

de toda la región. "Sin duda alguna, dice, se trata de una sucesión de civilizaciones que, a consecuencia de conquistas, emigraciones o relaciones comerciales abrazaron un vasto territorio de clima templado" (1).

El señor Walde Waldegg estuvo primero en San Agustín en 1932, y volvió en año posterior. Dice que extrajo de sus excavaciones 142 estatuas (?). Creyó, además, encontrar signos de una especie de calendario en ciertas rayas trazadas en una piedra, cosa para lo cual se necesita, ciertamente, muy buena voluntad. En sus excavaciones en La Mesa puso a descubierto una estatua de mujer con un niño. Y allí fue donde encontró las líneas que tomó por caracteres e informaciones astronómicas (2).

(1) "L'Illustration"—París, 23 de octubre de 1937.

(2) The National Geographic Magazine—Mayo de 1940—Washington, D. C.

Como Agente del Gobierno de Colombia, el Dr. G. Hernández de Alba ha estado en San Agustín y ha hecho valiosas adquisiciones para el estudio de la Arqueología agustiniana y ha organizado el control oficial sobre esos monumentos. Sus observaciones sobre sepulcros en Tierra-Adentro son, asimismo, muy notables. Con el Prof. Pérez de Barradas puso a descubierto las necrópolis de Inzá y San Andrés, siendo éste uno de los más importantes hallazgos verificados en toda la región arqueológica. El Doctor Sánchez, encargado del Museo Arqueológico, organiza actualmente el parque de San Agustín, recoge y exhibe, bajo el cuidado del Inspector señor Luis Jiménez, los elementos que se hallan dispersos en diferentes lugares, y que no se han podido conservar en su lugar de origen.

GEOLOGIA DE LA CORDILLERA ORIENTAL, ENTRE LOS LLANOS Y EL MAGDALENA

VICTOR OPPENHEIM

Ex-Geólogo del Ministerio de Minas y Petróleos—Bogotá
Geólogo, ad-honorem, del Gobierno del Ecuador

INTRODUCCION

El estudio geológico de la región comprendida entre los Llanos y el Valle del Magdalena, fue hecho para el Ministerio de Minas y Petróleos en los meses de marzo, abril y mayo de 1940, siguiendo el itinerario de Villavicencio, San Martín, Uribe, Colombia, Baraya y Neiva.

De Neiva el recorrido se hizo a lo largo del valle del Alto Magdalena, hasta la región de San Agustín.

El recorrido, que tenía principalmente por objeto el estudio geológico regional, con cortes y columnas geológicas correspondientes de la propia Cordillera Oriental, se realizó así ampliamente.

Los levantamientos topográficos fueron hechos por el Dr. H. Nates, por métodos de reconocimiento, o sea con podómetro, a tiempo y rumbo, cinta métrica (entre Uribe y Colombia) y velocímetro en las carreteras recorridas.

Para la organización del mapa geológico los recorridos se relacionaron con puntos astronómicos en el valle del Río Güejar, en Uribe, Colombia y Neiva.

La colección de muestras de rocas y fósiles de la región recorrida se dejó a cargo de dicho Ministerio.

Las condiciones geológicas de la región estudiada están ampliamente presentadas en el mapa, en los cortes geológicos y en las columnas estratigráficas correlativas que forman la principal parte de este estudio.

FISIOGRAFIA

Borde de los Llanos.—La región entre Villavicencio y San Martín representa una típica topografía de los Llanos. Planicies extensas que tienen una elevación media de 300 a 400 metros sobre el nivel del mar, se elevan paulatinamente hacia el oeste y hasta el pie de la cordillera que domina el borde de los Llanos con cadenas elevadas hasta 4.000 y más metros. La hidrografía representa una red de cursos de ríos principales, con sus afluentes, que al bajar de la cordillera por cauces encañonados, se explayan y asumen rumbos inciertos y caprichosos en las partes más bajas de la región, en donde frecuentemente se unen inundando en épocas de lluvias extensos territorios.

Al suroeste del río Ariari la planicie de los Llanos se eleva abruptamente en el valle del río Güejar, donde está dominada por el antiguo macizo de Macarena, de unos 1.200 metros de elevación. Al

oeste de Macarena los Llanos continúan como una planicie de altura uniforme hasta el alto valle del río Papamene. De este modo el macizo de Macarena representa un elemento fisiográfico muy significativo en la topografía de esta parte del borde de los Llanos. A pesar de su cercanía a la cordillera, el macizo es un elemento extraño a la morfología de la región; lo que tiene su explicación geológica.

Los principales sistemas fluviales que cortan la región del borde llanero son los ríos Blanco y Negro que forman el Meta, el río Guayuriba, el río Ariari con sus cabeceras en el macizo de Sumapaz, el río Güejar y el río Guayabero.

Las condiciones climáticas del borde de los Llanos son favorables a la agricultura y colonización. El clima más bien suave, del borde de la cordillera, se torna gradualmente en más cálido hacia el oriente; con todo, la abundancia de ríos mantiene el clima bastante húmedo, aún en épocas secas. Esta bondad del clima y el amplio volumen de precipitaciones son debidos esencialmente al efecto regulador que ejerce la Cordillera de los Andes sobre toda esta parte septentrional del Continente y, particularmente, sobre los Llanos de Colombia y de Venezuela.

La única vía de comunicación entre Villavicencio y Uribe, pasa por el borde de los Llanos, bastante cerca del pie de la cordillera. En parte este trayecto puede ser recorrido en automóvil. La región está escasamente poblada y la ocupación de los habitantes consiste especialmente en las faenas de agricultura y ganadería.

