

MINISTERIO DE INDUSTRIAS  
Departamento de Minas y Petr.

ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN LA RUTA

POPAYAN-BOGOTÁ.

Por

E. Hubach y B. Alvarado.

1932

TABLA DE MATERIAS.

Introduccion.....	pg 1
Descripcion del Viaje.....	2
Popayan-Silvia.....	2
Silvia-Pitayó y Calera de Pitayó.....	8
Pitayó-Páramo de Moras-Mosoco-Vitoncó...	15
Vitoncó-Tálaga-Belalcazar.....	22
Belalcazar-Muralla de Avirama. Belalcazar-Coetando-Uribe-cuestavdel Granadillo- Potrerillos.....	28
Potrerillos-Guaiquito-El Colorado- rio Narvaez-Nátaga-Carnicerias.....	36
Carnicerias-Angostura-Puente del Colegio- Puerto Seco-El Hobo.....	45
El Hobo-Neiva-cruce rio Fortalecillas...	54
Cruce-rio Fortalecillas-La Union-Baraya.	59
Baraya-La Bodega-cruce rio Cabrera- Alpujarra.....	63
Alrededores de Alpujarra.....	69
Alpujarra-Dolores-Prado.....	75
Prado-La Mata-Santa Lucia-Santa Rosa....	85
Santa Rosa-Cármen de Apicalá-Melgar- Girardot.....	90
Girardot-Bogotá.....	98
Conclusiones Generales.....	100
A. Estratigrafia.....	100
1) Cordillera Central.....	100
2) Hoya andina del Magdalena y borde magdalense de la Cordillera Oriental..	109
3) Edad de las granodioritas.....	120
4) Los niveles volcánicos del cretáceo...	122
B. Tectónica.....	124
1) Caracter tectónico.....	124

2) Movimientos isostáticos.....PG. 127 -  
132

-----  
COMPLEMENTO.

Orientacion Estratigráfica.....PG	a
I.-Cuadro estratigráfico general de la subdivision en el Oriente y en el Occidente andinos de Colombia.....	a
II.-Era y Fases andinas.....	b
III.-Subdivision y particularidades de los pisos	c-o
Explicacion al Croquis Geológico de la parte Central-Meridional de Colombia.-Escala 1 : 1 000 000.-	Cr.G.1-9

---

Tabla de Gráficos.

1) Perfil, geológico en el codo del río Paez, al pié de Vitoncó.....pg	19
2) Plano Geológico croquizado entre el Páramo de Moras y Vitoncó.....	19
3) Plano Geológico croquizado de la region de Belalcazar y perfil geológico Cuquiyó-Muralla de Avirama.....	25
4) Perfil, Geológico en la ribera derecha del río Paez, frente a Coetando.....	33
5) Perfil Geológico Nátaga-E de Carnicerías.....	43
6) Perfil de las terrazas en la region de Carnicerías....	44
7) Perfil Geológico en el lado Sur del curso inferior del río Paez hasta <sup>a</sup> Angostura.....	46
8) Perfil, por los Llanos de Neiva, al Sur de El Hobo....	53
9) Perfil id, a la latitud de Neiva.....	56
10) Perfil Geológico rudimentario observado desde la region de Neiva hacia el flanco SE del cordón del Saldaña;.....	58
11) Perfil Geológico a la latitud de La Union.....	60
12) Perfil Geológico al SW de Baraya, río Guaroncó.....	62
13) Perfil, Geológico al NE de Baraya, en La Tasajera.....	65
14) Perfil, Geológico en el cordón de Alpujarra, cerca al río Cabrera.....	67
15) Perfil Geológico a la latitud de Alpujarra.....	71
16) Perfiles longitudinales y terrazas altas al Oeste de Alpujarra.....	71
17) Perfil estratigráfico del piso de Guadalupe al E de Alpujarra.....	73
18) Perfil Geológico especial del cordón de Alpujarra, a unos 4 kms al SE de la población de Alpujarra.....	73
19) Croquis Geológico de la region La Union-Baraya-Alpujarra	74
20) Perfil Geológico desde Dolores al plano del Magdalena.....	78
21) Perfil Geológico al Norte de Prado.....	86
22) Perfil Geológico desde Santa Rosa hacia la artesa de Melgar.....	91
23) Perfil, Geológico indicativo en el empate de los cordones de Piedra Gorda y Subia, al SW de Carmen.....	95

24) Croquis geológico del espaldon del cordón de Subia, al Sur de Carmen de Apicalá.....	pg 95
25) Croquis Tectónico entre Carmen-Girardot-Apulo-melgar.....	99
26) Perfiles esquemáticos del principio isostático expuesto en Colombia.....	128
27) Perfil esquemático de la relación entre intensidad tectónica y repartición de las rocas, trazado por el terreno andino a la latitud aprox. de Bogotá....	131
28) Plano Geológica de la ruta Popayan-Bogotá.....	

Cuadros explicativos de la Estratigrafía Regional.

1) Sucesión estratigráfica entre Popayan y Pitayó.....	9
2) Sucesión estratigráfica entre Granadillo y Potrerillos.....	35
3) Sucesiones estratigráficas comparadas entre Mosoco-Vitoncá y Nátaga.....	39
4) Pisos y conjuntos de pisos, observados entre Carnicerías y La Angostura (preliminar).....	47
5) Subdivisión estratigráfica en el trayecto Alpujarra-Dolores-cordón de Piedra Gorda.....	83
6) Sucesión estratigráfica de la Cordillera Central, entre Popayan y el río Paez.....	107/108
7) Cuadro estratigráfico general de la subdivisión en el Oriente y en el Occidente andinos de Colombia.... (en el Complemento Estratigráfico).	a

Bibliografía.

