas de color oscuro, intercaladas ocasionalmente con vetas de hulla de menor desarrollo que las de Umir, y con areniscas bien estratificadas, de 25 a 30 pies de espesor. No se sabe si alguna irregularidad separa la Lisama de la Umir, pero sí se hace evidente que el levantamiento de la Cordillera Oriental fue más intenso durante la primera época que en los tiempos de la formación de Umir.

*Formación de Toro*—Posteriormente a la sedimentación de Lisama, surgió sobre el nivel del mar una gran extensión de la cuenca del Magdalena. El período de erosión que siguió tuvo suficiente duración para permitir la denudación de parte considerable de la formación de Lisama. Cerca del río Sogamoso, en Peña Cruces y en las inmediaciones de la boca de la quebrada Putana, afloran unos 2.500 a 3.500 pies de capas de Lisama. Quince millas más al sur la formación apenas tiene 100 pies de espesor, y 8 millas más adelante desaparece del todo. Si se avanza unas 6 u 8 millas más hacia el sur, la formación alternativamente aparece en un espesor de unos centenares de pies o desaparece.

La formación de Toro o "altered shale", como se denomina en la localidad, es un esquisto duro, denso, gris o azul grisoso claro, generalmente macizo, aunque en ocasiones muy finamente estratificado. En este caso, por lo común es de un color gris muy claro o de un blanco puro, que sugiere una condición túfica. Una pequeña cantidad de siderita se hace aparente en ocasiones, y en la variedad maciza, a veces se observa un ligero veteadado.

La formación de Toro tiene un espesor que no excede de 60 pies. Exhibe una gran resistencia a la erosión entre los ríos Sogamoso y Opón, causa de los lomos o arrugamientos que facilitan el levantamiento de mapas topográficos. Al norte del Sogamoso, la formación se torna arenosa, menos resistente y pronto desaparece. No se ha descubierto al sur del río Opón.

No se ha esclarecido el origen de la formación de Toro; cualquiera que fuese, es evidente que obtuvo su dureza característica muy pronto después de la sedimentación, como lo demuestran sólidos

(1) Liddle, R. A.: "The Geology of Venezuela and Trinidad". (Fort Worth, 1928), p. 180.

fragmentos de conglomerado de la base de la formación superior.

*Serie de Chorro*—La serie de Chorro es la parte de la sección comprendida entre la formación de Toro y el lecho superior del horizonte fosilífero de Los Corros. Aflora únicamente en la margen oriental del río Magdalena, donde cambia de aspecto y de espesor del oeste hacia el este. En el terreno petrolífero de La Cira, a unas 5 millas al este del Magdalena, se han extraído muestras de ella en los taladros; en el terreno adyacente de Las Infantas aflora y también se han extraído allí muestras de los pozos. En estos dos campos la serie se conoce bajo las denominaciones de la Zona-D y la Zona-C. Consiste de una formación inferior de 550 pies (la Zona-D) de esquistos duros, macizos, de color azul oscuro y pardo manchado, ligeramente intercalados de areniscas grises de grano fino. La formación superior, de 550 pies (la Zona-C) es de color gris y pardo, de grano fino y de textura media, raras veces contentiva de grava. Se presentan en ella areniscas intercaladas en la pizarra dura y veteadas. La Zona-C es el horizonte más prolífico en petróleo que se haya descubierto hasta ahora en Colombia.

La serie de El Chorro aumenta en espesor gradualmente hacia el este hasta el pie de la cordillera, donde adquiere una profundidad considerable. A una distancia de doce millas al sudeste de Las Infantas, esta serie exhibe un espesor de 1.300 pies, de areniscas de grano fino y esquistos arenosos, macizos, de azul oscuro y pardo; con una serie de 30 a 50 pies de pizarra negra y esquistos arenosos, de gran solidez y bien estratificados, en la parte superior, que es la que contiene la fauna de Los Corros. Seis millas más hacia el nordeste, mide 1.450 pies de espesor y revela características semejantes. Veinte millas al nordeste de esta localidad, sobre el río Sogamoso, cerca de la quebrada Putana, aumenta su espesor hasta 3.000 pies, y de allí hasta un punto a 8 millas río arriba, cerca de Santa Marta, alcanza a la increíble cifra de 6.500 pies. Indudablemente, parte de este aumento es apenas aparente, y debe atribuirse al declive de la sedimentación, lo que indica un espesor exagerado en la sección de la mensura, pero resulta virtualmente cierto que sí ocurre allí un aumento considerable en el espesor.