Cordillera Oriental.—La parte de la Cordillera Oriental atravesada, entre Uribe y Colombia, parece ser la zona menos elevada de toda la Cordillera Oriental, puesto que el paso más alto en el páramo "Rucio" apenas alcanza a unos 2.100 metros de elevación.

Al norte de esta región se eleva el macizo de Sumapaz, y hacia el sur la cordillera se estrecha y sigue elevándose hasta su unión con la Cordillera Central. Los ríos de la cordillera van encañonados: unos como el Río Tigre con sus tributarios, corren hacia los Llanos, mientras que otros, como el Río Ambicá-Cabrera, corren hacia la cuenca del Magdalena.

El clima de la parte elevada de la cordillera, húmedo y templado, se torna en seco y cálido al bajar al valle del río Cabrera, en la región de Colombia.

Esta región, antiguamente próspera por la explotación de la quina y el caucho, está actualmente poco habitada, a no ser en las principales poblaciones, como Uribe y Colombia.

Alto valle del río Magdalena.—Las Cordilleras Central y Oriental se acercan gradualmente y el valle se estrecha hacia el sur. Así la distancia entre las dos cordilleras en la región de Neiva, es de unos 30 kilómetros, reduciéndose a menos todavía, al sur de Altamira. También el propio río Magdalena se reduce de su curso caudaloso a un río torrencial y encajonado ya, cerca de San Agustín.

La fisiografía de esta parte alta del valle refleja muy claramente las condiciones, tanto geológicas como las tectónicas.

El clima bastante seco y cálido en la zona de Neiva, gradualmente se torna en más templado y húmedo, tanto hacia el curso superior del río en dirección sur, como en las cordilleras al oeste y este.

La región tiene muchas vías de comunicación, además de las carreteras principales.

ESTRATIGRAFIA

Las columnas geológicas que se observan en los gráficos de las planchas demuestran las condiciones estratigráficas de las tres regiones en cuestión: Borde de los Llanos, Cordillera Oriental y el valle del río Magdalena.

Una breve descripción de las condiciones generales estratigráficas y geológicas puede resumirse aquí, en esta forma:

Cámbrico a Pre-Cámbrico.—Las rocas más antiguas de la Cordillera Oriental y que forman el núcleo profundo de esa cordillera son granitos, granodioritos y otras rocas plutónicas o antiguas metamórficas, gneiss, micaesquistos, filitas, etc.

Estas rocas aparecen en los altos cursos de los ríos que bajan a los Llanos y al valle del Magdalena, cortando los flancos de la cordillera. Así éstas se encuentran en los altos ríos Guayuribe, Ariari, Duda y otros.

Parece difícil definir con precisión la edad de este complejo de rocas, pero a pesar de la afirmación de Grosse que son de edad arcaica, el autor opina más bien que la edad de estas rocas es mucho más reciente, o sea que son de la época Cámbrica o pre-Cámbrica. Rocas propiamente Arcaicas, en opinión del autor, no afloran en la Cordillera Oriental.

Esquistos metamórficos, denominados por Hettner: "estratos de Quetame" y que consisten esencialmente en esquistos de color gris verdoso, filitas cuarcíticas con intercalaciones de cuarcitas blancas y verdosas de grano grueso, afloran a lo largo del borde oriental de la Cordillera. Su edad puede presumirse como cámbrica, por falta de evidencias más concluyentes.

Excelentes afloramientos de estos estratos aparecen en Quetame y Buenavista, en el camino a Villavicencio.

Los mismos estratos con abundantes vetas de cuarzo también ocurren entre los ríos Papamene y Ti-

gre, formando la continuación meridional de la misma faja metamórfica.

Paleozoico.—Sedimentos paleozoicos fosilíferos se conocen actualmente en varias partes del borde este de la Cordillera Oriental y fueron descritos por Scheibe y otros en la región de Gachalá; son bien conocidos en la región de Buenavista, en el camino de Villavicencio, y existen también hacia el sur en una extensa faja al pie de la cordillera, a juzgar por los bloques y cascajos acarreados por los ríos que desembocan a los Llanos.

También se han encontrado sedimentos paleozoicos fosilíferos en el macizo de Macarena, cortado por el valle del río Güejar.

Ordoviciano.—En el valle profundo del río Güejar se han encontrado graptolites en los esquistos negros, basales de la formación que puede ser denominada: "Serie Güejar". Con todo, faltan estudios más detallados de esta ocurrencia.

Devoniano.—A esta edad pueden atribuirse los esquistos semi-metamórficos rojos muy conspicuos que aparecen subyacentes a los esquistos negros del Carbonífero superior. El contacto, aunque incierto, aparece discordante. Los esquistos rojos típicos aparecen bien expuestos en Pipiral.

Impresiones de plantas que pueden ser devónicas, se hallaron en estos esquistos, cuya edad, con todo, no ha sido aún definitivamente fijada.

Carbonífero.—Estratos de esta edad aparecen en afloramientos característicos como esquistos negros muy duros. Estos esquistos, algo filíticos, con capas calcáreas, contienen una rica fauna de *Productus*, *Spirifer*, *Gasterópodos*, *Grinoideas*, etc.

Las colecciones formadas por Stutzer y Scheibe y clasificadas por Gerth, contenían la siguiente fauna: *Productus semi-reticulatus* Mart; *Spirifer cf. tirigonalis* Mart; *Spirifer Cameratus* Mart; *Derbya Buchi d'Orb.* etc. Las plantas fósiles encontradas en los mismos estratos del Carbonífero superior contienen especies de *Cordaites*, *Calamites*, etc.