- 1) Anderson, F.M. Original Source of Oil in Colombia.-Bull. American Assoc. of Petrol. Geologists. 10. Nº4. 1926. pg 382...
- 2) Beck, Alfred. Geology and Oil Resources of Colombia. The Coastal Plain.- Economic Geology. 1921. 16. pg.457...
- 3) Bergt, W. Beitrage zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta und der Sierra de Perijá.-Wien 1888
- 4) Bergt, W. Die selteren Massengesteine, kristallinen Schiefer und Sedimente.-Tomo II; Reiss u. Stuebel. Geologische Studien in der Republik Colombia. Berlin 1899.
- 5) Collet, L. Sur quelques Ammonites du Barrémien de Colombie.-Eclogae geolog. Helvetiae. Vol. XVIII. Nº 4. 1924
- 6) Fritzsche, C.H. Neue Kreide faunen, etc.-Neues Jahrbuch. BB.L. 1923. En Steinmann: Beitrage zur Geologie und Paleont. Suedamerikas XXVII.
- 7) Grosse, E. El Terciario Carbonifero de Antioquia. Berlin 1926
- 8) Grosse, E. Acerca de la Geologia del Sur de Colombia. Informe rendido al Minist. de Industrias sobre un viaje al Huila y alto Caquetá.-Boletin de Minas y Petr.-Tomo IV. Nº 23/24. Bogotá.
- 9) Hettner, A. Die Kordillere von Bogotá. Gotha 1892
- 10) Hettner, A. y Link, G. Beitrage zur Geologie und Petrogr. der columbianischen Anden. Zeitschrift de Deutschen Geol. Ges. 1888. pg. 205-230
- 11) Hubach, E. Informe Geologico de Urabá.-Boletin de Minas y Petróleo. T. IV. Nº 19/20. Bogotá
- 12) Hubach, E. Exploracion en la region de Apulo-San Antonio-Viotá.-Boletin de Minas y Petr. T. IV. Nº 25/26
- 13) Karsten, H. Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne. Berlin 1886
- 14) Kuech, R. Die vulkanischen Gesteine.-Tomo I; Reiss y Stuebel. Geologische Studien in der Republik Colombia. Berlin 1899.
- 15) Lehmann, E. Beitrage zur Petrographie des Gebietes am oberen Magdalena. I. Eruptivgesteine aus der Zentralkordillere. I. Schermaks Minera u. Petrogr. Mitteilungen. Tomo XXX. 1911. pgs 281-314
- 16) Liddle, R.A. Geology of Venezuela.-Fort Worth 1927.
- 17) Tulio Ospina. Reseña sobre la Geologia de Colombia. Medellin 1911.
- 18) Scheibe, E.A. Die tertiaeren Kohlenvorkommen von Kolumbien.-Berg u. Huettenm. Ztschrft. Glueckauf. No 34. 1928.
- 19) Scheibe, R. Documentos de la Comision Científica Nacional. Bogotá, Ministerio de Industrias (1919 y 1922). Nº 1: San Jorge-Zipaquirá; La guna Verde; Coello-Luisa; Tocaima-Virginia-Girardot; Nemocon. No 2: Pisós de Honda, Gualanday y Barzalosa; Estructura Geológica en la Cordillera Oriental; Inabrio en el Tolima.- Nº 3: Resultados del trabajo en Antioquia.

- 20) Schlagintweit, O. Die Fauna des Vracon und Genoman in Perú.-N.Jahrb. 1911 BB.XXXIII.Beitr. zur Geol. u. Paleont. Südamerikas von G. Steinmann.
- 21) Schreiter, R. Ueber erz- und gesteinsmikrosk. Untersuchungen an kupferhaltigem, serpentinierten Pyroxenit von Vetica bei Santander (Caucatal) in Kolumbien. N. Jahrb. BB. LVIII, 1928 pgs 141-152 (Abt. A.). Bajo: Stutzer, Beitr. zur Geol. u. Mineral. Kolumb.
- 22) Sievers, W. Die Sierra Nevada de Santa Marta und die Sierra de Perijá. Zeitschrift Ges. fuer Erdkunde. Berlin 1888.
- 23) Stappenbeck, R. Geologie des Chicamatal in Nordperú und seine Anthrazitlagerstätten.
- 24) Stappenbeck, R. Ueber Transgressionen und Regressionen des Meeres und Gebirgsbildung in Südamerika. N. Jahrb. 1927. BB 58.
- 25) Steinmann, G. Geologie von Perú. Heidelberg 1929.
- 26) Stille H. Geologische Studien im Gebiete des Rio Magdalena.-v. Koenen Festschrift. Stuttgart 1907. Traducido al castellano por Jaime Bonilla Plata. Bogotá 1928
- 27) Stutzer, O. Beitrage zur Geologie und Mineralogie von Kolumbien.
- 1) Ueber Spuren einer diluvialen Vereisung im Gebirge bei Bogota. Nues Jahrb., etc. BBLV, Abt. B 1926, pgs 518-523
  - 2) Geolog. Beob. bei zweimaliger Durchquerung der kolumb. Mittelkordillere. id BBLVI. Abt. B 1926 pgs 135-151
  - 3) Zur Geologie der Kol. West-Kordillere zwischen Cali und Buenaventura. id. BB LVI. Abt. B. 1926 pgs 152-160
  - 4) Beitrage zur Geologie des Cauca-Patia-Grabens. id BB LVII. Abt. B. 1927 Pgs 114-170
  - 5) Beitr. Geol. kol. Ost-Kordillere in der Umgebung von Bogota.-id BBLVII. Abt. B. 1927 pgs 305-364
  - 6) Zur Geologie des mittleren Magdalენტals.-id. BBLVII Abt. B. 1927 pgs 342-363
- 28) Wesike, H. Informe Geológico en Memoria de los estudios del rio Magdalena, etc. Min. de Obras Públicas. Bogotá 1926.
- 29) Willis, B. Index to the Stratigraphy of Northamerica. Washington 1912
- 30) Wolf, Th. Ecuador. Leipzig. 1892.

