

Observaciones y advertencias sobre la <sup>manera de determinar la</sup>  
geología del Alto Magdalena.

*La evolución tectónica como base para la determinación de la geología.*

Puntos de vista <sup>que</sup> para la apreciación geológica.

La determinación de los sedimentos que componen la sección del Alto Magdalena, como en general la determinación de los sedimentos colombianos se dificulta por la falta de medios ~~adecuados~~ para hacer ~~los~~ estudios paleontológicos detenidos en relación con aquellos niveles estratigráficos que ~~los~~ contienen fósiles de guía. Este inconveniente se ha podido subsanar últimamente con la información ~~que~~ paleontológica que contiene el libro de Steinmann, entitulado: Geologie von Perú (Heidelberg 1929) y con los estudios sobre amonitas colombianas que ha hecho el señor K. Rhein. Sin embargo, las bases que se han obtenido de esta manera son generales y en lo demás son muchos los sedimentos, ante todo los del terciario del interior del país, que carecen de fósiles. ~~aprovechables~~ Para eliminar los inconvenientes que se oponen a la determinación estratigráfica, ha sido necesario de relacionar el desarrollo de los sedimentos con la evolución tectónica. Como la sedimentación, además de la actividad magnética y el carácter mineralógico, según lo acusan los estudios sobre la construcción del país, son factores estrechos de la evolución tectónica, este método ~~representa~~ conduce a resultados satisfactorios.

Advertimos de antemano que <sup>según las deducciones de la geología de Colombia</sup> las dos ramas principales de la tectónica, es decir la orogénesis y la epirogénesis no muestran diferencias fundamentales, sino que ambas ~~representan~~ equivalen en principio a plegamientos, apareciendo los movimientos orogénicos como plegamientos de menor hasta mediana amplitud y los epirogénicos como plegamientos de mayor amplitud. Así por ejemplo la formación de las zonas geosinclinales de los Andes <sup>que se</sup> no se pueden conceptuar sino como movimientos orogénicos de mayor amplitud, <sup>con un movimiento</sup> acompañados de movimientos ~~análogos~~ de mediana y menor amplitud, según veremos en adelante.

Para llegar a este concepto nos hemos guiado por la observación de que la ~~evolución~~ tectónica no es un movimiento discontinuo, sino un proceso prácticamente continuo que regionalmente y en el transcurso del tiempo puede ~~arreciar~~ o amainar. Durante los períodos de sedimentación, este proceso no se puede manifestar por discordancias u otros síntomas de esta índole porque el proceso orogénico se verifica debajo de la superficie sedimentaria, comúnmente cubierta de agua, y o sea en una zona que se halla en estado de hundimiento y de rellenamiento rápido con detrito. Pero la persistencia de la tectónica a través de estos tiempos de sedimentación se desprende con toda claridad del carácter de la facies de los sedimentos y de las ~~comparaciones de sus magnitudes entre una y otra~~ ~~regiones~~ diferencias de magnitud que ellos muestran regionalmente. Sobre decir que observaciones de esta índole también se han hecho en otros países (1), pero creemos que en ninguna ellas sean tan sencillas como en Colombia.

Es comprensible desde luego que, si la evolución tectónica <sup>se amaina</sup> no ~~amaina~~ en el tiempo de sedimentación, ella debe influir decisivamente sobre el carácter de los sedimentos y en efecto los ejemplos que daremos con respecto al cretáceo y al terciario en el capítulo siguiente, comprueban claramente esta suposición.

La determinación de la evolución tectónica, ~~precondición~~ <sup>precondición</sup> de un orden constructivo ~~admirable~~ del cual ~~hemos~~ <sup>hemos</sup> dejado constancia en el informe sobre el Norte de Santander, y la determinación de su influencia sobre el desarrollo de los sedimentos, se simplifica considerablemente porque desde antes del cretáceo ~~han~~ <sup>han</sup> resaltan los grandes rasgos constructivos que hoy caracterizan el país. Ante todo ~~resulta~~ se manifiestan los actuales núcleos antiguos, formados de rocas de fundamento esencialmente, y representan ~~masas~~ <sup>masas</sup> terrestres antiguas que, si el área sedimentaria las encubre, ~~representan~~ solo lo hace pasajeramente. Durante el cretáceo estos núcleos antiguos se caracterizan por un hundimiento lento en comparación con las áreas de sedimentación que se hunden rápidamente y son los últimos en ser inundados por el área de sedimentación. En el terciario, ellos sobresalen del área sedimentaria y son los fermentos de los rasgos medianos y menores de la actual construcción geológica. Cuando en el terciario superior y en el pleistoceno arrecia la tectónica y se yerguen los Andes en su actual forma, los núcleos siguen lentamente estos movimientos mientras las áreas cordilleranas que se agregan hoy día a ellos sufren un sollevamiento y una contracción fuertes. Los núcleos antiguos se pueden considerar pues como elementos reposados en medio de la actividad tectónica que caracteriza sus alrededores. ~~sedimentarias~~ Se-

1) Bergkamp, L., H. Boettcher, Bors en H. Böttcher, 1926, p. 127.   
 2) Schlegel, 1926, p. 127.   
 3) Schlegel, 1926, p. 127.



En general se puede decir que la hoya del Magdalena no se hallaba desarrollada en el tiempo de Giron y que ella formaba parte de una ~~zona sedimentaria~~ <sup>zona sedimentaria</sup> terminada ~~zona~~ <sup>zona</sup> sedimentaria que se manifiesta primero en la region al Oriente de Bogotá y que se extiende de ahí hacia el núcleo santandereano y hacia la Cordillera central. ~~En el transcurso del tiempo de Giron~~ <sup>En el transcurso del tiempo de Giron</sup> el área sedimentaria, ~~encubria~~ <sup>encubria</sup> los núcleos de la zona septentrional de la Cordillera Oriental, caracterizados o por la facies conglomerácea o por la facies límica, y se comunica por ahí con la region de Maracaibo y de Falcon. Segun lo acusa la gran magnitud del piso de Giron en la region de Bogotá (2500m), es muy probable que en esta region el hundimiento ha sido mas fuerte que hacia la costa caribe, donde la magnitud del piso de Giron es menor, y ~~donde~~ <sup>donde</sup> regionalmente el piso de Giron puede faltar, como en la parte suroccidental del área de Bolívar (estribacion septentrional de la Cordillera Occidental). Para los fines ~~de la~~ <sup>de la</sup> evolucion tectónica conviene decir que entre la magnitud del piso de Giron en la region de Bogotá y su magnitud en la culminacion del núcleo santandereano existe una diferencia de magnitud de unos 2000 a 2500 m segun se deduce de la escasa o nula magnitud del piso de Giron en la zona culminante y del arbo tardío del área sedimentaria a esta parte. Dicha diferencia de magnitud podria indicar que, al iniciarse la sedimentacion de Giron habia una diferencia de nivel correspondiente entre ambas partes. Sin embargo, las observaciones sobre la continuidad orogénica en el tiempo de Villeta indican que la diferencia de nivel que existia al principio de la sedimentacion de Giron ha aumentado durante el tiempo de Giron por influencia orogénica en el sentido de que la zona culminante del núcleo se hundia solo lentamente en tanto que la zona bogotana se hundia ~~rápidamente~~ <sup>rápidamente</sup>, tal como se observa en el tiempo de Villeta.