Resumiendo los conocimientos actuales sobre las ocurrencias de sedimentos paleozoicos en la Cordillera Oriental, debemos también citar las valiosas colecciones de una fauna devónica descrita por Caster, de la zona de la Floresta, en el camino de Santa Rosa a Corrales, en Boyacá.

Jurásico-Cretáceo.—En el borde occidental de la Cordillera Oriental aparecen sobrepuestas a las rocas metamórficas del basamento capas intensamente perturbadas de conglomerados y areniscas rojo-violeta de elementos gruesos constituidos de rocas metamórficas e ígneas, ácidas y básicas.

Encima de las capas conglomeráticas siguen esquistos rojos con calizas dolomíticas y areniscas gruesas. Estas rocas aparecen en las cabeceras de varias quebradas de la Cordillera Oriental. No nos fue posible medir su espesor, como tampoco observar el contacto con las areniscas cretáceas sobrepuestas.

En el corte geológico general, que acompaña a este estudio, las capas rojas conglomeráticas junto con la parte basal del Cretáceo Inferior, están re-

presentadas con el mismo color, como "Cretáceo-Jurásico"?

Se puede estimar que el espesor de estas capas varía entre 50 a 300 metros, con muchas lagunas locales donde esta formación fue erosionada o no depositada. Este último caso: de falta completa de Jurásico, parece característico de la región de Cáqueza-Villavicencio; pero a juzgar por los bloques rodados en las quebradas, el Jurásico aparece más al sur, al pie de la cordillera, entre San Martín y Uribe.

Con todo, esta formación en dicha parte sur de la cordillera, está poco desarrollada, estableciendo comparación con los sedimentos aparentemente congeneres que ocurren en las regiones del norte de la cordillera y en la frontera con Venezuela, como se expuso anteriormente en otro trabajo del autor (*).

Cretáceo inferior.—A las areniscas y conglomerados de lo que puede ser Cretáceo inferior o Jurásico, siguen en la Cordillera Oriental capas de esquistos grises a negros que alternan con areniscas claras de grano grueso, con interposiciones de capas con restos vegetales y láminas de carbón duro brillante, juntas con esquistos algo bituminosos.

Esta formación se caracteriza por capas de calizas fosilíferas abundantes en *Ostreas*, *Trigonias* y *Exogyras*. En la cordillera esta formación alcanza un espesor de 300 a 350 metros y en el borde de la Cordillera lindando con los Llanos, hacia el norte, probablemente llegará a más de 500 metros de espesor. Sin duda se trata de un equivalente de la serie de Villeta, o sea de capas de Cretáceo inferior al medio. La predominancia de elementos arenosos sobre calcáreas en esta formación, comparada con la de Villeta, indicaría facies de deposición en aguas menos profundas.

El macizo de Macarena, al este de los Andes, parece no tener estos sedimentos en forma completa, lo que indica que el macizo era región elevada al tiempo de la sedimentación en el mar del Cretáceo inferior que lo cercaba al oeste y al norte, así como posiblemente al este y al sur.

En el lado oriental de la cuenca del Magdalena, al este de Neiva, esta formación tampoco ha sido observada, a pesar de que existe más hacia el sur y norte de la sección. Indudablemente existe en el lado occidental de la cuenca, al pie de la Cordillera Central.

Cretáceo medio-superior.—Esta formación, equivalente a la serie de Guadalupe, se encuentra bien desarrollada en las cordilleras, tanto del lado de los Llanos como del lado del Magdalena. Se sobrepone concordantemente sobre el Cretáceo inferior en transgresión sobre capas inferiores, en el macizo de Macarena y al este de la cuenca del Magdalena.

En el trayecto entre Neiva y Colombia consiste de areniscas blancas amarillentas, algo calcáreas (margas), con capas de liditas (chert) gris-claras y

(*) V. Oppenheim: "Jurassic-Cretaceous (Giron) beds in Colombia & Venezuela". Bull. Am. Assoc. Petroleum Geologists. Vol. 24, Nº 9, Sept. 1940.

esquistos grises-suaves, con liditas. Esta formación, particularmente típica por las liditas, alcanza unos 200 metros en el valle del Magdalena, al este de Neiva, pero llega a más de 300 metros en la propia cordillera y al borde de los Llanos.

Yaciendo discordantemente sobre los esquistos eopaleozoicos, en el valle del río Güejar, donde éste corta al macizo de Macarena, esta formación aparece en capas potentes de areniscas blanco-grisáceas de grano grueso, algo conglomeráticas en la parte alta y arcillosas en el medio. En otras partes estas areniscas también asumen color verdusco; su espesor en algunas partes es de unos 200 metros apenas.

Toda la parte superior de la formación está caracterizada por capas de areniscas conglomeráticas que se componen de cascajo de cuarzo blanco bien redondeado. Con todo, es posible que este elemento conglomerático en contacto con el Terciario inferior, concordantemente sobrepuesto, pueda pertenecer a las capas eocénicas.

Las liditas y esquistos de la formación abundan en foraminíferas, restos de peces, y otros fósiles. En la equivalencia geológica europea, la edad de esta formación puede colocarse entre el Cenomaniano-Turoniano o Senoniano.

Terciario inferior.—Sobrepuestas, concordantemente a las capas conglomeráticas del Cretáceo superior, siguen arcillas pardas y grises y areniscas suaves de grano medio. Esta formación del Eoceno equivale a la serie de Guaduas de las regiones del norte de la cordillera.