-----

## Estudios geológicos en la ruta

## POPAYAN-BOGOTÁ.

La exploración Popayan-Bogotá representa la etapa de regreso del reconocimiento geológico de los departamentos del Valle y del Cauca, dispuesto por el Ministerio de Industrias. Antes de emprender el regreso a Bogotá, se había estudiado la travesía de la Cordillera Central entre Guanday-Miraflores-Cucunana-Tibí-Sevilla; luego se siguió el estudio por la banda caucana de la Cordillera Central desde Sevilla hasta Caldon y el de la misma banda de la Cordillera Occidental desde Morales hasta Anserma Nuevo, completando desde este último punto el estudio del flanco occidental de la Cordillera Central sobre el trayecto Cartago-Sevilla. Desde esta zona, la exploración se trasladó al departamento del Cauca donde se investigó el terreno situado dentro del perímetro Popayan-Puracé-Páramo de San Francisco-curso alto del Mazamorra-Cocomuco-Timbío-Dolores-Tambo-desembocadura del río Piendamó al río Cauca. Entre los problemas geológicos que no se pudieron resolver satisfactoriamente en el recorrido mencionado, se hallan el de la edad del terciario carbonífero al Sur de Cali y el de las rocas metamórficas de las cuales solo se podía sospechar que en parte serían cretáceas. El regreso a Bogotá, en especial la travesía por la Cordillera Central y la compilación de datos hecha en Bogotá, resolvieron dichos problemas. En lo demás hubo ocasión de determinar el contraste que existe entre la facies del cretáceo del lado occidental de la Cordillera Central, parte del terreno eutectónico de los Andes (véase gráfico p. 131), y la del lado oriental, opistotectónico (mejor: hemitectónico), quedando entendido que la cresta de la Cordillera Central es el divorcio tectónico en Colombia. Luego se pudo reconocer la variación regional del cretáceo y del terciario de acuerdo con observaciones que se habían hecho con anterioridad a este viaje y sobre un trayecto tan extenso como el que se halla entre el río Paez-Nátaga-Carnicerías-Neiva-Dolores-Melgar-Bogotá. Bien ex-

Nota: Para la orientación estratigráfica, consúltese el compendio al final de este trabajo

puesto el terreno desde el Paez hasta Bogotá hubo oportunidad de estudiar la tectónica a rasgos generales y en los pormenores, aumentando al mismo tiempo las determinaciones que respaldan los puntos de vista de la construcción andina y su relación con la isostasia. Mediante las observaciones en conjunto se lograron formar las bases para la determinación de los yacimientos de minerales en una extensión larga.

Debemos poner de presente que en todos nuestros viajes por el país no hemos recorrido una ruta tan grata en impresiones geológicas. En vista de que nuestra movilización tuvo que ser rápida, recomendamos el viaje para un estudio detenido que ampliará considerablemente los frutos que recogimos de paso.

-----

#### Descripcion del Viaje.

Ruta: Popayan-via herradura a Silvia-El Peñon-Pitayó (excursión a La Calera de Pitayó)-rio Quintero-páramo de Moras-cabeceras rio Moras-Mosoco-Vitoncó-cuesta de <sup>T</sup>álaga-orillas del Paez-<sup>B</sup>elalcazar-Coetandovereda <sup>U</sup>ribe-cuesta del Granadillo-<sup>R</sup>erillos-El Colorado-<sup>M</sup>átaga-<sup>C</sup>arniverias-Angostura del Paez-Puente Colegio sobre el Magdalena -Puerto Seco-El Hobo-<sup>H</sup>eiva-cruce Fortalecillas-La Union-Baraya-Alpujarra-Dolores-Prado-Santa Rosa(hoy Suarez)-<sup>C</sup>ármén de Apicalá-Melgar-Girardot-Bogotá.-El viaje se hizo desde el 2 de Junio de 1932 hasta el 17 del mismo mes. El trayecto Popayan-Melgar se hizo en mula, el de Melgar a Girardot en camion y el de Girardot a Bogotá en avion.

#### Primer día: Popayan-Silvia.

El viaje de Popayan a Silvia, lugar de recreo para los habitantes de los departamentos del Cauca y del Valle, se puede hacer en automóvil usando la carretera Popayan-Piendamó y luego la carretera transversal Piendamó-Silvia. Nosotros seguimos la vía de herradura que se aparta de la carretera Popayan-Piendamó cerca al rio CoFRE, siguiendo luego por un vasto lomo, atravesado por quebradas hondas que demoran el avance, hasta caer al rio Piendamó, abajo de Silvia. De allí conduce un camino pedregoso, en general plano hacia la población de Silvia, situada en un clima fresco y de aguas saludables.

El primer trayecto, comprendido entre Popayan y el puente sobre el rio Cofre, recorre la hoya andina del Cauca cerca al contacto con la Cordillera Central. Los rios no han podido profundizar su lecho en esta parte del altiplano de Popayan, pero se observa que, mientras el rio Cauca corre por un terreno aterrazado, amplio y poco rebajado con respecto al nivel del propio altiplano de Popayan, el rio Cofre que tiene un declive levemente mas fuerte hacia el Occidente que el Cauca, se desliza por un cañon de unos 30 m de profundidad. El terreno contiguo de la Cordillera Central se levanta unos pocos de cientos de metros sobre el nivel del altiplano y está dividido en lomajes irregulares hasta el cordon que pasa por la region de Paniquitá. -Hasta llegar al puente sobre el rio Cofre, el piso de Popayan sobre el cual se desarrolla el camino no muestra afloramientos notables y está recubierto generalmente por la gruesa capa de greda parda, compacta. Una excepcion es el ascenso desde el rio Cauca hacia el Norte, donde asoman las tobas y tobas con aglomerados finos, mientras la vega del Cauca está formada de aluviones del cuaternario. -De las observaciones de B. Alvarado, realizadas en el terreno contiguo de la Cordillera Central se desprende que ahí prosigue hacia el Norte la faja de esquistos filíticos, sericiticos y grafiticos con intercalacion de cuarcitas y liditas que asoma al E de Popayan y que hemos podido perseguir en direccion Sur hasta mas allá del rio Esmita (region Dolores). Es de interés que mientras esta faja no presenta derrames de andesita en la seccion que se halla al E de Popayan, ella sí los demuestra en el terreno de Pisojé, donde ademas parece haber una intrusion de andesita mas oscura en un derrame de andesita mas clara. El piso de Pesar que hemos podido reconocer como cretáceo (probablemente albiano) gracias al interés que en el asunto ha tomado el ingeniero, señor Enrique Uribe White, jefe de la zona de Buga de las Carreteras Nacionales, no se ha podido reconocer satisfactoriamente en Pisojé donde la descomposicion es profunda. -En el puente del rio Cofre asoma un derrame de andesita, dividido a manera de bancos y que ofrece un color rosado de descomposicion. Dentro de este derrame, el rio Cofre ha labrado el cañon es-