~~En el tiempo de Villeta~~ <sup>En el tiempo de Villeta</sup>, el área sedimentaria <sup>colombiana</sup> adquiere una extensión considerable y se puede juzgar que prácticamente todo el país se hallaba bajo la capa del área sedimentaria. <sup>si lo indica</sup> la observacion de que hasta ahora no ha sido posible de encontrar signos costaneros en el aptiano y albiano del alto Magdalena, o sea que la Cordillera central <sup>entró</sup> a formar parte del área sedimentaria. En los núcleos: nortesantandereano, de <sup>Érida</sup> y en el de la serrania de Ocaña <sup>Merijá</sup> la inundacion ~~seguramente~~ <sup>seguramente</sup> ha sido completa porque en ellos se conservan muchos sedimentos del aptiano y del albiano. Igual cosa sucede con respecto a los núcleos del borde caribe de <sup>Venezuela</sup> y con la Goagira. En cuanto a la ~~Cordillera~~ <sup>sierra</sup> nevada de <sup>Anta</sup> Marta, los estudios son insuficientes para hacer una asercion al respecto.

En este tiempo de encubrimiento <sup>prácticamente</sup> todo el país (excepto probablemente su borde <sup>oriental</sup> que forma parte de la masa continental guayanense brasilera) la orogénesis ~~prácticamente~~ <sup>prácticamente</sup> se pone claramente de manifiesto, segun se desprende de la facies y de la magnitud de los sedimentos. En ~~la~~ <sup>la</sup> region culminante del núcleo santandereano, se observan los mismos conjuntos y la misma facies como en la region de Bogotá (Oriente de Bogotá), lo cual indica que el nivel entre ambas regiones ha sido <sup>siempre</sup> mas o menos igual. Sin embargo, la diferencia de magnitud es extraordinaria. ~~En las partes nort~~ <sup>En las partes nort</sup> ~~inmediatas~~ <sup>inmediatas</sup> santandereanas donde el cretáceo se halla próximo al contacto con cordones ~~formados~~ <sup>formados</sup> de rocas de fundamento, la magnitud del piso de Villeta se reduce a 150 m y menos (region de ~~Srdinta~~ <sup>Srdinta</sup> y de ahí al NNW). En la region botana, la magnitud en cambio es de 1500 a 2000 m. <sup>Esta</sup> diferencia se explica con el hecho de que la zona bogotana se hundia rápidamente al tiempo que recibia gran cantidad de sedimentos que ~~mantenian~~ <sup>mantenian</sup> ~~el nivel~~ <sup>el nivel</sup> impedian la formacion de un mar profundo. En la zona culminante del núcleo santandereano en cambio el hundimiento y la sedimentacion eran lentas. En consecuencia se puede decir que, ~~en el tiempo de Villeta~~ <sup>en el tiempo de Villeta</sup> ~~la zona bogotana~~ <sup>la zona bogotana</sup> habia descendido en unos 1300 a 1500 en comparacion con ~~la~~ <sup>la</sup> zona culminante del núcleo santandereano. El hecho de que en la misma region nortesantandereana la magnitud del piso de Villeta (como tambien la del piso de Giron) es mas considerable ~~que~~ <sup>que</sup> en los sinclinales, demuestra que tambien en menor escala la orogénesis debe haber ~~performado~~ <sup>performado</sup> estructuras ~~que~~ <sup>que</sup> han persistido en principio hasta la actualidad. -Segun hemos visto, la hoya del Magdalena en el tiempo de ~~Villeta~~ <sup>Villeta</sup> ~~en Giron~~ <sup>en Giron</sup>, no se diseñaba aun. En cambio ella se distingue en

el tiempo de Giron, refiriéndonos a la zona del alto Magdalena comprendida entre la region ~~maxima~~ de Viotá y Útica, <sup>posteriormente del mar</sup> que en aquel entonces formaba <sup>parte</sup> de la hoya del Magdalena. Su caracter de hoya se manifiesta por el hecho de que la citada seccion del Magdalena era un <sup>hoya de</sup> mar relativamente mas profundo que la zona bogotana y la que se halla al Oriente de Bogotá. La diferenciacion no se reconoce bien en la parte baja del piso de Villeta cuando en ambas zonas se depositan sedimentos con conchas de valva gruesa. Pero pronto, se vé que la seccion citada del alto Magdalena, desaparecen las conchas de valva gruesa y en su lugar abundan las amonitas, depositadas en esquistos altamente piritosos. A estos niveles de la parte media baja del piso de Villeta (aptiano) corresponden en el lado oriental y tambien en el faldeo bajo del núcleo santanderano (region de Moniquirá, ~~Vélez~~, etc) esquistos que alternan con bancos de cal, constituidos de conchas de valva gruesa y que son especialmente notables en la region de Moniquirá y al parecer en la hoya del Suarez. Todavía se encuentran amonitas del grupo Pulchellia en la region de Fomeque que tambien abundan en la region de la poblacion de Villeta, pero en la seccion de referencia del alto Magdalena faltan las ~~fósil~~ conchas de valva gruesa. Luego, en el albiano, se forma al Oriente de Bogotá el conjunto de Une, constituido de areniscas que contienen un horizonte de antracita, es decir un nivel geológico que se puede considerar regresivo. En la region de Útica-Viotá faltan por completo las areniscas y ~~antracita~~ desde luego tambien la antracita. En cambio el sedimento se compone de esquistos altamente piritosos y de liditas o pizarras lidíticas negras en que abundan las amonitas (Grupo de Schloebachias albianas) y los inoceramus (i. concentricus), fósiles estos que no se hallan en la zona oriental, donde hasta ahora no se ha encontrado un solo fósil marino (en cambio sí abundantes restos de plantas ~~maxima~~ en el nivel antracítico). En el conjunto superior del piso de Villeta que es cenomaniano y que preliminarmente consideramos como cenomano inferior, se desarrollan, al Oriente de Bogotá y en los anexos orientales de la cuenca bogotana, bancos de cal, compuestos de exogyras y ostras que alternan con esquistos y que llegan a adquirir hasta 30 metros de magnitud. Hacia el lado occidental de la Sabana de Bogotá, dichos niveles de cal se debilitan considerablemente, de tal manera que en la línea Tena-Alban-Pacho, solo se observan bancos de cal pizarrosa que ya no contienen conchas de valva gruesa sino inoceramus y ~~otras~~ otros lamelibranquios muy pequeños. Mas al Occidente, o sea hacia la hoya del Magdalena, los vestigios de conchas desaparecen y en su lugar se presentan esquistos calcíticos ~~maxima~~, motivo por el cual se dificulta en esa zona la separacion entre ~~la~~ el piso de Villeta y el piso de Guadalupe.