Al pie de la cordillera, así como en el macizo de Macarena, en la parte inferior de la formación, se observaron una o dos capas de calizas oscuras, así como abundantes restos vegetales de Dicotiledóneas. Láminas delgadas de carbón son comunes tanto entre las areniscas como en las arcillas.

En la propia cordillera, así como en su flanco occidental, las capas de calizas no fueron observadas en la base de la formación, lo que nos hace pensar que son características solamente para el flanco oriental de la Cordillera. En su parte superior la formación contiene una serie de capas de areniscas de color gris claro, pardas, de grano fino, muy potentes, intercaladas con arcillas y esquistos rojos que llegan al color del chocolate.

Localmente las areniscas son algo micáceas.

El conjunto de la formación es más bien poco resistente, considerando particularmente las formaciones duras entre las cuales se interponen estas capas eocénicas.

El espesor de la formación es muy variable; así en el borde de los Llanos puede variar entre 500 y 800 metros; en el macizo de Macarena alcanza a unos 180 metros; en la propia cordillera a unos 800 metros y en el valle del Magdalena, en el lado oriental, en la región de Colombia, sobrepasa de los 500 metros.

A pesar de que no se encontraron fósiles en esta formación durante nuestro rápido viaje, tuvimos noticias de la existencia de una fauna típica de es-

presentadas con el mismo color, como "Cretáceo-Jurásico"?

Se puede estimar que el espesor de estas capas varía entre 50 a 300 metros, con muchas lagunas locales donde esta formación fue erosionada o no depositada. Este último caso: de falta completa de Jurásico, parece característico de la región de Cáqueza-Villavicencio; pero a juzgar por los bloques rodados en las quebradas, el Jurásico aparece más al sur, al pie de la cordillera, entre San Martín y Uribe.

Con todo, esta formación en dicha parte sur de la cordillera, está poco desarrollada, estableciendo comparación con los sedimentos aparentemente congéneres que ocurren en las regiones del norte de la cordillera y en la frontera con Venezuela, como se expuso anteriormente en otro trabajo del autor (*).

Cretáceo inferior.—A las areniscas y conglomerados de lo que puede ser Cretáceo inferior o Jurásico, siguen en la Cordillera Oriental capas de esquistos grises a negros que alternan con areniscas claras de grano grueso, con interposiciones de capas con restos vegetales y láminas de carbón duro brillante, juntas con esquistos algo bituminosos.

Esta formación se caracteriza por capas de calizas fosilíferas abundantes en Ostreas, Trigonias y Exogyras. En la cordillera esta formación alcanzaría un espesor de 300 a 350 metros y en el borde de la Cordillera lindando con los Llanos, hacia el norte, probablemente llegará a más de 500 metros de espesor. Sin duda se trata de un equivalente de la serie de Villeta, o sea de capas de Cretáceo inferior al medio. Las predominancia de elementos arenosos sobre calcáreas en esta formación, comparada con la de Villeta, indicaría facies de deposición en aguas menos profundas.

El macizo de Macarena, al este de los Andes, parece no tener estos sedimentos en forma completa, lo que indica que el macizo era región elevada al tiempo de la sedimentación en el mar del Cretáceo inferior que lo cercaba al oeste y al norte, así como posiblemente al este y al sur.

En el lado oriental de la cuenca del Magdalena, al este de Neiva, esta formación tampoco ha sido observada, a pesar de que existe más hacia el sur y norte de la sección. Indudablemente existe en el lado occidental de la cuenca, al pie de la Cordillera Central.

Cretáceo medio-superior.—Esta formación, equivalente a la serie de Guadalupe, se encuentra bien desarrollada en las cordilleras, tanto del lado de los Llanos como del lado del Magdalena. Se sobrepone concordantemente sobre el Cretáceo inferior en transgresión sobre capas inferiores, en el macizo de Macarena y al este de la cuenca del Magdalena.

En el trayecto entre Neiva y Colombia consiste de areniscas blancas amarillentas, algo calcáreas (margas), con capas de liditas (chert) gris-claras y

esquistos grises-suaves, con liditas. Esta formación, particularmente típica por las liditas, alcanza unos 200 metros en el valle del Magdalena, al este de Neiva, pero llega a más de 300 metros en la propia cordillera y al borde de los Llanos.

Yaciendo discordantemente sobre los esquistos eopaleozoicos, en el valle del río Güejar, donde éste corta al macizo de Macarena, esta formación aparece en capas potentes de areniscas blanco-grisáceas de grano grueso, algo conglomeráticas en la parte alta y arcillosas en el medio. En otras partes estas areniscas también asumen color verdusco; su espesor en algunas partes es de unos 200 metros apenas.

Toda la parte superior de la formación está caracterizada por capas de areniscas conglomeráticas que se componen de cascajo de cuarzo blanco bien redondeado. Con todo, es posible que este elemento conglomerático en contacto con el Terciario inferior, concordantemente sobrepuesto, pueda pertenecer a las capas eocénicas.

Las liditas y esquistos de la formación abundan en foraminíferas, restos de peces, y otros fósiles. En la equivalencia geológica europea, la edad de esta formación puede colocarse entre el Cenomaniano-Turoniano o Senoniano.

Terciario inferior.—Sobrepuestas, concordantemente a las capas conglomeráticas del Cretáceo superior, siguen arcillas pardas y grises y areniscas suaves de grano medio. Esta formación del Eoceno equivale a la serie de Guaduas de las regiones del norte de la cordillera.