trecho de que hemos hablado. Encima de este *banco de lava*, los aglomerados y las tobas del piso de Popayan estan profundamente descompuestos en una especie de greda roja que solo en veces permite reconocer los perfiles de los cantos que constituyen los aglomerados. La presencia del derrame de andesita en esta parte es tanto mas notable cuanto que las investigaciones hechas del rio Palacé al Norte, en el terreno del altiplano de Popayan, demuestran que ahí no se presentan mas los derrames andesíticos, ocurriendo en cambio hacia la base del piso de Popayan desde el rio Cauca hacia la region de La Yunga y aun hasta el rio Sucio (N del Tambo). Se vé, pues, que del lado Norte de La Tetilla de Popayan los derrames no han logrado inundar el altiplano.

El segundo trayecto del camino se extiende entre el rio Cofre y la travesia por el riachuelo que baja de Paniquitá. Se trata de un lomo vasto que, de lejos, parece ser bastante parejo y que avanza hacia el Occidente, formando un perfil destacado y tranquilo en la banda caucana de la Cordillera Central. Este lomo, entrecortado, se percibe hasta la region de Ovejas y Caldono, y representa una parte del antiguo escudo de sedimentos del piso de Popayan que cubria la Cordillera Central. En efecto vemos que, a pesar de los cortes profundos de las quebradas, muy molestos en el viaje, no asoma otra roca sino las tobas y los aglomerados del piso de Popayan, altamente descompuestos. En la tercera quebrada que se atraviesa yace un manto de turba arcillosa de unos 50 cms bajo una greda caolínica blanca.

El tercer trayecto entre la travesia del riachuelo que baja de Paniquitá y Silvia es notable porque, bajo el piso de Popayan y sus derrames, asoma el cretáceo volcánico con intercalacion de sedimentos. Los afloramientos por cierto no se presentan sino hasta recorrer el trayecto de la carretera que queda al Oeste de Silvia, pero las quebradas traen las rocas en considerable cantidad, junto con unos pocos esquitos filíticos y grafíticos que atestiguan la prolongacion de la faja de esta clase de roca que se halla al E de Popayan, en direccion Norte. Los rodados de pórfiro, felsita, conglomerado pórfiro-perfirítico y de diabasas demuestran que el cordon de Paniquitá, prolongacion del cordon del Pesar (lado W del trayecto conocido del rio Cauca), tam-

bien está formado del piso del Pesar, el cual, desde luego, se puede perseguir sobre mas de 50 kms de longitud, paralelo al límite de la hoya andina del Cauca con la Cordillera Central. En relacion con este piso al cual hemos tenido que dedicar bastante tiempo para saber si las rocas eruptivas que lo componen en mayor parte son intrusivas o derrames, conviene anotar que, de acuerdo con la revision verificada en la carretera de Coconuco con el doctor E. Uribe White y con datos que se hallan en los trabajos de Bergt y de Grosse, se trata de derrames que son relativamente frecuentes en el Sur de Colombia y probablemente tambien en el pié meridional de la serrania de Santa Marta (Sievers, Bergt), circunstancia notable porque el cretáceo se conocia y se conoce comunmente en la facies volcánica como producto de rocas básicas, siendo que los derrames del piso del Pesar son esencialmente ácidos (pórfiros). Los mismos pórfiros, en calidad de rodados provenientes de la Cordillera Oriental, los volveremos a encontrar en el trayecto Fuente Colegí-Neiva. -Al avanzar al rio Piendamó, las quebradas menores que se atraviesan llevan solo material andesítico, indicando así que el terreno situado al Oeste del cordón de Paniquitá está cubierto de una gruesa capa de material andesítico que las aguas aun no han podido cortar. Las quebradas mayores, en cambio, que bajan del cordón de Paniquitá, llevan entre los rodados una buena proporción de las rocas del piso del Pesar. -El rio Piendamó, cerca de Silvia lleva principalmente material andesítico del tiempo de Popayan y, con bastante frecuencia, material basáltico del mismo tiempo, descrito por Bergt y Kuech. En segundo lugar ocurren las rocas del piso del Pesar (felsita porfírica, bracha pórfiro-porfirítica y esquisto arcilloso oscuro morado, al parecer cornubianizado), mientras que los esquistos grafiticos y los esquistos cristalinos en general son escasos. Una vista sobre la zona de la Cordillera Central que se extiende por las cabeceras del rio Piendamó confirma que el piso de Popayan, en especial los bellos derrames de andesita y basalto que se hallan al SE de Silvia, es la formación predominante. Las rocas del piso del Pesar en cambio provienen en su mayor parte de la prolongación Norte del cordón del Pesar-Paniquitá hacia Silvia y de ahí hasta el lado occidental de la quebrada Manchev que luego conoceré