Así tenemos pues una seccion de la hoya del Magdalena en estado de preformacion y es evidente que lo mismo sucede en la seccion media de dicha hoya ~~porque~~ la cual ya se expresa en el tiempo de Giron por los flancos del núcleo Santandereano y de la Cordillera Central. En el tiempo de Villeta tanto el núcleo como probablemente toda la Cordillera Central han estado encubiertos por el área sedimentaria, pero es de suponer que si el núcleo santandereano se hundia mas lentamente que la zona bogotana lo mismo debe haber sucedido con la Cordillera Central en la cual no se han encontrado vestigios cretáceos hasta hoy. Teniendo en cuenta la probable barra del Banco tenemos confirmada la suposicion ~~maxima~~ de que en el tiempo de Villeta la seccion media y alta del Magdalena era una especie de ~~maxima~~ cubeta marina en general algo mas profunda que el terreno oriental de la Cordillera Oriental en Cundinamarca, que el núcleo santandereano y que la Cordillera Central. Al Sur de Girardot aun no hemos podido hacer observaciones precisas con respecto al piso de Villeta, pero las condiciones del tiempo de Guadalupe indican que la cubeta se levantaba en esta direccion. Se entiende que, en el tiempo de Villeta, la hoya del Magdalena <sup>en su mayor parte</sup> se extendia en Cundinamarca sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental, ~~donde~~ en esta seccion del flanco occidental donde el piso de Villeta aun tiene unos 2000 m de espesor mientras mas hacia al Oeste (region de Útica, por ejemplo), la magnitud es mucho menor, sin que por ello se presenten síntomas de un mar menos profundo que en ~~esta~~ la seccion correspondiente del flanco occidental de la Cordillera Oriental.

En el tiempo de Guadalupe, la hoya del Magdalena parece seguir distinguiéndose como mar mas profundo porque el horizonte de carbon del Cerezo que se halla en la parte media del conjunto inferior al Oriente de Bogotá no se distingue al Occidente de Alban donde el nivel correspondiente va sustituido por esquistos bituminosos con amonitas e inoceramus grandes y por abundancia de restos de peces (nivel turoniano de peces que se dis-

tingue tambien en Venezuela, en el Oriente del Brasil, en Méjico, Tejas Wyoming etc.) Las areniscas del conjunto superior y que solo tienen un horizonte de liditas claras (aparte de banquitos insignificantes de esta especie), denominado horizonte de Flaeners, se vuelven mas finas desde el lado oriental hacia el lado occidental de la Sabana de Bogotá y al mismo tiempo aumentan las liditas, comunmente de color negro. Al avanzar hacia ~~la~~ el actual límite entre la Cordillera Oriental con la hoya del Magdalena en el sector de Cocalma-Guaduas, el conjunto superior del piso de Guadalupe se ha vuelto enteramente lidítico y al mismo tiempo su magnitud que viene disminuyendo paulatinamente desde Bogotá (800 a 900) se reduce a unos  $\frac{1}{2}$  100 a 200 metros. Stutzer considera que este fenómeno se debe a que las areniscas del piso de Guadalupe no han sido depositadas y R. Scheibe considera que ellas han sido erodadas antes de la deposición del terciario inferior. ~~En verdad es difícil de encontrar la solución verdadera porque las liditas superiores del piso de Guadalupe no contienen fósiles grandes y aun parecen ser muy escasos en formaíferos.~~ El camino mas cuerdo para solucionar el problema es la persecución del piso de Guadalupe desde la región de Tibacuy, donde se halla presente el horizonte superior de areniscas del conjunto superior del piso de Guadalupe, hacia la región de Nilo, donde solo se observan liditas. En nuestro concepto, no se puede descartar la posibilidad de que se trata de un cambio de facies. Es notable que, hacia el Sur ~~de Girardot, el piso de Guadalupe vuelva a mostrar la misma facies como en Bogotá, según se desprende de los vastos afloramientos que se extienden entre San Luis y Coyaima.~~ Con respecto al desarrollo del piso de Guadalupe en la sección media del Magdalena, no se tienen noticias precisas. Stutzer ha prescindido de hacer apreciaciones al respecto y Weiske no ha estado en condiciones de controlar las variaciones de facies. Como el piso se vuelve siempre mas esquistoso a medida que se avanza desde Bogotá hacia el NE y como esta facies caracteriza en general los contornos bajos del núcleo santandereano, ante todo la zona nortesantandereana, hemos de suponer por el momento que ella muestre caracteres semejantes en la sección media del Magdalena, ante todo hacia el núcleo santandereano, quizá mas lidítico que en el Norte de Santander. La disminución del tamaño de grano de los sedimentos de la parte alta del piso de Guadalupe desde la sabana hacia el NE y desde la región de la Paldaña al Norte, indica que la zona terrestre de este tiempo se hallaba hacia el Sur. Como hasta ahora no hemos observado síntomas de cercanía de tierra en las regiones de los núcleos y de la Cordillera Central, hemos de suponer preliminarmente que estos elementos, como en el tiempo de Villeta seguían bajo el nivel del área de sedimentación.