Los 3.000 pies de lechos inferiores en la sección profunda de Santa Marta, los geólogos de la Tropical los denominan "las areniscas de La Paz". Estas son macizas, intercaladas de capas trasversales, contentivas de grava y conglomerados; estas areniscas constituyen la cadena de montañas bajas y abruptas de La Paz, que afloran en gran extensión en el desfiladero coriado por el río Sogamoso.

Descansando sobre las areniscas de La Paz, cerca de Santa Marta, se observa la formación de Las Esmeraldas: 3.500 pies de esquistos veteados, de color oscuro, con capas interpuestas, en pequeña escala, de areniscas bien estratificadas, generalmente de contextura fina, en ocasiones, laminadas,

con residuos vegetales finamente desmenuzados. En la parte superior de la formación de Las Esmeraldas, el horizonte de Los Corros, de pizarra negra y de esquistos arenosos bien estratificados, aflora exhibiéndose abundantemente fosilífero. Entre los ríos Minero y Ermitaño aparece de nuevo la serie de El Chorro, pero el autor nunca ha podido estudiar esta localidad.

*Correlación y edad*—Basándose en una evidencia, parcialmente estratigráfica y parcialmente dependiente del estudio de la fauna, Olsson sugiere que la serie de El Chorro pertenece al Eoceno superior y equivale aproximadamente a la formación de Samán, en el norte del Perú y al Jacksoniano del sur de los EE. UU. Como se sabe ahora, la fauna de Los Corros es radicalmente diferente de la de La Mugrosa, porque contiene, por lo menos, dos tipos peculiares de esta última formación. La interesante ostra, *Sogamosa cyrenoides*, muy abundante en ella, parece restringida a tal formación. *Diplocyma*, de la cual hay dos especies en Los Corros, ocurre también en la formación de Samán, en el Perú, en donde está representada por "*Tympanotonus lagunitensis* Woods, que está íntimamente relacionada con la especie denominada *sucionis*. *Potamides Megilli*, cuando sea una especie mejor conocida, probablemente pertenecerá a un género no estudiado aún. Todas estas circunstancias, por el aspecto de la fauna, dan al conjunto de Los Corros un carácter eocénico más bien que oligocénico.

Rocas marinas del Eoceno superior estuvieron ampliamente dispersas en la región costanera de Colombia, como lo fueron en la región norte de Sur América, en general, y se depositaron durante la transgresión marina más extendida de los tiempos del Terciario. Por eso parece razonable creer que los equivalentes no marítimos de estas rocas debieron ocurrir en las cuencas terciarias, como lo atestiguan los depósitos del valle del Magdalena.

En la región de Bogotá, Scheibe describe una formación que llama de Barzalosa y que consiste en arcillas abigarradas, areniscas y conglomerados que descansan discordantemente en el piso de Guaduas. De acuerdo con esta discordancia respecto de la formación de Guaduas, y por sus características litológicas, la formación de Barzalosa pudiera ser la equivalente de la de El Chorro. Sin embargo, la evidencia de tal correlación parece escasa.

#### ROCAS DEL OLIGOCENO

Se considera que la base de unas pizarras macizas, duras, de azul oscuro, pardas y manchadas de rojo, que descansan sobre los esquistos fosilíferos negros de Los Corros, constituye los comienzos del Oligoceno. Esas pizarras básicas ocupan una extensión tan considerable, que sugieren un hundimiento regional de la cuenca en aquella época.

La sección del Oligoceno comprende dos series de gran espesor de areniscas y esquistos alternados, que se designan con las denominaciones de la serie de La Mugrosa y la de El Colorado. Estas han sido subdivididas en formaciones de caracte-

rísticas tan variables que a menudo pierden su identidad en trayectos de 5 a 10 millas.