mos.-Siguiendo hacia la poblacion de Silvia,el cuaternario conglomerado forma la faja del talweg del rio Piendamó que yacen próximos al terreno erodado del piso de Popayan el cual se toca en algunos puntos.-Aprovechamos la llegada a Silvia para hacer de ahí una exploracion en direccion Oeste,siguiendo por la carretera de Piendamó.Como de éstumbre,el terreno geológico se halla profundamente descompuesto.Sin embargo se distingue en algunos puntos la presencia de la diabasa y entre esta uno que otro banquito de liditas,circunstancia que demuestra que se trata de cretáceo,especial de un nivel volcánico que se halla encima del nivel de rocas volcánicas ácidas del piso de Pesar,segun se desprende de la exploracion del dia siguiente.Como las amonitas del piso del Pesar(ramal de Coconuco)indican edad albiana,es probable que las diabasas pertenezcan o a la parte alta del cretáceo medio colombiano(barremiano medio hasta cenomaniano inferior,aproximadamente) o en parte al cretáceo superior(cenomaniano medio hasta senoniano),especial al conjunto inferior.-Encima de los afloramientos débiles del cretáceo se hallan riegos de lidita,diabasa y pórfiro que evidencian la presencia de estas rocas hacia el Norte,lo cual tambien se respalda con las formas orográficas del terreno. Por la greda parda que proviene de la descomposicion de las diabasas,atraviesan,de vez en vez,algunas fajas de color rosado que,probablemente,equivalen a diques de andesita,advirtiendole que la descomposicion es tan avanzada que no se puede hacer una determinacion bien segura.Llegando al primer alto de la carretera al W de Silvia,las tobas y los aglomerados del piso de Popayan comienzan a encubrir totalmente el cretáceo y siguen de ahí hasta el límite con la hoya del Cauca.-Desde el alto citado,se tiene una vista amplia sobre el terreno que rodea la poblacion de Silvia. La banda Sur del rio Piendamó,aparte del cuaternario comun del talweg,está compuesta esencialmente del piso de Popayan en la facies de derrames y aglomerados,los cuales cubren tambien la prolongacion geológica del cordón del Pesar-Paniquitá hacia la banda septentrional del rio Piendamó. Esto indica muy probablemente que dicho cordón sufre una depresion en donde pasa el rio Piendamó y es notable que una depresion análoga se distingue en la travesia del rio Cauca por la pro-

longacion geológica del cordón del Pesar al cordón de Paniquitá, depresión esta que se halla sobre un codo del empate de dichos cordones. -En dirección hacia la cumbre de la Cordillera Central, se observa la vasta extensión del piso de Popayan, uno de cuyos derrames parece formar la punta plana de un cerro que llaman Cucurucho de Guambia. -La vista hacia el lado septentrional del río Piendamó demuestra que las rocas cretáceas y los esquistos medio hasta avanzadamente cristalinos afloran en vasta extensión, en tanto que el piso de Popayan se halla destruido en gran parte. Al mismo tiempo, el terreno situado al Norte del Piendamó es en término medio más alto que el que se extiende hacia el Sur, lo cual acentúa el ascenso geológico que se desprende de la calidad de las rocas y que se verifica de la banda meridional hacia la banda septentrional del río Piendamó.

El clima, a medida que se avanza desde el altiplano de Popayan hacia Silvia va siendo ligeramente más húmedo, pero tan solo es notablemente húmedo en las inmediaciones de Silvia y de ahí hacia el Oriente. Esto coincide con el hecho de que, más al Sur, la humedad no viene a intensificarse sino al Oriente del cordón del Pesar-Paniquitá, mientras el terreno alomado que se halla entre dicho cordón y el altiplano de Popayan es tan solo semihúmedo. En general se determina por la vegetación la disminución de la humedad desde la cumbre de la Cordillera Central hacia el borde occidental del altiplano de Popayan, el cual, al abrigo de la Cordillera Occidental, viene a quedar a la sombra del riego atmosférico que producen las nubes del Pacífico, principal fuente de agua para el Occidente de Colombia.

En vista de que la materia andesítica, para transformarse en el suelo agrícola destacadamente fértil, necesita de intensa humedad atmosférica, los suelos no presentan los cultivos en la forma próspera como por ejemplo en Chiliglo y Calaguala que se hallan más al Sur. Se vé sobre los cortes del camino que el suelo, con excepción de la capa vegetal turbosa de la superficie, es gredoso, es decir no ha sido descompuesto profundamente por la acción de la selva vigorosa, producto de la intensa humedad. Tan pronto uno se aproxima a Silvia, región señaladamente húmeda, la fertilidad del suelo aumenta visiblemente y se puede considerar que el tipo de suelos pertenece a la categoría de los suelos ri-

cos.-En cuanto a la proveniencia del suelo de la roca, se reconoce que la materia andesítica da en general un suelo mas nutritivo que el que proviene de las rocas cretáceas (en esta parte).

En cuanto a yacimientos de minerales no hemos podido obtener datos a lo largo del camino recorrido en la primera jornada y esto es comprensible porque el piso de Popayan cubre densamente el terreno y no contiene materias aprovechables para la mineria. Ademas, donde asoman las rocas mas antiguas, la descomposicion del terreno es tan avanzada que resulta difícil encontrar vetas mineralizadas.