Según lo acusa la ~~diminución~~ facies, la hoya del Magdalena probablemente seguía distinguiéndose como cubeta marina ~~en~~ algo mas profunda. La diferenciación de niveles entre la región de culminación del núcleo santandereano y la región bogotana proseguía durante el tiempo de sedimentación del conjunto inferior porque este muestra en el Norte de Santander una magnitud de 20 a 40 m ~~en~~ y en la región de Bogotá una magnitud de unos 700 m. En cuanto al conjunto superior que representa el senoniano, este, apesar de ser de facies arcillo-esquistosa en el Norte de Santander mide ahí mas o menos la misma magnitud como en la región de Bogotá y esto parece indicar el desplazamiento del centro de sedimentación desde la región bogotana hacia la región maracaibense o sea un sollevamiento leve de la región ecuatorial de los Andes, a favor del hundimiento mas acentuado hacia el Caribe. En lo demás es probable que, si se conservan restos del senoniano en la actual culminación del núcleo Santandereano (entre Bucaramanga y Pamplona), ellos ~~probablemente~~ mostraran una magnitud considerablemente menor que en el Norte de Santander y en la Sabana de Bogotá. Así lo anuncia por ejemplo la magnitud escasa del conjunto superior del piso de Guadalupe en la región de Socha, próxima a la estribación de Guantiva de la culminación del núcleo Santandereano y donde dicho conjunto es carbonáceo como en el Midcontinent de los Estados Unidos.

En resumen tenemos que la hoya del Magdalena no se diseñó aun en el tiempo de Giron, advirtiéndose que no existen afloramientos mas bajos que el barramiano en la región de referencia y que puede tratarse de una supresión pasajera de la hoya del Magdalena en el barremiano que, como se sabe, presenta caracteres generales regresivos. En el tiempo de Villeta y ~~en el tiempo de Guadalupe~~ (con mucha probabilidad) en el tiempo de Guadalupe, la hoya del Magdalena se caracterizaba como cubeta marina algo o regularmente mas profunda que los terrenos adyacentes.

## INTERVALO CRETÁCEO TERCIARIO.

En el tiempo de transición del cretáceo al terciario ocurre un ligero solevantamiento en el lado oriental de los Andes acompañado ~~por~~ de una ligera acentuación de la orogénesis. Los efectos de este movimiento leve, como es comprensible, ~~se~~ se hacen sentir hacia los bordes de los núcleos antiguos y en los bordes de la actuales cordilleras, pero no se perciben en los bajos sedimentarios de ~~que~~ aquel tiempo como en la Sabana de Bogotá y de ahí hasta Tunja, en las zonas venezolanas alejadas de los núcleos antiguos, etc.

La determinación de la discordancia que resulta regionalmente del solevantamiento cretáceo-eoceno ~~en~~ en el lado oriental de los Andes, se dificulta primeramente porque ella es leve, en segundo lugar porque en muchas partes los sedimentos del senoniano y del eoceno inferior son muy semejantes (p.e. Norte de Santander) y carecen de fósiles en ~~los~~ niveles de transición, hasta tal punto que la sedimentación a través de todo el senoniano y ~~su~~ continuación regional no interrumpida al eoceno no se pueden probabilizar sino mediante paralelización con regiones de facies equivalente, como lo son para la Sabana de Bogotá y para la zona Boyacense la región de Coahuila en el NE de Méjico y la zona del Midcontinent norteamericano de Tejas hacia Montana (comprendiendo el significado de la palabra Midcontinent como equivalente de la zona de los Llanos del NW de Suramerica). Además es difícil de decir ~~si~~ si la disminución que experimenta ~~en~~ la magnitud del senoniano, en donde es litológicamente mas o menos uniforme y donde carece de fósiles, se debe a efectos de erosión anterior a la deposición del eoceno o si se debe a efectos ~~de~~ orogénicos únicamente. La evolución tectónica nos da a entender que la disminución de la magnitud se efectúa hacia los núcleos antiguos porque estos se hundían mas lentamente, pero en la misma zona, los leves solevantamientos de la epirogénesis implican que la erosión sea relativamente activa. Debemos advertir que las observaciones en Colombia tienden a confirmar la suposición de que los movimientos epirogénicos no son sino la expresión de movimientos orogénicos de mayor amplitud, según se desprende de la formación del geosinclinal andino y de la diferenciación de niveles durante el cretáceo entre el núcleo Santandereano y la zona Bogotana. En tal caso tendríamos que, ~~en~~ al sobrevenir un movimiento epirogénico, ~~o~~ sea un movimiento orogénico de mayores proporciones, los bajos geológicos se hundían mas fuertemente que los altos geológicos (núcleos, etc), de manera que en aquellos la sedimentación podía continuar mientras en estos se interrumpía. De acuerdo con las observaciones sobre la preformación semejante de los grandes rasgos tectónicos del país desde antes del cretáceo, podemos suponer que, hacia el interior de la cuenca de Maracaibo la sedimentación seguía de manera ininterrumpida desde el cretáceo al terciario, mientras hacia los bordes que se levantaban, ella se interrumpió y hubo ocasión para que actuara la erosión. En este sentido se pueden interpretar las observaciones sobre discordancias en los bordes de la cuenca de Maracaibo a ~~la~~ la cual se refiere Liddle (p. 177-179), quien además hace referencias a discordancias análogas en el pie de los núcleos del Oriente de Venezuela. En la cuenca de Bogotá que en aquel entonces no se diseñaba y que no está rodeada de núcleos ~~antiguos~~ tan expresivos no hemos tenido ocasión de observar discordancias entre el senoniano y el eoceno, lo mismo que aquellas partes de Boyacá donde se conserva el eoceno, advirtiéndose sí que nuestras observaciones se refieren a zonas relativamente bajas; las regiones altas, ~~no~~ estudiadas donde se conserva el eoceno, no las hemos alcanzado a estudiar. Una zona alta en que se conserva el eoceno es aquella que rodea el páramo Nevado del Cocuy y posiblemente también la zona del páramo del Almorzadero. En zonas de esta índole donde eventualmente se podrá determinar la discordancia entre el eoceno y el senoniano.