*Serie de La Mugrosa*—La serie de La Mugrosa en Las Infantas y en La Cira mide 1.200 pies de espesor y constituye lo que se denomina la Zona-B. La Zona-B inferior es una sección de esquistos de 700 pies, de color azul oscuro y pardo oscuro, maciza y veteada, interrumpida ocasionalmente por lechos delgados de areniscas finas, a veces contenidas de grava e intercaladas ligeramente por pizarras veteadas. Es una importante productora de petróleo en ambos terrenos.

*Serie de El Colorado*—La serie de El Colorado es otra sucesión alternada de esquistos y areniscas, pero difiere de La Mugrosa en que las pizarras ostentan coloración ferruginosa en tonos rojos más vivos y las areniscas son más gruesas y de aspecto conglomerático.

En los terrenos de Las Infantas y de La Cira, la serie de El Colorado alcanza un espesor de unos 3.300 pies. La capa inferior de 500 pies se denomina la Zona-A inferior, y consiste principalmente de esquistos interrumpidos en ocasiones por cintas de areniscas finas de color gris, marcadamente piritosas y a menudos calcáreas. Sobre éstas descansa la Zona-A media, una serie de 700 pies, de esquistos multicolores y de areniscas grises y piritosas alternadas.

#### ROCAS DEL MIOCENO

Apoiada sobre la formación de La Cira o en lechos inferiores, se encuentra una serie maciza de areniscas mal distribuidas, a menudo ordinarias, a veces conglomeradas, y de arcillas veteadas, rojizas y pardas, que constituyen la serie de El Real, y se consideran del Mioceno por la edad. La formación básica de esta serie en el área del Alto Opón, es un conglomerado que consiste principalmente de cantos rodados y guijarros hasta de 6 pulgadas de diámetro. En esa área no se encuentran los fósiles de La Cira. En la región cercana al pie de la cordillera, hacia el norte, y en la sección inferior del valle cerca de los terrenos petrolíferos de La Cira y de Las Infantas, la base de esa serie es una arcilla maciza, gris y manchada de rojo, que descansa sobre el elemento de La Cira. A causa de estas distintas afinidades, se cree que existe una inconformidad en esa sección, no muy arriba de la formación de La Cira, y que esa irregularidad determina la base del Mioceno. Los estratos que se consideran del Mioceno son estériles en lo que respecta a los fósiles de moluscos, pero a veces exhiben hojas fósiles de vegetales, que parecen del Mioceno.

La parte arenosa del Mioceno exhibe la característica de la abundancia de hornblenda y en menor escala, de magnetita. Los estratos pertenecientes a las épocas más antiguas raras veces contienen hornblenda. El carácter reciente de la hornblenda y su abundancia, indican que ella proviene de las rocas andesíticas del sur y del suroeste.

El Mioceno, al pie de los cerros en la región de los ríos Opón y Guayabito, alcanza el espesor apa-

rente de 12.700 pies. A unas 30 ó 40 millas al norte, entre el Oponcito y el Sogamoso, al pie de los cerros, el espesor parece de unos 9.000 pies. Un adelgazamiento de la sección se hace evidente hacia el río Magdalena, pero no se ha determinado en qué proporción, debido a la superposición de depósitos posteriores.

El desarrollo grande de sedimentos del Mioceno y la abundancia de depósitos de fragmentos en la sección del pie de los cerros, especialmente en el área del Opón y del Guayabito, refleja la mayor intensidad del levantamiento de los Andes orientales, que llegó al máximo en esta época.

#### ROCAS DEL PLIOCENO

Posteriormente al período de sedimentación del Mioceno, la hoya del Magdalena surgió de un nivel inferior (el del mar) y de nuevo quedó sujeta a la erosión. Durante este intervalo de erosión y precediendo a lo que se considera como el hundimiento del Plioceno, los estratos se plegaron de modo considerable, y los lechos superiores del Plioceno, denominados la "formación de la Mesa" se depositaron discordantemente sobre aquéllos.

La cuenca de La Mesa indudablemente era más limitada que las terciarias anteriores. La mayor parte del fondo del antiguo mar terciario, sin duda constituyó una región de tierra firme durante la época de La Mesa, y ha permanecido como una superficie sujeta a la erosión desde que ocurrió el levantamiento del Mioceno.