#### Segundo dia. Silvia-Pitayó y Calera de Pitayó.

El camino tiene rumbo general Norte y asciende por la quebrada Manchey que cae al río Piendamó cerca de Silvia, hasta llegar a un cerro destacado llamado Peñon, situado sobre la línea del divorcio de aguas de los rios Piendamó y Palo la cual equivale tambien al divorcio entre las lenguas Guambia que abarcan hasta mas al Sur del Puracé, y Paez centrada principalmente en la region del rio Paez. Desde el Peñon, el camino desciende a Pitayó, caserío indigena, al Norte del cual se halla la calera del mismo nombre. Todo el camino se desarrolla en tierra de clima frio y aun llega a ser algo paramuno en el paso del Peñon. El ascenso desde Silvia es mas o menos suave y se desarrolla en un terreno favorable. El descenso hacia Pitayó es mas fuerte, de acuerdo con el hecho de que las aguas tributarias del rio Palo tienen un declive mas fuerte que las del rio Piendamó. Destacamos este hecho porque, a la medida que se avanza desde la region de Paletará-Calaguala hacia el Norte, el declive que tienen los rios, afluentes del rio Cauca y provenientes de la Cordillera Central, va siendo mas fuerte y los efectos de erosion se acentúan, segun se desprende tambien del hecho que al Norte del rio Palo, el flanco occidental de la Cordillera Central se halla destrozado de tal manera (E de Corinto-Florida) que son muy pocas las tierras aprovechables. Para mayor informacion, referimos al lector al informe sobre Calaguala y Paletará (archivo del Depto. de minas del Ministerio de Industrias).

Preocupados en estudiar las caleras de Pitayó que son de especial

importancia para la solución de los problemas geológicos del Occidente de Colombia, partimos al achárecer de Silvia y por este motivo no hubo oportunidad de observar las rocas de los primeros tres kilómetros del camino. Los primeros afloramientos que encontramos son de diabasa y luego algunos de los derrames ácidos y demás rocas del piso del Pesar, muy abundantes en forma de acarreo. Al E de estas rocas del piso del Pesar siguen esquistos sericíticos hasta filíticos, cubiertos de restos de derrames de andesita que forman mesetas, en parte acuchilladas. Teniendo en cuenta que al W de Silvia las diabasas forman un terreno amplio que se distingue también en el primer trayecto de ascenso por la quebrada Manchey y que luego siguen las rocas del piso del Pesar al E de las cuales se hallan sedimentos de mediana hasta regular metamorfismo, hemos de concluir que la sucesión estratigráfica es la siguiente:

- |        |   |
|--------|---|
| arriba | 1) Diabasas                                   |
|        | 2) Derrames esencialmente ácidos (piso Pesar) |
| abajo  | 3) Esquistos regularmente metamorfizados      |

Como las diabasas y los derrames del piso de Pesar, junto con los sedimentos intercalados, no muestran metamorfismo, se tiene la impresión que los esquistos metamórficos fueron mucho más antiguos que dichas rocas cretáceas. En adelante veremos que, sin embargo, los esquistos metamórficos, seguramente, también corresponden al cretáceo. Conviene destacar desde luego que es algo bien singular el contraste que ofrecen las rocas metamórficas cretáceas prealbiana con las no metamórficas del albiano y postalbiano. La razón de este fenómeno no lo hemos podido aclarar, pero seguramente reside en las particularidades del tectonismo intenso que motivó el ascenso de los derrames del albiano y post-albiano.

Desde el curso medio hasta la vertiente de la quebrada Manchey no se observan sino los esquistos cristalinos, cubiertos en parte hacia el Oriente por residuos de andesita (derrames). Los esquistos son sericíticos hasta filíticos y tienen color amarillento de descomposición. En veces son grafiticos y aun aparentan ser micacíticos. Las

venas de cuarzo, típicas para esta formación, abundan en el terreno. Se trata claramente de los equivalentes de los lomajes que se extienden entre Popayan y el cordón del Pesar, algo más alterados en la región de la quebrada Manchev.

Al llegar a la cumbre, se presenta el cerro llamado El Peñon, constituido de andesitas del terreno de esquistos metamórficos. Estas andesitas, descritas por Bergt, pertenecen a las anfibólicas y, aparte de contener pocos fenocristales de feldespatos de mediano tamaño, abundan en listas de hornblenda que claramente dejan reconocer la estructura fluidal. El Peñon mismo refleja en grande escala esta estructura fluidal irregular que contrasta con el desarrollo de los derrames hasta ahora observados. Además, se vé que el Peñon no yace directamente encima de la superficie de los esquistos sino asciende entre ellos en forma de un cilindro o mejor dicho de un cilindro lenticular que se estrecha hacia el Norte, con tendencia de volver a ampliarse. Todo esto indica que el Peñon es el mango de una chimenea volcánica, situado probablemente sobre una grieta que, más al Norte, parece dar origen a otro ascenso semejante, aunque menos importante. En general, la grieta eruptiva tiene rumbo  $200^{\circ}$  (brújula de  $360^{\circ}$ ) magnético, sobre cuyas prolongaciones N y S se determinan residuos de derrames andesíticos. En dirección N, un derrame con abundantes feldespatos de tamaño grande pasa al W de Pitayó y traspasa de ahí hacia la ribera derecha del río Jambaló, con suave declive hacia el Norte. Estos derrames claramente se relacionan con los centros de producción andesítica del Peñon.

Al descender desde la corta planada del Peñon hacia Pitayó siguen aflorando los esquistos metamórficos en que distingue bien el aumento gradual del metamorfismo, el cual lo recordamos viene manifestándose desde la región de Popayan. De vez en cuando, en la primera parte de la bajada se presentan pedazos de andesita de porfirismo grueso los cuales en parte son fragmentos de los ~~masivos~~ derrames al W y en parte seguramente de un derrame o de un aglomerado in situ. Aun cuando la descomposición todavía es fuerte, en este terreno de erosión acentuada, ella no llega al grado como en la región de Silvia.

Pitayó está situado en una hoya erosiva, formada por el río Quintero que representa la cabecera mas importante del río Palo en su confin meridional. Todo el terreno está formado de rocas cristalinas cuyo metamorfismo aumenta hacia el borde occidental del páramo de Moras donde se hallan esquistos néisicos verdosos. Hacia el Norte, los esquistos son filíticos calosos hasta grafiticos, de apariencia micacítica y muestran cierta tendencia néisica pero no tan acentuada como en los esquistos néisicos verdosos. Luego conoceremos tambien los 'mármoles', o mejor dicho las calizas cristalinas que se hallan dentro de los esquistos metamórficos, asimismo que la cuarcita proveniente de una arenisca granulosa. En general debe advertirse que, al Norte de Pitayó, los sedimentos principalmente estan representado por esquistos grafiticos que, debido al grado avanzado de su transformacion, tienen caracter de filitas micacíticas, pero con frecuencia se observan restos de la filita grafitica en medio de las filitas micacíticas.