Al pie de la cordillera, así como en el macizo de Macarena, en la parte inferior de la formación, se observaron una o dos capas de calizas oscuras, así como abundantes restos vegetales de Dicotiledóneas. Láminas delgadas de carbón son comunes tanto entre las areniscas como en las arcillas.

En la propia cordillera, así como en su flanco occidental, las capas de calizas no fueron observadas en la base de la formación, lo que nos hace pensar que son características solamente para el flanco oriental de la Cordillera. En su parte superior la formación contiene una serie de capas de areniscas de color gris claro, pardas, de grano fino, muy potentes, intercaladas con arcillas y esquistos rojos que llegan al color del chocolate.

Localmente las areniscas son algo micáceas.

El conjunto de la formación es más bien poco resistente, considerando particularmente las formaciones duras entre las cuales se interponen estas capas eocénicas.

El espesor de la formación es muy variable; así en el borde de los Llanos puede variar entre 500 y 800 metros; en el macizo de Macarena alcanza a unos 180 metros; en la propia cordillera a unos 800 metros y en el valle del Magdalena, en el lado oriental, en la región de Colombia, sobrepasa de los 500 metros.

A pesar de que no se encontraron fósiles en esta formación durante nuestro rápido viaje, tuvimos noticias de la existencia de una fauna típica de es-

(*) V. Oppenheim: "Jurassic-Cretaceous (Giron) beds in Colombia & Venezuela". Bull. Am. Assoc. Petroleum Geologists. Vol. 24, No 9, Sept. 1940.

tero en la parte inferior de ella. Tal fauna, estudiada por los geólogos de las compañías de petróleo, permite colocar esta formación en el Eoceno medio a inferior. Según las características litológicas locales, esta formación se presta bien a varias subdivisiones en facies que por lo pronto no trataremos en este estudio.

Terciario medio.—Sobrepuesta a las capas del Eoceno sigue en el valle del Magdalena una potente formación de areniscas con arcillas rojas y violetas interpuesta por numerosas capas de conglomerados de cascajos de cuarzo, lidita negra con elementos de rocas intrusivas.

En algunas partes el conglomerado es muy grueso, alcanzando los cascajos o cantos rodados hasta más de 15 centímetros de diámetro individual.

Los horizontes de cascajos son varios. Los elementos predominantes de la formación son arcillas y areniscas arcillosas, que varían en color entre rojo, violeta y rosado claro.

El espesor de esta formación alcanza, en el valle del Magdalena, a más de 2.500 metros, formando paredes conspicuas tanto a lo largo de la Cordillera Oriental como de la Central. En la propia Cordillera Oriental esta formación aparece al este del Páramo Rucio en capas de arcillas blancas abigarradas y rojas con intercalaciones de conglomerados de liditas negras y cuarzo blanco.

Al pie de la cordillera, del lado llanero, la formación consiste en una potente sucesión de areniscas blancas-pardas con arcillas rojas y abigarradas de color rojo verdoso. El espesor de la formación es allí de unos 2.000 metros.

En la región al este de Macarena, predominan en esta formación arcillas abigarradas de color rojo verdoso con areniscas verdes-claras de grano medio. Las capas parecen allí casi horizontales o con buzamientos muy débiles.

Indudablemente, tanto por su posición estratigráfica como por su composición, esta formación corresponde a la serie de Gualanday o Barzalosa descrita en las regiones más al norte. Por su edad la formación puede ser colocada entre el Oligoceno-Eoceno superior y el Mioceno inferior. Fósiles característicos no se encontraron en ella, a no ser algunos vestigios de vegetales e impresiones carbonosas.

Terciario superior.—En el valle del Magdalena las formaciones arriba descritas, están cubiertas transgresivamente por capas poderosas de areniscas de grano grueso, poco consolidadas, conglomeráticas con arcillas rojas y verdosas-grises, intercaladas por fuertes capas de cascajos conglomeráticos de elementos gruesos consistentes en rocas andesíticas e ígneas. Capas tufíticas de color gris-verde son muy abundantes.

Según se sabe, en las capas arcillosas de la formación se encontraron maderas fósiles petrificadas, dientes y restos de vertebrados. Es esta la continuación de la serie de Honda, tan conocida en toda la parte media del valle del Magdalena. El espesor de esta formación es considerable, pero varía en dis-

tintas partes de la región. Por otra parte, como movimientos orogénicos tuvieron lugar durante la deposición de estos sedimentos, cuya edad puede ser estimada entre el Mioceno superior y el Plioceno, el espesor de aquéllos es muy variable; tienden a adelgazar en las cúspides de las estructuras y a aumentar en las depresiones.

El espesor de la formación en la región del valle del Magdalena alcanza de unos 1.500 a 2.000 metros. La formación puede ser subdividida en varios grupos según sus características litológicas; subdivisión ésta, no obstante, que dejaremos para estudios más detallados.

Pleistoceno a reciente.—Cascajos de elementos grandes, areniscas turficas y arcillas ocupan transgresivamente las partes más bajas del valle del Magdalena, constituyendo depósitos equivalentes a la llamada formación de La Mesa, de edad aparentemente pleistocena. De una edad contemporánea pueden considerarse los sedimentos terrígenos, que forman altas mesetas disecadas por la erosión, en el valle del río Meta, al este de Puerto López.

En el pie de la cordillera, como en ésta propiamente, observamos sedimentos que pudieran ser contemporáneos a la citada formación de La Mesa.

A pesar de que no se encontraron fósiles en el valle del Magdalena ni en los Llanos, restos de vertebrados, así como de plantas, pueden hallarse en estas capas.