El mar de La Mesa que inundó el valle era de agua dulce, tranquilo, sin perturbaciones. Una serie de mil pies o algo más, de arenas y tufas andesíticas bien estratificadas, fue depositada en lo que hoy constituye los terrenos bajos del valle del Alto y del Medio Magdalena. El carácter tífico de los sedimentos es notable río arriba hacia La Dorada, en donde material andesítico es el constituyente principal de la formación.

Luégo de la sedimentación de La Mesa, las aguas se retiraron del valle por última vez. La formación exhibe un ligero declive hacia el este, que tal vez corresponde a la inclinación original de la sedimentación. Sin embargo, ocurrió una falla postmesana y pre-magdalense, puesto que en Honda los lechos de La Mesa han fallado contra la formación de Honda superior. La formación de La Mesa se asigna al Plioceno sobre fundamentos estratigráficos y estructurales.

#### ROCAS CUATERNARIAS

*Formación del Magdalena*—Depósitos extensos de gravas fluviales y de cantos rodados, que se denominan "formación del Magdalena", constituyen las riberas de los canales de drenaje en el presente, del Magdalena y de los tributarios de éste; depósitos que se dilatan a veces por varias millas a cada lado de la corriente fluvial, donde forman terrazas y llanos de cantos rodados, hasta 200 pies y más aún, sobre los lechos de los ríos. Las gravas y los

cantos rodados provienen esencialmente de las areniscas terciarias. Se encuentran incrustados en un material rojo arenoso.

Una de las circunstancias más interesantes acerca de los depósitos del Magdalena es la existencia generalizada de material grueso en los trayectos inferiores de las corrientes fluviales. La presencia abundante de peñascos y cantos rodados en esos trechos inferiores, donde la velocidad de las corrientes es hoy muy reducida, indujo a los geólogos del Gobierno a sugerir que la caída pluvial y el descargue hidrológico han debido ser muy superiores en tiempos pretéritos a lo que son en la actualidad (1).

Diversas terrazas a diferentes niveles sobre ríos existentes hoy, evidencian levantamientos periódicos en épocas recientes.

#### HISTORIA GENERAL DE LA SEDIMENTACION

Lo que precede indica que la cuenca terciaria del Magdalena, arriba de El Banco, era una bahía larga relativamente angosta, estrechada al oriente y al occidente por penínsulas de exigua latitud que se extendían a gran distancia desde la tierra firme al sur de Bogotá. La presencia ocasional de fósiles marinos en "la Umir", intercalados con depósitos continentales, indica que aquel brazo alargado entraba periódicamente en comunicación con aguas marítimas durante los comienzos del Eoceno. Posteriormente a la época de "la Umir", la ausencia completa de fósiles marinos y las características litológicas del detritus revelan la capacidad de la sedimentación para compensar el descenso de los pliegues de la hoya, y excluir en esa forma las aguas del mar durante el resto del período terciario. Causa sorpresa el hecho de que a pesar de que el hundimiento de la cuenca alcanzó a una profundidad que excede de 22.000 pies, espesor máximo aparente de los depósitos terciarios de agua dulce, las aguas del mar abierto jamás llegaron a invadir aquella superficie.

El aumento progresivo en el espesor de la sedimentación hacia el oriente de la hoya, es una clara demostración de los depósitos deltáticos; los estratos occidentales representan los lechos inferiores; los orientales, al pie de los cerros, los anteriores. El origen principal de la sedimentación, por consiguiente, provino del este. Los lechos superiores del delta, junto con sus correspondientes capas han desaparecido por causa de la erosión en los cerros orientales y no se pueden examinar.

La corta distancia que existe entre el gran espesor de los lechos anteriores y los correspondientes delgados inferiores, demuestra la deficiente distribución de los sedimentos, el resultado de un oleaje débil y la ausencia de las corrientes de mareas. La cuenca, no obstante, no pudo ser parti-

(1) "Memoria Detallada de los Estudios del río Magdalena", Julius Berger Konsortium, Ministerio de Obras Públicas, Bogotá (1920).

cularmente profunda, puesto que algunas arenas gruesas están bien representadas a la distancia de los terrenos de La Cira. Una reducida proporción de los lechos que aquí se incluyen entre los anteriores, pueden haber sido subacuáticos superiores, pues, como ha demostrado Barrell, los lechos superiores pueden alcanzar un volumen superior al de los anteriores, cuando el hundimiento y la sedimentación están aproximadamente equilibrados (1).