En los terrenos de rocas metamórficas generalmente es difícil hacer apreciaciones tectónicas, aun teniendo en cuenta la sucesion estratigráfica y los niveles a que se hallan los grupos (Peñon hasta mas al Sur de Popayan). El campo expuesto de Pitayó al Norte muestra claramente un vasto declive hacia el occidente, el cual, en término medio es suave y que se irregulariza al Norte de la quebrada La Calera, situada ya mas al Norte del campo que se abarca desde Pitayó, dominado hacia el NE por el ámplico lomo alto de Ulquinto de unos 3500 m de altura. Este tendido cuya inclinacion es de 20 a 40 grados al Oeste se complementa, segun las observaciones en el lado poniente del páramo de Moras con un tendido hacia el Oriente, de manera que se trata de un ámplico anticlinal, onduloso seguramente. La diferenciacion de la resistencia de las esquistos contra la erosion y ante todo la intercalacion de los bancos de cal cristalina sirven para poner de relieve la construccion real que muestran los esquistos. Mediante la determinacion constructiva se deduce que los esquistos néisicos verdosos, idénticos probablemente con los que Bergt describe en p. 122 (provenientes del Páramo de Santo Domingo), resultan ser mas antiguos que las filitas micacíticas, calosas y grafiticas entre las cuales se halla la cal. Esta

determinacion es tanto mas interesante cuanto que las calizas cristalinas al Norte de Pitayó pertenecen al cretáceo, en especial al aptiano hasta barremiano superior, segun lo veremos con motivo de la exploracion en el rio Moras y en el rio Paez. La misma determinacion, en vista de que se trata de sedimentos concordantes, dará lugar a definir la edad de los esquistos néisicos verdosos, principalmente porque un estudio mas detenido de la region del Paez debe dar a conocer las rocas que se hallan debajo del barremiano inalterado, cuestion que no logramos definir porque sobre nuestro camino el barremiano se coloca sobre el batolito granodiorítico del Paez, excepto en el alto del Granadillo donde reposa sobre esquistos metamórficos cuya edad no hemos podido determinar y que es difícil de determinar porque se puede tratar del metamorfismo ~~extremo~~ de sedimentos poco antiguos (preaptianos y prebarremianos) a causa de la influencia del ascenso de las granodioritas, o bien puede tratarse de sedimentos paleozóicos o prepaleozóicos. - El lector vé que en la Cordillera Central existen rocas que se tuvieron por precámbricas (grosse, etc) y que en verdad vienen a resultar en parte como cretáceas. En relacion con esta determinacion haremos explicaciones mas detalladas al recorrer la region del Paez. - Aquí anotaremos que el grado de metamorfismo viene acentuándose paulatinamente, dentro de la misma clase de rocas, desde la region al Oriente de Popayan hacia la region de Pitayó, o sea a medida que asciende el terreno geológico hacia el macizo en el cual se colocó el Nevado del Huila, volcan andesítico apagado, estudiado por Reiss y Stuebel (descripcion de rocas por Bergt y Kuech), el cual hasta ahora no ha sido escalonado.

En las inmediaciones de Pitayó, llama la atencion que la quebrada que baja poco al E del Pueblo, lleve pórfiros y porfiritas del tipo del piso del Pesar. Estas deben conservarse pues, encima de las filitas, hacia la cabecera de dicha quebrada, ubicada al E del Peñon.

El estudio principal que nos llevó a Pitayó fué la investigacion de los mármoles que, como es sabido, ocurren con frecuencia en esta region de la Cordillera Central (Pitayó, Jambaló, Toribío, Macueyó, etc). La Calera

de Pitayó, básica para la determinación de las demás caleras, se halla en línea recta a unos 3½ kms al Norte de Pitayó. Un camino de herradura, deficiente, conduce a través del río Quintero y de uno de sus afluentes en una hora (a pié) a la Calera. Sobre el camino afloran continuamente los esquistos metamórficos que describimos anteriormente, con excepción de los esquistos néisicos verdosos y, al remontar el filo que se halla sobre el lado Sur de la quebrada Calera, afluente del río Quintero, se halla por primera vez un banco delgado de cuarcita granulosa. Pronto se encuentra la calera ubicada en la banda izquierda de la quebrada Calera. Ella se halla entre filitas micacíticas y consta de mármol blanco hasta de color crema que contiene chispas de mica y franjas hasta banquitos de filita micacítica. El rumbo de los bancos no se llega a determinar bien, pero es en término medio el mismo como en la calera de la banda derecha de la quebrada Calera, es decir unos 50°. La inclinación no se puede determinar bien, debido a que el afloramiento no se trabaja y a que se halla más o menos convulsionado. La magnitud del nivel de cal cristalina es de unos 10 m en total, incluyendo las cintas filíticas. El grano de la cal es de tamaño regular, uniforme. La otra calera que se halla en la banda derecha, a unos 800 m al NE de la que acabamos de describir, se halla en explotación para quemar cal y por lo tanto está bien expuesta. Se halla debajo de un tendido occidental de Filitas que es muy regular, pero el nivel de cal forma, debajo, una arruga fuerte. El rumbo en esta arruga que corresponde con el rumbo general es 50°, la inclinación es más o menos vertical. El color de la cal es gris azul y proviene probablemente de una ligera participación de bitúmen. El grano es mediano y uniforme. La magnitud del manto es de más de 5 m. En la parte alta se halla una franja de arenisca granulosa (cuarcita) cuyos poros están rellenos de una materia pulverulenta negra que parece ser manganeso. Algunas esquelosidades que tiene la cal no tienen relación con fósiles. La cal se quema en un horno próxima que dura quemando 9 días, habiendo buena leña.