El ciclo erosivo que se inició al fin del Cuaternario formó considerables aglomeraciones de material de acarreo en los dos flancos de la cordillera, que aparecen como conos de deyección y mesas de aluviones de más de 100 metros de espesor, constituidas por bloques y cascajos de tamaño grande, heterogéneo, con arenas y arcillas poco consolidadas.

A la acumulación de este material indudablemente contribuyeron los depósitos de origen de abstracción glacial acarreados desde los altos páramos de la Cordillera Oriental.

TECTONICA

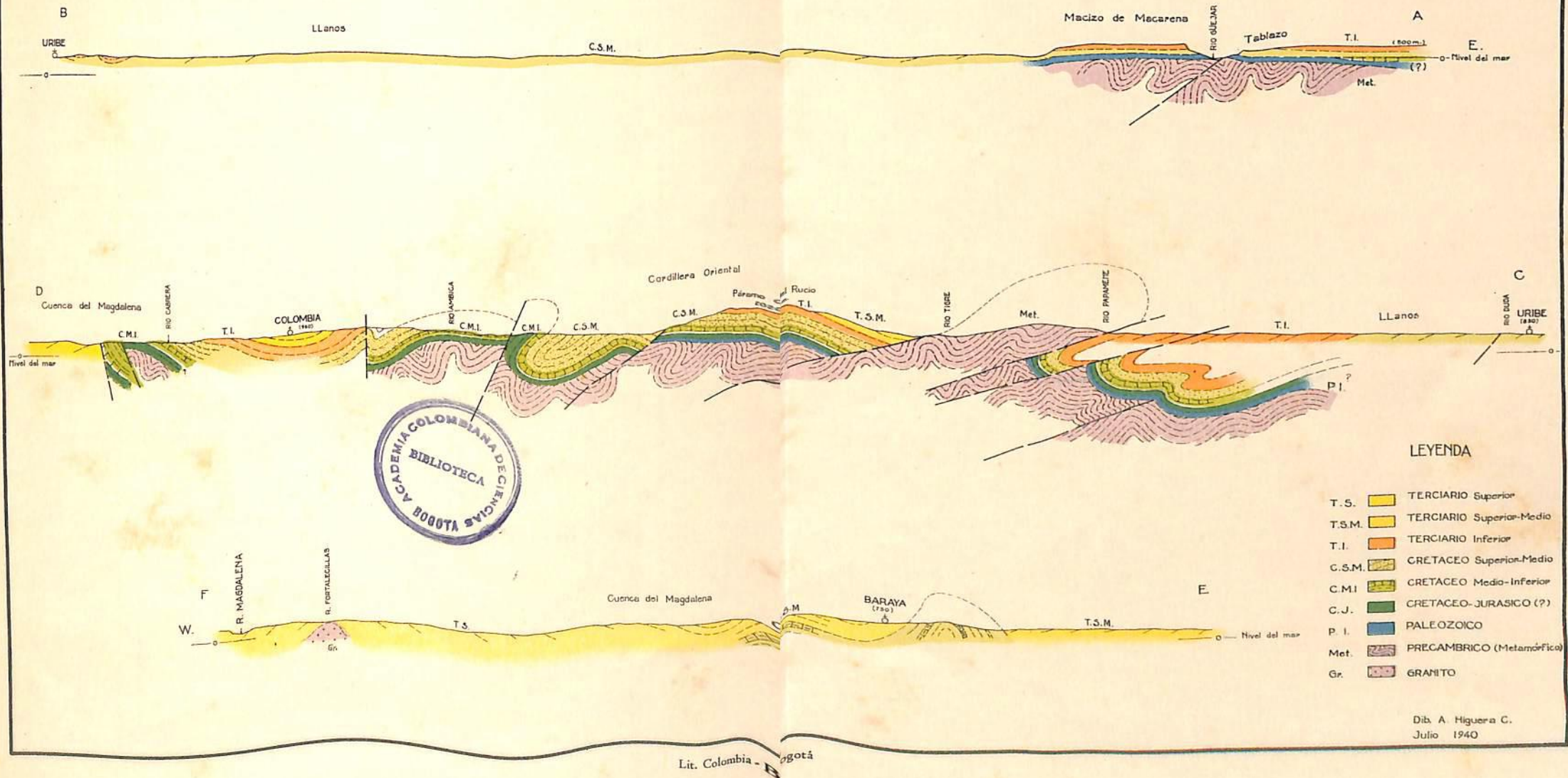
El corte geológico del sur de la Cordillera Oriental entre los Llanos y el Magdalena indica que dos tipos de fuerzas obraron en la conformación de la estructura de la cordillera. Esfuerzos verticales y tangenciales, resultan en dos tipos correspondientes de fallas: verticales y de sobreescurrecimiento.

Fallas de sobreescurrecimiento aparecen en el borde oriental de la cordillera y aparentemente representan la continuación de los extensos sobreescurrecimientos que se observan en la zona de Buenavista, en el camino de Bogotá a Villavicencio, así como la de las mismas fallas, pero aún más extensas, que son conocidas en las regiones más al norte del pie de la cordillera, al borde de los Llanos.