En el alto Magdalena, los estudios de la Comisión Científica en la región de Tocaima demuestran la posibilidad de una leve discordancia senoniano-eocena en el actual límite de la Cordillera Oriental con la hoya del Magdalena y en tal caso tendríamos que durante el citado intervalo se ~~se~~ diseñaba por primera vez el límite actual entre ambos elementos andinos. Observaciones pasajeras hechas en el lado occidental de la angostura de Útica, donde pasa el límite de la Cordillera Oriental con la hoya del Magdalena, parecen indicar también una suave discordancia, pero su determinación concreta se dificulta debido ~~al~~ al subplegamiento tortuoso que han sufrido las lilitas del piso de Guadalupe. Según ~~lo~~ se

colige de las observaciones de Liddle en Venezuela, relativas a que la discordancia entre el senoniano y el eoceno se manifiesta hacia el borde de los núcleos antiguos, hemos de suponer que en la hoya del Magdalena dicha discordancia se manifieste principalmente hacia el límite con la Cordillera Central. Sin embargo, las observaciones hechas hasta ahora en las zonas correspondientes del alto Magdalena (entrante terciaria de Chaparral, llamada por Stille ensenada geológica de Coyaima) demuestran que el terciario inferior ha sido destruido antes de que comenzara la deposición del terciario medio, observación que se puede hacer en el anticlinal complejo ~~del Saldaña~~ del Saldaña, por ejemplo en el primer tercio del camino de Coyaima a Chaparral y al SW de Coyaima. En la región de San Luis y en el flanco NW del descenso cupuloso de Chicoral (Al NE de Chicoral), ~~el piso de Guaduas se encuentra en concordancia~~ <sup>notablemente</sup> sobre el ~~senoniano~~ <sup>senoniano</sup> situadas hacia el eje de la hoya andina, el piso de Guaduas en cambio se halla conservado y se coloca en concordancia sobre el senoniano. La presencia del intervalo de sollevamiento que ocurrió entre el senoniano y el eoceno sin embargo se ~~alcanza a determinar~~ <sup>concluye</sup> a raíz del desarrollo ~~de un conglomerado~~ <sup>de un conglomerado</sup> medianamente conglomeráceo que muestra el nivel más bajo de areniscas ~~que se halla al N de San Luis~~ del piso de Guaduas que se halla al Occidente de San Luis, a escasa distancia de la superficie del piso de Guadalupe. Se agrega que el piso de Guaduas tiene unos 1000m de magnitud en esta parte (flanco oriental de la estribación cupulosa de San Luis). - Se comprende que, si ya es difícil de hacer observaciones sobre la superposición del eoceno sobre el senoniano en la región despejada del alto Magdalena, será más difícil hacerlas en la zona selvática del curso medio. Stutzer hace referencia a la presencia del piso de Guaduas en la banda oriental de esta sección, pero no lo cita de la banda occidental, donde según dicho autor, la sección inferior de lo que llama piso de Honda no se halla desarrollada. En estas condiciones y como no disponemos de otras bases de información, es imposible de hacer alguna observación de la relación del senoniano con el eoceno en el curso medio del Magdalena.

*Interrupción del nivel en la zona de Honda.*

### TERCIARIO.

Durante el terciario inferior y medio, ~~la~~ el área sedimentaria que había adquirido su máximo de extensión desde el aptiano hasta (al parecer) el senoniano, vuelve a disminuir a raíz de los primeros movimientos ~~de la erección andina~~ de la erección andina, o sea

El terciario inferior y medio es el típico tiempo de transición entre la fase geosinclinal andina y la fase geanticlinal. Por un lado, la sedimentación, o sea el hundimiento, prosigue con bastante intensidad, por el otro lado, la intensidad orogénica se acentúa ~~irregularmente~~ <sup>irregularmente</sup> regularmente y forma relieves que en general se asemejan a los del tiempo de Giron. Según lo acusa el desarrollo límnico de los sedimentos del terciario ~~inferior y medio~~ inferior y medio del país y su facies límnico-marina hacia las actuales zonas costaneras, el interior comienza a mostrar rasgos de su aspecto actual, aunque solo de manera ~~xi~~ <sup>xi</sup> embrionaria.

A consecuencia de la intranquilidad tectónica, que va formando zonas terrestres estables y pasajeras, el desarrollo de los sedimentos también debe variar regionalmente, pero no arbitrariamente sino de acuerdo con la evolución tectónica. Como la tectónica ~~es~~ <sup>es</sup> regionalmente variable, el control ~~del~~ <sup>del</sup> desarrollo de los sedimentos se dificulta, máxime que en las zonas de relativo eutectonismo hemos de suponer que se active también la actividad ~~magnética~~ <sup>magnética</sup>, como se desprende de los estudios de Steinmann en el Perú y como también se deduce de la comparación de la facies del cretáceo en la hoya del Magdalena situada en el lado opistotectónico de la Cordillera Central con la facies del cretáceo en la hoya del Cauca (facies porfirítica de Grosse). Los últimos estudios de Grosse (Boletín de Minas No. 1931) demuestran además que el eumagmatismo, expresado por material volcánico, se manifiesta también en el alto Magdalena, o sea hacia el núcleo ecuatorial, donde la Cordillera Central se eleva a su máximo en relación con las Cordilleras Occidental y Oriental. Esta circunstancia indica que ~~el eumagmatismo~~ <sup>la actividad tectónica</sup> el ~~eutectonismo~~ eutectonismo también aumenta hacia el núcleo ecuatorial, o sea que disminuye a medida que se baja por el Magdalena y en general por el terreno interior de los Andes, hacia el Caribe, donde otra vez