(1) Barrell, J.: "Recognition of Ancient Delta Deposits". Bull. Geol. Soc. Amér., Vol. 23 (1912), p. 392.

**NOTA DE LA DIRECCION**—Damos extraordinaria importancia a los dos escritos anteriores, que hemos reproducido de los "Proceedings of the Academy of Natural Sciences" de Filadelfia (volumen LXXXVII—1935—Págs. 7 y 21), porque en ellos se estudian desde puntos de vista enteramente nuevos, varios aspectos fundamentales de la Geología del Valle del Magdalena. Este valle, que los geólogos americanos han dividido convencionalmente en tres partes: Bajo, Medio y Alto Magdalena, representa, desde el punto de vista de la explotación del petróleo en el centro del país, una región geológica de altísimo interés. Pero es en el Magdalena Medio en donde únicamente existen hasta ahora, industrias extractivas de carácter real y efectivo, y así es allí donde los estudios geológicos se han perfeccionado por la perforación de numerosos pozos, que han servido para prospectar los yacimientos petrolíferos o directamente para la explotación industrial.

Natural es que con estos nuevos elementos de conocimiento, que han permitido en lo que respecta a la fauna fósil de la región explotada por la Tropical Oil Co., llegar a trabajos tan importantes como el de los Sres. Pilsbry y Olsson copiado atrás, natural es, repetimos, que se intente ahora establecer una correlación entre las clasificaciones de las formaciones terciarias de las dos Secciones del valle (Alto y Medio Magdalena), teniendo en cuenta que las de la primera (Alto Magdalena) se establecieron de tiempo atrás por los geólogos alemanes que ya hablaron de los pisos de Villeta, de Guaduas y de Barzalosa.

Esta correspondencia o correlación parece que está ya aceptada por el Prof. Víctor Oppenheim en su estudio: "Geología de la Cordillera Oriental, entre los Llanos y el Magdalena", que vio la luz en el N.º 14 de esta Revista.

Las deducciones sacadas por el Señor O. C. Wheeler, en el estudio anterior, son de la mayor importancia, y modifican muchos de los conceptos que se han tenido hasta ahora respecto de la formación geológica del valle del Magdalena. Y como tal estudio se basa sobre trabajos de geólogos de la "Tropical Oil Co.", es natural que demos público testimonio del agradecimiento que debe guardar la Ciencia colombiana para con dicha Compañía, que en esa forma se ha asociado a la obra magna y laboriosa del conocimiento geológico de nuestro suelo, obra en la cual han trabajado muchos estudiosos, nacionales y extranjeros, y que debe ser coronada con el concurso de todos.

No se conocen depósitos característicos de los deltas, y que provengan de la Cordillera Central. Esto puede tener por causa la ocultación por superposición, puesto que se ha demostrado que los más antiguos depósitos terciarios que afloran al oeste del río Magdalena pertenecen al Mioceno. Indudablemente, ello obedece en parte esencial al bajo nivel y a la mayor resistencia de las rocas de la Cordillera Central y al hecho de que la mayor parte del drenaje de las montañas centrales se condujo hacia la cuenca del actual valle del Cauca.

## - NOTAS -

### SECCION INFORMATIVA

#### TRABAJOS QUE NO HA SIDO POSIBLE PUBLICAR POR FALTA DE ESPACIO

Muchísimas personas interesadas por esta Revista o conectadas con la Academia, y que han querido colaborar en la obra que adelantamos con tantas dificultades y tropiezos, han enviado muy interesantes trabajos para su publicación. Estos trabajos reposan en nuestro Archivo sin poder darles cabida por falta de espacio. Necesario es, pues, hacer una lista de ellos para que nuestros lectores vean cuán extensa y variada es la colaboración de que disponemos, y para que los interesados sepan que no los hemos echado en olvido y que no es por culpa nuestra el que aún no hayan ilustrado nuestras páginas con sus producciones. La lista a que nos referimos es la siguiente:

- Dr. Rodrigo Noguera:** Julio Garavito A. y el postulado de Euclides.
- Dr. Rodrigo Noguera:** Una representación genética y numérica de los números racionales.
- Dr. Rodrigo Noguera:** Una nueva solución de la ecuación cúbica.
- Prof. N. Cordilha (Brasil):** Curiosidades numéricas. Triangulares e duplos de triangulares.
- Ing. Isidoro Ramos (México):** Por qué algunas estrellas son variables.
- Dr. Mario Andrade V.:** Aberraciones longitudinal y transversal de los espejos esféricos.
- Prof. Francisco A. Weil (Venezuela):** Hacia una nueva Ciencia natural e intuitiva.
- Prof. Francisco A. Weil (Venezuela):** Matemática y realidad.
- Dr. Alberto Borda Tanco:** Principios fundamentales de la Termodinámica.
- R. P. Simón Sarasola, S. J.:** Los huracanes de las Antillas.
- Ing. Alberto Guzmán Durán:** Apuntamientos sobre terremotos y temblores. Sus causas y sus efectos.
- Dr. Ricardo Lleras Codazzi:** Composición de los silicatos naturales.
- Sr. Plácido Jordán (Cuba):** Hipótesis sobre la expansión del universo.
- Prof. Víctor Oppenheim:** Reconocimiento geológico del Páramo de Sumapaz.
- Prof. Edgar C. Thrupp (Columbia Británica):** A general note on earthquakes.
- Prof. José Royo y Gómez:** El territorio de Manizales y la estabilidad de su suelo.
- Lic. Gabriel Anzola Gómez:** Notas al margen del estudio: "Del influjo del clima en los seres organizados" de Francisco José de Caldas.
- Sr. Libardo López Restrepo:** Contribución al estudio del tabaco.
- Hno. Apolinar María, EE. CC.:** Sobre Piéridos colombianos.
- Sr. José Solís Moncada:** Microfitología.
- Hno. Nicéforo María, EE. CC.:** Los ofidios de Colombia.
- Prof. E. W. Brandes (EE. UU.):** Notas sobre la caña de azúcar.
- Prof. Paul Epple (Suiza):** La biología de la *Apis mellifica*.
- Dr. Armando Dugand G.:** Geobotánica.
- Phro. Francisco A. Piedrahíta P.:** Disertación sobre Zoología-Malacología.
- Prof. Paul Engel:** Nuevos aspectos de la función de la glándula pineal.
- Hno. Daniel, EE. CC.:** Los géneros *Dryopteris*, *Blechnum* y *Asplenium* en algunas colecciones.
- Prof. E. P. Killip (EE. UU.):** Some american plants used as fish poisons.
- Prof. Carlos de Paula Couto (Brasil):** Os *Orycteropus* e os *Manideos* na Systemática. Os *Marsupiais* fósseis do Brasil. Os *Prototerianos*, os mais primitivos dos mamíferos atuais.
- Prof. Walter Spalding (Brasil):** De Paleontología.
- Dr. Jorge Buendía N.:** La industria de las quininas en La Cruz (Nariño).
- Dr. Juan de Dios Carrasquilla L.:** Datos para la aclimatación de la arracacha en Europa.
- Prof. Curt Spiero:** Vitaminas—Hormonas—Metales y albúminas extraños.
- Prof. Henry W. Fowler:** Lista de peces colombianos.
- Dr. Luis Cuervo Márquez:** Arqueología Agustiniana.
- Sr. Alberto F. Pimienta L.:** Luz y Eter. Traducción de parte de la obra "Biología matemática" del Prof. V. A. Kostitzin. (Evolución).

**Prof. José Royo y Gómez:** Un año de trabajos en el Laboratorio y en el Museo de Geología del Ministerio de Minas y Petróleos.