Las fallas de ángulo bajo gradualmente se hacen más verticales hacia el oeste, y en el flanco occidental de la cordillera aparecen algo recostadas hacia la cuenca del Magdalena. Esta disposición de las fallas, opuesta en los dos flancos de la cordillera,

CORTE GEOLOGICO GENERAL
DE LA
CORDILLERA ORIENTAL
ENTRE LOS LLANOS Y EL VALLE DEL MAGDALENA

POR VICTOR OPPENHEIM



LEYENDA

T.S.	TERCIARIO Superior
T.S.M.	TERCIARIO Superior-Medio
T.I.	TERCIARIO Inferior
C.S.M.	CRETACEO Superior-Medio
C.M.I.	CRETACEO Medio-Inferior
C.J.	CRETACEO-JURASICO (?)
P.I.	PALEOZOICO
Met.	PRECAMBRICO (Metamórfico)
Gr.	GRANITO

Dib. A. Higuera C.
Julio 1940

parece indicar que el empuje orogénico inicial partió de la parte central de lo que era geo-sinclinal de la Cordillera Oriental, ya que después de elevados, los bloques fueron empujados fuertemente hacia el este, formando las masas de sobreescurrecimiento del pie de la cordillera y más débilmente empujados hacia el oeste.

La mayor parte de las fallas observadas se extienden sensiblemente con rumbo de norte a sur. También existen fallas importantes transversales, en la parte de la cordillera estudiada y probablemente provienen tales fallas de la diferencia de tensión transversal existente entre bloques en el proceso de orogénesis.

El macizo de Macarena, al este de la Cordillera Oriental, aparentemente representa una unidad tectónica mucho más antigua que la Cordillera Oriental, y está atravesado por fallas verticales que pueden ser de origen anterior al plegamiento de la cordillera.

La tectónica de las capas más profundas en la región de los Llanos está completamente oscurecida por los sedimentos más modernos; pero con relativa seguridad se puede asumir la existencia de una serie de pliegues que bordea el pie de la cordillera a una cierta distancia y paralelamente a ésta.

Puede presumirse que el zócalo de los Llanos está fracturado, tanto en la faja que bordea la cordillera, como en la parte contrapuesta y que bordea el escudo de la Guayana.

La cuenca del Magdalena en su parte alta, visitada por el suscrito, está franjeada por fallas paralelas, tanto del lado de la Cordillera Oriental como de la Cordillera Central.

Las fuerzas tectónicas obraron en las dos cordilleras hacia la cuenca formando estructuras y fallas imbricadas hacia el valle. Varios pliegues anticlinales y sinclinales se observaron en la propia Cordillera Oriental, y pliegues suaves aparecen al oeste de Baraya, en estratos hasta del Terciario superior.

* * *

Corte A-B.—Este corte, entre el macizo de Macarena y Uribe, muestra las capas del Cretáceo superior transgresivamente sobrepuestas sobre el Ordoviciano que forma parte del antiguo macizo.

Los estratos cretáceos y terciarios están muy poco plegados y aparecen en grandes extensiones sensiblemente horizontales. El basamento parece encontrarse a profundidades relativamente pequeñas.

Corte C-D.—Este corte, entre Uribe y Colombia, muestra el grande sobreescurrecimiento del pie de la cordillera en el valle del río Papamene, con su desarrollo presumido en profundidad.

Una serie de fallas longitudinales con fuertes plegamientos expone los estratos del Cretáceo inferior hasta el Terciario superior.

Corte E-F.—Este corte, entre Colombia y Neiva, muestra las capas del Terciario superior y medio levemente plegadas, reposando transgresivamente sobre el Cretáceo superior, en la estructura anticli-

nal de Baraya. Al oeste de Baraya aparece un anticlinal en los estratos de Honda.

Estos últimos parecen estar sobrepuestos a intrusivas en el río Fortalecillas.

El extenso manto de depósitos y terrenos recientes que ocupan el propio valle del Magdalena, no está figurado en los cortes ni en el mapa geológico por no hacer parte de este estudio de la geología regional.

* * *

HISTORIA GEOLOGICA

La correlación entre varias cuencas sedimentarias de la región estudiada permite una tentativa de reconstrucción de las condiciones paleo-geográficas en el curso de su desarrollo desde los tiempos paleozoicos al Cuaternario. Esta interpretación no es definitiva; basada en los conocimientos geológicos actualmente fragmentarios, puede ser sujeta a alteraciones con el adelanto de investigaciones geológicas más detalladas en esta parte meridional de la Cordillera Oriental.

Cámbrico.—El actual borde de los Llanos y de la Cordillera Oriental presentaban una depresión geosinclinal que posiblemente se extendía desde el escudo de la Guayana al este. Entonces tuvo lugar la deposición de los sedimentos de Quetame, actualmente metamorfisados. Estos se extendían hacia la actual Cordillera Central, posiblemente ocupando la misma. Las vetas de cuarzo que atraviesan los estratos de Quetame pueden ser relacionados con el diastrofismo caledoniano.

Paleozoico.—Aparentemente cierto lapso de tiempo transcurrió entre la formación de los depósitos de Quetame y el Paleozoico identificable.

La mayor parte de la Cordillera Oriental y el borde de los Llanos aún aparecen como depresión marina; y actualmente se conocen los sedimentos semi-basiales fosilíferos del Paleozoico desde el Ordoviciano al Carbonífero en varias cuencas aisladas; parece probable que la depresión era continua.

A los fines del Paleozoico tuvo lugar la emergencia de la región y principió la denudación de los depósitos eo-paleozoicos. Esta denudación se inició en el Pérmico y continuó a través de todo el Eo-mesozoico.

Neo-mesozoico.—De la intensa abrasión durante el Liásico y Triásico subsistieron algunas fajas de sedimentos conglomeráticos que pueden colocarse en el Jurásico superior.

En el valle del Magdalena estos sedimentos conglomeráticos fueron penetrados por intrusiones ácidas que indican un período diastrófico que precedió el nuevo hundimiento de la región de la Cordillera Oriental. El proceso aparentemente no afectó al macizo de Macarena, que aún permaneció dominando la extensa depresión al oeste, hasta el Cretáceo superior.