COPY 1

terciario inferior y medio de Colombia hacia los bordes del Caribe y hacia el lado del Pacífico, donde dichos sedimentos muestran además una facies mayormente marina. En el interior ~~de Colombia~~ andino de Colombia en cambio los sedimentos del terciario inferior y medio muestran menor magnitud y son límnicos. En el interior del Perú, mas próximo a la masa terrestre de Bolivia-Norargentina, los sedimentos de este tiempo en parte no ~~han sido depositados~~ parecen haber sido depositados y en parte son continentales, mientras que en la costa noroccidental del Perú, los sedimentos de este tiempo adquieren una magnitud extraordinaria, hallándose relativamente alejados ~~de la masa terrestre~~ citada. Este ejemplo evidentemente nos demuestra en gran escala lo que sucede en menor escala entre los núcleos antiguos medianos de Colombia y ~~las cuencas sedimentarias~~ las cuencas andinas medianas (cuenca de Maracaibo, de Bogotá, del Tárare, etc.). - Junto con esta leve surrección de los Andes que se manifiesta como movimiento epirogénico o sea como movimiento orgénico de mayor amplitud, se observan movimientos de la misma índole que provocan la surrección de los núcleos medianos ~~de Colombia~~ de Colombia y el despedazamiento de la zona ~~de~~ mas o menos continua de sedimentación que reinaba en el cretáceo medio y superior. Dichos movimientos, ante todo en la transición del terciario inferior al terciario medio, aun influyen sobre zonas hasta entonces bajas, como sobre el límite de la Cordillera Oriental ~~en la región de Apulo Villata~~ con la hoya del Magdalena en la región de Tocaima al Sur y al Norte. En consecuencia de la formación de relieves que por cierto guardan semejanza con las actuales estructuras generales, la sedimentación en el terciario inferior y en el terciario medio tiene que variar considerablemente, como en realidad sucede y esto podría dificultar la determinación estratigráfica, si los sedimentos no ~~dependieran~~ dependieran de la evolución tectónica y si esta evolución no creara elementos que en general son semejantes a los actuales. Además, como los grandes movimientos epirogénicos, ante todo el ~~levantamiento~~ levantamiento que se intercala regionalmente entre el terciario inferior y el terciario medio, se manifiestan ~~en el mismo tiempo~~ en el mismo tiempo sobre ~~las~~ grandes áreas andinas, tenemos un criterio excelente para respaldar las determinaciones estratigráficas y para salvar las dificultades que resultan de la variación de la facies. Este criterio se vuelve quizá mas sensible con las manifestaciones volcánicas que se presentan al final del terciario inferior en el Perú, ~~en~~ y al final del terciario medio en el Perú y en Colombia y que preceden a intervalos de intensificación tectónica, el último a la ~~ercción~~ propia erección andina.

La fase de erección andina ocupa un tiempo relativamente corto, según se desprende del hecho que la ~~región~~ cuenca de Bogotá aun era área sedimentaria baja hasta mas o menos el mioceno ~~inferior~~ medio y que el primer movimiento de erección se distingue entre el mioceno medio y el mioceno superior, igual como en Venezuela (véase Liddle: Geology of Venezuela, pgs 239-241). Nosotros hemos de advertir que, en relación con la determinación cronológica ~~del terciario superior en el interior de Colombia~~ del terciario superior en el interior de Colombia, no tenemos bases seguras, pero creemos que no erramos mucho. La erección andina luego debe haber seguido con gran intensidad (con las intermitencias del caso) hasta el ~~pleistoceno~~ el pleistoceno, tiempo del cual subsiten abundantes sedimentos de carácter continental-cordillerano ~~que~~, depositados en zonas aisladas y que deben precisamente su deposición a un movimiento orgénico ~~amplio~~ amplio que creó las estructuras aptas para el almacenamiento del detrito, como la cuenca de Bogotá (altiplano de Bogotá). - Es comprensible que si hacia ~~la~~ masa terrestre Boliviana-Norargentina, la erección se manifiesta mas temprano, la intensidad del levantamiento andino debe haber comenzado antes. Según las observaciones sobre la isostasia en la zona andina, explicadas en el informe del Norte de Santander, se puede suponer que a medida que se levantaba ~~el área~~ y se ampliaba el área terrestre de Bolivia-Norargentina hacia el Norte, se hundía por su parte la cubeta Caribe hasta sus actuales profundidades de 4000 a 5000 metros. - Los sedimentos de este tiempo desde luego tienen que ser muy variables y como la erección andina coincide con una gran intensidad volcánica, los sedimentos de esta índole contribuyen a complicar la determinación. Los sedimentos del pleistoceno colocados en posición horizontal por cierto no ~~ofrecen~~ ofrecen esas dificultades, pero su subdivisión y paralelización ya es mas complicada, como tambien lo es el reconocimiento de los sedimentos del plioceno y del mioceno superior.

Para entrar a considerar la geología del alto Magdalena, y en especial la influencia de la evolución tectónica sobre el desarrollo de los sedimentos, sería necesario agregar todavía las observaciones sobre el orden geológico que reina en Colombia. Como ellas implicarían una ampliación extraordinaria de este trabajo, referimos al lector al informe sobre el Norte de Santander en que ~~estas~~ ellas están contenidas y que aparecerá próximamente.

Con el fin de ~~obtener~~ conseguir una información uniforme en relación con la estratigrafía del alto Magdalena, ~~abarcaremos~~ ~~explicaciones~~ ~~que~~ ~~se~~ ~~hacen~~ ~~en~~ ~~esta~~ ~~oportunidad~~ una superficie lo suficientemente amplia para respaldar nuestras aseveraciones.