**Dr. Sergio Elías Ortiz:** Lingüística colombiana.

**Prof. Juan Bloch:** ¿Puede el hombre transformar el clima?

**Sr. Carlos J. Carreño:** Breves anotaciones sobre Antropología.

**Ing. Rafael A. Toro:** Investigaciones científicas en Fitopatología.

**Dott. Ing. Gaetano Ivaldi (Italia):** Sulla distinzione fra masa e energia.

**Dott. Ing. Gaetano Ivaldi (Italia):** Sulla verita considerata come relativa al casi che si presentano o considerano, invece che assoluta.

**Phro. Guillermo D. Gómez:** Flora caucana.

Algunos de estos trabajos están ya levantados y listos para entrar en composición de páginas y pliegos, otros tienen listas las ilustraciones con que deberán acompañarse, y los más, aun cuando no se han levantado, se encuentran debidamente corregidos para ir al linotipo o a las cajas. Entre ellos hay colaboraciones de singular importancia y que hacen honor a sus autores. Así resulta que para nosotros ha sido sumamente desagradable el que no teniendo razones para archivarlos nos hayamos visto obligados a presentar, en cada caso, expedientes dilatorios para explicar su no publicación, y esto con detrimento de la Revista de la Academia que así ve menguada su labor de propaganda y de estímulo.

Ahora, es claro que en esta situación contradictoria y difícil, no nos cabe responsabilidad de ninguna especie, porque muchas veces hemos insinuado respetuosamente al Ministerio de Educación Nacional que en lugar de mermar cada día más el número de páginas de nuestra publicación, cada día más el número de páginas de nuestra publicación, menester fuera aumentarlo para dar cabida al enorme acervo de material que aparece en la lista copiada atrás y que cada día crece, a medida que el estímulo creado por esta misma Revista, acrecienta la producción, fomentando el estudio.

Cuando íbamos en el N.º 6 hicimos notar al Ministerio que ya se necesitaban 5 números por año, de 200 páginas, por lo menos, cada uno. Y entonces dimos las razones para ello y exhibimos el material de que disponíamos, prospectando su desarrollo futuro. Pero, ¿qué sucedió entonces? Precisamente lo contrario de lo que esperábamos; pues ese Despacho, a cargo entonces del Dr. Alfonso Araújo, dejó entrever la posibilidad de la suspensión de la Revista, y ordenó la reducción de ella a 3 números por año, de 144 páginas cada uno.

Posteriormente, por causa de las economías decretadas por ese Despacho, nos hemos visto obligados a contentarnos con un minimum de páginas que alcanza sólo hasta 96 páginas por número. Esta es la razón por qué este número doble sólo consta de 192, cuando debiera constar de 288 páginas. ¿Cómo pudiera, pues, haberse evitado la congestión de trabajos, de que es prueba clarísima la lista anterior? Nosotros mismos hemos sido víctimas de la forzosa reducción a que hacemos referencia, y por eso en la presente entrega hemos suprimido el Capítulo IV de nuestro trabajo: "Meteorología tropical", que no sabemos cuándo pueda terminarse.

Se nos dirá que siendo las cosas así constituye un derecho imperdonable de espacio la inserción en las entregas de la Revista, de porción importante de las cartas de elogio y adhesión que nos llegan de todas partes.

Como esta observación merece respuesta aparte, repitiendo algo de lo dicho en otras ocasiones, remitimos al lector a la Nota respectiva (p. 427).

Por ahora presentamos excusas a los distinguidos y generosos colaboradores que nos han honrado con su producción científica, por la demora, enteramente involuntaria, en que hemos incurrido al aplazar la publicación de sus escritos para épocas mejores.

\* \* \*

#### LA OBRA CIENTIFICA DE LLERAS CODAZZI

En el presente número se termina un escrito muy heterogéneo y variado que este ilustre Profesor elaboró en sus últimos años con el propósito, como él mismo lo dice, de dar de su obra una exposición de conjunto y de rectificar algunos conceptos suyos que creyó dignos de modificación y de enmienda en vista de recientes adelantos conceptuales y de estudios geológicos en Colombia, y dada la experiencia y el mejor conocimiento del territorio patrio que fue adquiriendo con el correr del tiempo. Pero, naturalmente, el escrito a que nos referimos no cubre la obra extensa y documentada del Dr. Lleras Codazzi