En los principios del Cretáceo, tanto el borde de los Llanos como la Cordillera Oriental y gran parte del valle del Magdalena, presentan una extensa

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO
DE LA
CORDILLERA ORIENTAL
ENTRE LOS LLANOS Y EL MAGDALENA
(LORBE - NEZA)
POR
VICTOR OPPENHEIM



LEYENDA	
PERMIANO	(Neva)
TRIASICO	T.S. (Neiva)
	TH. (Santandery)
	TA. (Santandery)
CRETACEO	C.H.S. (Santandery)
	CI. (Neiva)
CRETACEO-JURASICO	C.J.
Dorsales	
PALEOZOICO	P.I. (Soria Sique)
	Caliche
	Pre-Cambriaco
	Capullo de...



cuenca marítima que se está paulatinamente rellenando con sedimentos semi-basiales al este y basiales al oeste. Hacia el fin del Cretáceo medio superior las cuencas se hallan grandemente rellenas por una potente sucesión de esquistos, calizas y areniscas cretácicas. En este período tienen lugar los movimientos orogénicos y la definitiva emersión de la Cordillera Oriental. Este ciclo formó los primeros pliegues de la actual cordillera.

Cenozoico.—En el Eoceno se depositan extensos mantos de sedimentos, de estuarios y lacustres, en sucesivas capas de arcillas y areniscas con abundantes restos vegetales y capas de carbón de Guaduas. Estos sedimentos son sucedidos en la actual cordillera por sedimentos más continentales y deltaicos del Terciario medio de Gualanday. En el valle del Magdalena estas capas exceden a 2.000 metros de espesor.

En el mismo período mioceno tuvo lugar el ciclo diastrófico andino y la formación de la actual Cordillera Oriental en su fase final. El ciclo aún subsistió en el Plioceno y tuvo sus manifestaciones esporádicas en el vulcanismo del Pleistoceno. Potentes depósitos con materiales cineríticos se forman entonces en el valle del Magdalena como formaciones de Honda y La Mesa que alcanzan notable espesor. Estas formaciones no encuentran en tal época más equivalentes directos en la propia Cordillera Oriental, ya que ésta atraviesa una fase de abrasión e intensa denudación. Con el material proveniente de este gran proceso de nivelación de la cordillera se rellenan tanto la cuenca del Magdalena como una ancha faja del borde de los Llanos. A través del Cuaternario, y en la actualidad, parece que aún siguen en la cordillera los paulatinos movimientos isostáticos ascendentes.

* * *

RECURSOS MINERALES

El reconocimiento geológico indicó la existencia en la región, de oro aluvional y posibles acumulaciones petrolíferas.

Oro.—Aluviones auríferos se encuentran en la cordillera y en algunos sitios son trabajados en varias quebradas que desembocan a los Llanos; entre los sitios principales se cuentan: el alto río Ariari con sus tributarios, el río Güejar, el río Duda, el río Papamene, el río Tigre y otros.

El oro aparece allí en granos más o menos finos y es producto de erosión y desintegración de vetas de cuarzo aurífero que atraviesan las rocas cámbricas y pre-cámbricas de la cordillera. El origen

de estas últimas puede ser tanto neumatolítico como hidrotermal. También algunas intrusiones podían haber contenido oro, separado, en el proceso de erosión, de la roca matriz.

Las ocurrencias y tenor de las arenas y cascajos auríferos parecen ser muy esporádicos y difíciles de evaluarse.

Petróleo.—Numerosas exudaciones de petróleo y afloramientos de asfalto y arenas asfálticas se observaron a lo largo del pie de la cordillera. Son particularmente conspicuas estas manifestaciones en el río Guayuriba, en el valle del río Ariari y en el río Güejar, al norte del macizo de Macarena.

Estas manifestaciones de petróleo están principalmente asociadas con los estratos del Cretáceo superior medio o su equivalente de la serie de Guadalupe, e indican posibilidades de almacenamiento de petróleo en cantidades explotables en las estructuras amplias y cerradas situadas más hacia el este del borde de los Llanos.

La roca matriz del petróleo de los Llanos parece ser indudablemente el Cretáceo medio-inferior, o sea el equivalente al de las calizas y esquistos de Villeta. A pesar de que esta formación no es visible en el contacto expuesto en el macizo de Macarena, su presencia se puede estimar como posible más al este, debajo de las capas de Guadalupe. Acumulaciones petrolíferas pueden existir en esta región del borde de los Llanos en los estratos tanto del Cretáceo superior-medio como en las areniscas sobrepuestas del Eoceno, siempre que las condiciones estructurales sean favorables y la columna estratigráfica completa.

Sin embargo, en la propia cordillera, donde las condiciones estratigráficas parecen más completas, la tectónica se presenta excesivamente accidentada, las estructuras quebradas y fuertemente plegadas, lo que excluye la posibilidad de acumulaciones petrolíferas explotables.

La cuenca del Magdalena, en la parte recorrida, muestra varias estructuras en estratos del Terciario superior, que pudieran ser interesantes si se tuviera seguridad de la continuación de la columna estratigráfica normal en profundidad. En el caso de un anticlinal al oeste de Baraya, en estratos del Terciario superior, hay probabilidad de que éste sea abierto hacia el sur y que el Terciario superior presente una transgresión sobre estratos más antiguos, con un considerable hiatus. Con todo, otras estructuras, en esta parte del valle, pudieran merecer estudios más detallados.

Bogotá, julio de 1940.