#### Geología del Alto Magdalena.

A. Estratigrafía. (Véanse columnas estratigráficas)  
Cretáceo. (Fase geosinclinal andina).

Según los conocimientos actuales ~~que~~ desde luego no son definitivos, la fase de hundimiento o sea la fase geosinclinal comienza a manifestarse desde el jurásico superior, muy probablemente. En el alto Magdalena, esta comprobación no se puede hacer porque en la zona abarcada ~~en~~ los sedimentos más antiguos que hemos visto asomar pertenecen al barramiano. En cambio los afloramientos que se hallan al Oriente de Bogotá, entre Caqueza y Quetame, que abarcan el piso de Giron en toda su magnitud hasta el contacto con ~~los~~ ~~sedimentos~~ ~~del~~ ~~piso~~ ~~de~~ ~~Quetame~~ (de edad cambriana o precambriana) admiten la ~~comprobación~~ aseveración. El piso de Giron, entre Caqueza y Quetame tiene una magnitud de 2500 m y probablemente más. A 800 m sobre la base de este piso, en el conjunto (1) denominado del Tablon, se encuentra un nivel que contiene amonitas del valangiano, entre ellos una especie ~~idéntica~~ probablemente idéntica con Neocomites limensis Lisson que se halla en el valangiano del Perú. Junto con las amonitas ocurren auceñas y restos de plantas del Wealden, en especial de Otozamites. Debajo de este conjunto se halla el conjunto de Saname que corresponde al conjunto inferior del piso de Giron. En el no se han encontrado fósiles, pero el hecho de que los fósiles valangianos se presenten a 800 m sobre la base del piso de Giron, evidencia que los sedimentos del conjunto de Saname deben abarcar el tiempo portlandiano al menos, ~~los~~ ~~sedimentos~~ ~~del~~ ~~conjunto~~ ~~de~~ ~~Saname~~ ~~deben~~ ~~abarcar~~ ~~el~~ ~~tiempo~~ ~~portlandiano~~ ~~al~~ ~~menos~~. Esta suposición se respalda luego con la observación de que la transgresión cretácea, desde la Patagonia hasta Tejas (2), no se inicia propiamente en el cretáceo sino en el jurásico superior. Como los demás datos epirogénicos, relativos al cretáceo y al terciario también muestran simultaneidad en general satisfactoria sobre tan vasta área, apenas podemos dudar de que la transgresión ~~andina~~ en Colombia ~~se~~ comienza ~~en~~ en el jurásico superior. En lo demás, los sedimentos ~~del~~ equivalentes al conjunto de Saname pueden ocurrir en Venezuela al oeste de Barquisimeto, porque la descripción que hace Liddle de algunos niveles de esta región y principalmente las fotografías muestran un desarrollo estratigráfico muy semejante al conjunto del Tablon y como este conjunto no representa la base del equivalente del piso de Giron (piso de Uribante y Barranquin en Venezuela), existe la probabilidad de que ~~en~~ también en Venezuela la transgresión se inicie (regionalmente como en Colombia) en el jurásico superior. -- A juzgar por la coincidencia ~~admirablemente~~ ~~estrecha~~ litológica admirablemente estrecha que muestra el piso denominado por Grosse Formación Porfirítica Antigua (E. Grosse: Terciario Carbonífero de Antioquia. D. Reimers, Berlin 1926. pg. 55), extensamente conservado en la sección antioqueña de la hoya del Cauca, con la formación denominada Franciscan en California, atribuida al jurásico superior, se puede suponer

- 1) En cuanto a la nomenclatura de la subdivisión estratigráfica, hemos procedido en la siguiente forma; haciendo la (enumeración de mayor a menor):
- |           |                           |
|-----------|---------------------------|
| Serie     | (reunión de varios pisos) |
| Piso      | ( " " " conjuntos)        |
| Conjunto  | ( " " " horizontes)       |
| Horizonte | ( " " " estratos)         |

Esta subdivisión se refiere en primer lugar a los caracteres petrográficos.

- 2) R. Stappenbeck: Ueber Transgressionen und Regressionen des Meeres und Gebirgsbildung in Südamerika. Pompeckj Zeitschrift. N. Jahrb. etc. BDD LVIII. Abt. B. 1927)

- 3) E. Grosse: Terciario carbonífero de Antioquia. D. Reimers, Berlin 1926. pg. 55

que el jurásico superior tambien se halle presente en la hoya del Cauca, aunque en una facies bastante distinta de la de la region de Cúqueza Quetame. Los equivalentes de la formacion porfirítica Antigua por lo demas abundan en la Cordillera Occidental, por ejemplo entre Frontino y el curso medio del rio Sucio de Dabeiba. Con respecto a la edad de esta formacion hay que advertir ~~que ella no ha sido determinada con seguridad en California y puede quedar en nuestro concepto entre el carboniano y el jurásico superior.~~ La posibilidad de que se trate de sedimentos carbonianos no se puede descartar porque los sedimentos carbonianos que se hallan en el Norte del Perú, de Paita y Piura hacia el Ecuador, muestran caracter litético, el cual es característico para la formacion **Porfirítica Antigua.**

La transgresion portlandiana que puede considerarse como segura en las partes referidas de la Cordillera Oriental y que, segun observaciones preliminares se deja perseguir desde la region de Cúqueza-Quetame hacia la region ~~de~~ que queda al Oriente de Guateque (Boyacá), ~~se presenta localmente porque la invasion marina se extiende sobre un terreno arrugado.~~ Si vemos que en la region ~~de~~ comprendida entre Duitama y el Norte de Santander, los sedimentos del piso de Giron son de ~~escasa~~ <sup>pequeña</sup> magnitud y no abarcan sino escasamente el hauteriviano, en muchas partes solamente el barremiano, y en algunos lugares del Norte de Santander (p.e. al W y N de la poblacion de ~~ordinata~~ <sup>Pradina</sup>) la sedimentacion ~~no comienza sino en el aptiano, o sea al principio del tiempo de Villeta.~~ Esto demuestra que desde la zona bogotana de la Cordillera Oriental hacia la region cordillerana alta que queda entre Pamplona y Bucaramanga se levantaba en el tiempo de Giron un núcleo potente el cual coincide hoy dia con la zona culminante del núcleo santandereano, centrado en el interior de la Cordillera Oriental, ~~y exactamente compensatoria~~ que se intercala entre las cuencas (artesanías geológicas de mayor tamaño) de Maracaibo y de Bogotá, igualmente centradas en el terreno interior de la Cordillera Oriental. Esta coincidencia entre estructuras mayores de la actualidad y del pasado geológico es tanto mas notable cuanto que ella se hace sentir probablemente en menor escala, como lo indica el hecho de que la magnitud del piso de Giron en el Norte de Santander es considerablemente mayor en los ~~gran~~ <sup>grandes</sup> sinclinales (sinclinal de Lourdes-ramalote y sinclinal del Tarra) que en los cordones anticlinales (cordon anticlinal del Catatumbo y cordon anticlinal de Ocaña) y en las cúpulas grandes (cúpula de Santiago). ~~De las~~ <sup>estudios</sup> observaciones de Liddle, relativas a los núcleos de Mérida (serrania de Mérida) y a la masa antigua de la serrania de Ferijá, se deduce que estos elementos tambien se hallaban preformados desde antes del tiempo de Giron, porque la transgresion solo los abarca en el tiempo aptiano.

De estas ~~observaciones~~ <sup>Por observación</sup> se deduce que tambien la Cordillera Central, ~~esencialmente~~ que bordea la hoya del Magdalena por el Occidente ~~debe~~ y en la cual hasta ahora solo se han encontrado rocas del fundamento precretáceo, debe haber sido una masa terrestre del tiempo de Giron. La comprobacion no la podemos hacer ~~perfectamente~~ <sup>perfectamente</sup> satisfactoriamente porque en ~~los afloramientos del alto Magdalena no se han encontrado sedimentos del barremiano~~ la zona estudiada del alto Magdalena solo hemos encontrado afloramientos de la parte alta del piso de Giron (al E de Apulo, ~~al~~ <sup>al</sup> N y NE de Villeta y al Sur de Guataquí en la cúpula de Pauta). ~~Si~~ <sup>Si</sup> estos sedimentos se califican como barremianos porque reposan debajo de un nivel con *Trigonia subcrenulata* ~~que se halla en el piso de Giron~~ y *Cuculla dilatata* que forma la parte baja del piso de Villeta y ~~porque~~ <sup>porque</sup> contienen abundantes ejemplares de *Paraglauconia* y de *Cyrena* que tambien se hallan en el barremiano del Perú. El desarrollo de estos sedimentos barremianos, formados de areniscas ripiosas (conglomerado menudo) es una evidencia de que en el barremiano al menos la Cordillera Central ha sido una masa terrestre. Esto se respalda luego con la observacion de que en la cúpula de Pauta, ~~si~~ <sup>si</sup> se halla algo mas próxima a la Cordillera Central, ~~la~~ <sup>la</sup> el nivel equivalente ~~se compone de un conglomerado bastante grueso, mientras en la region de Cúqueza, distante de la Cordillera Central, la parte alta del piso de Giron que corresponde al barremiano es meramente areniscosa.~~ De esto se desprende que en el tiempo barremiano, la hoya del Magdalena no se diseñaba aun y era el litoral ~~de la zona sedimentaria~~ de la masa terrestre de la Cordillera Central. Desde esta masa terrestre el área sedimentaria se extendia hacia el Oriente de Bogotá, donde la facies del piso de Giron es ~~mar~~ <sup>marina</sup> y lítica. Como no hemos ~~observado~~ <sup>observado</sup> sedimentos anteriores al tiempo ~~de Giron~~ <sup>de Giron</sup> barremiano en la hoya del Magdalena, no podemos decir

si ella ofrecia el mismo caracter durante el hauteriano, valangiano y portlandiano. El asunto probablemente se podrá definir con el estudio de la region de San Luis-Miraflores, situada en la proximidad de la Cordillera Central, donde probablemente se determina el contacto del piso de Giron con las rocas del fundamento. Es probable que dichos estudios demuestren que la transgresion en el Borde de la Cordillera Central no se verifica sino en el aptiano, porque los estudios de Grosse hechos en la hoya del Cauca, o sea en el flanco occidental de la Cordillera Central demuestran ~~que~~ solo la existencia de sedimentos normales y volcánicos del aptiano (la suposicion de Steinmann relativa a la existencia de barremiano en esta parte probablemente se refuta porque las Pulchellias que atribuye al barremiano ~~no se han encontrado~~ solo se han encontrado hasta ahora en sedimentos típicos del aptiano, p.e. en la region de Villeta y en la region de Cáqueza al Norte. - Véase Grosse, pg. 54). Igual importancia debe tener el dato de Steinmann (pg. 120), relativo a que en la region de Corongo, situada sobre el borde occidental de la seccion peruana de la Cordillera Central, la transgresion no se manifiesta sino en el ~~apertiano~~ aptiano.

Por lo visto, las determinaciones que hasta ahora podemos hacer nos indican con ~~claridad~~ bastante claridad que la Cordillera Central debe haber sido una masa terrestre durante el tiempo de Giron y que la hoya del Magdalena ~~era su faja litoral occidental.~~ Esta hoya no se manifiesta aun en el tiempo barremiano y quizá en todo el tiempo de Giron, sino ~~formaba parte de una zona~~ representaba la costa de una zona de sedimentacion que se puede perseguir en el terreno cundinamarques y boyacense de la Corillera Oriental y que estaba limitada hacia el Norte y hacia el Oriente por la actual zona culminante del núcleo Santandereano. La zona sedimentaria se estrechaba ~~probablemente~~ evidentemente hacia el terreno situado al Norte del Lebrija y posiblemente se hallaba obtruida hacia el Oeste por una barra geológica del terreno sedimentario que corresponde a la depresion del Banco que separa hoy dia la Estribacion septentrional de la Cordillera Central de su prolongacion andina hacia el núcleo de Santa Marta. En la prolongacion andina de la hoya del Magdalena ~~hacia el rio Cesar y la Goagira,~~ los estudios de Liddle y de Sievers indican la presencia de una masa terrestre del tiempo de Giron.

La influencia de estas masas terrestres sobre la sedimentacion se ha podido determinar hasta ahora en la zona de referencia del alto Magdalena, ~~donde~~ donde la facies se vuelve conglomerácea ~~hacia la Cordillera Central,~~ siendo probable que lo mismo suceda en las demas secciones de la hoya del Magdalena próximas a la Cordillera Central, a la culminacion del núcleo Santandereano, a la serrania de Ocaña-Perijá y a la ~~Santa Marta~~ sierra Nevada de Santa Marta. Estas condiciones se probabilizan con los estudios de Sievers en la region del Cesar, pero se debe advertir que entre los sedimentos determinados por Sievers que se pueden hacer equivaler con el piso de Giron, existen algunos que pueden ser de edad carboniana. En lo demas se pone de presente que la facies ripiosa y conglomerácea se encuentra al Occidente de la serrania de Ocaña-Perijá, tanto en el Norte de Santander como en la seccion venezolana, de donde la describe Liddle. Segun estas indicaciones, la hoya ~~andina del Magdalena,~~ andina del Magdalena, en la seccion que abarca desde el Lebrija hasta el curso medio del Cesar, tenia su costa ~~principal~~ principal no hacia la Cordillera Central sino hacia el borde occidental de la Cordillera Oriental, pudiendo ser que ella se hallaba preformada en el alto Cesar situado entre el núcleo de Santa Marta y la estribacion de la serrania de Perijá. Algo análogo puede suceder en la parte meridional del alto Magdalena (mas o menos de Natagaima hacia el Sur), donde en la actualidad la hoya va bordeada hacia el Oriente por rocas de fundamento de la Cordillera Oriental y hacia el Occidente por rocas análogas de la Cordillera Central.

En resumidas cuentas podemos decir que la hoya andina del Magdalena aun no ofrecia su aspecto actual sino se manifestaba como faja litoral de masas terrestres y que en consecuencia sus sedimentos deben mostrar un caracter correspondiente.