Los rasgos generales, el terreno de la Calera parece coincidir con un subanticlinal de rumbo NE que infuye sobre el anticlinal general de Ulquinto. Según se desprende de la descripción, los dos niveles de cal cris-

talina son distintos entre sí, pero a causa de la complicación tectónica del lugar no se puede decir cual es el más alto (probablemente el de la ribera derecha). Para la correlación estratigráfica es de importancia especial el aparejamiento de la cal cristalina con la arenisca granulosa (cuarcita). En vista de que el nivel calizo, en sus afloramientos hacia el Norte, es de magnitud muy variable, siendo posible que localmente se suprima, debe contarse probablemente con una facies irregular de este nivel. Además es posible que no se trate del único nivel cretácico del flanco caucano de la Cordillera Central porque, p.e. el horizonte de cal de La Esmita puede ser más nuevo, como que se halla en diabasas, colocadas sobre esquistos grafiticos filíticos y cuarcita.

La región de Pitayó se halla en clima frío húmedo y las tierras agrícolas manifiestan en general una fertilidad buena, agradable. Aparte de pastos, existen cultivos de trigo, papas y legumbres que están tan cuidadosamente dispuestos como los campos de los indígenas en los alrededores de Puracé. Parece evidente que el indígena de la Cordillera Central muestra buenas disposiciones en cuanto a la agricultura intensiva y sería provechoso darles una enseñanza más detenida en esta clase de cultivos. Los indígenas de Pitayó hablan un dialecto de la lengua Paéz que se extiende hasta Mesoco, en el curso medio del río Moras, afluente del Paéz. Dicho dialecto abarca al Occidente hasta Quichaya. Como los demás indígenas de las tribus Guambía y Paéz, los de Pitayó viven en comunidades y son robustos, pero podrían serlo más, si lograran aprovechar en mejor forma los alimentos que les brinda la tierra. En cuanto a vías, Pitayó se puede comunicar fácilmente con Silvia, pero el descenso hacia Jambaló y al plano del Valle es bastante difícil.

Aparte de las minas auríferas, abandonadas hoy día, ocurren numerosas saladas yodíferas, típicas para la Cordillera Central, desde Antioquia al Sur. Al NE de  $\frac{1}{2}$  Pitayó se halla el salto de Aznanga, muy yodífero y al NNE el de San Antonio, pobre en yodo (concentración  $2\frac{1}{2}$  y 2 grados). Estos salados siguen por la hoya de Jambaló hacia el Norte.

Tercer día. Pitayó-Páramo de Moras-Mosoco-Vitencó.

El recorrido equivale a la travesía de la cumbre de la Cordillera Central que coincide en esta parte con el páramo de Moras, y al descenso a la región de Paéz, parte de Tierra Adentro. La travesía pudo efectuarse con un tiempo que puede llamarse relativamente bueno. Los vedaavales por cierto eran fuertes y continuos, pero iban tan solo de vez en cuando acompañados de lluvias. El frío en el páramo, cubierto de pasto y de algunos arbustos, es intenso, principalmente a causa del viento fuerte, e impide hasta cierto punto hacer observaciones. El camino del páramo sigue por una cuchilla pedregosa, baja, que se orienta de Oeste a Este y que da un piso firme, cosa excepcional en los páramos. Una variante que se ha trazado por las planadas al Sur de la cuchilla, no es traficable en tiempo de lluvias, debido al terreno turboso y fangoso. El descenso desde el páramo hacia la región de Mosoco se verifica en serpentinadas estrechas, que se desarrollan en canchales. Luego el terreno se vuelve más apacible y, teniendo en cuenta las fuertes subidas y bajadas, el camino es bueno hasta Vitencó y de ahí hasta Belalcazar. El páramo de Moras, como en general los páramos de la Cordillera Central y Occidental están deshabitados y solo de vez en cuando pasan una temporada los cateadores de minas. La exploración geológica en estas condiciones se hace difícil, pero al menos los páramos de la Cordillera Central merecen un estudio detenido (de Roncesvalles al Sur) porque contienen expectativas auríferas tanto en aluviones como en vetas. Exploraciones de esta índole deben hacerse en los meses de Diciembre a Marzo en que las lluvias cesan, por cierto a favor de vedaavales violentos.

Al salir de Pitayó se sigue por la banda izquierda del río Quintero, cubierta mayormente por cuaternario, que contiene rodados de andesita de grano fino, de neises blancos hasta verdosos y de vetas de cuarzo de los mismos neises. Tan solo en la banda oriental de la quebrada Vichayó que pasa cerca del pueblo, parece haber sedimentos metamórficos afectados por el contacto con rocas eruptivas.

A unos 3 kms al S<sup>E</sup> del pueblo comienza el ascenso al páramo de

Moras, el cual primero se verifica en detrito granuloso acumulado en la falda baja y luego por las lajas de neises verdosos hasta amarillentos y en veces manchados de rojo, los cuales se sostienen hasta llegar al borde del páramo. La vista hacia el Sur que se tiene durante el ascenso pone de presente que, por el borde occidental del páramo de Moras pasa el eje del vasto anticlinal de Ulquinto, constituido por los neises verdosos hasta amarillentos. Encima de este pliegue y curvado mas o menos concordantemente en un anticlinal muy pando se ven derrames de andesita (posiblemente tambien aglomerados) que forman murallo-nes hacia las vertientes del rio Quintero. En la parte alta del borde y en la primera parte de la planada del páramo se manifiesta claramente la inclinacion oriental y al mismo tiempo se distingue un neis filítico verdoso que hemos conocido en forma de rodados, provenientes igualmente de la region alta de la Cordillera Central, en el cruce del rio Sapongo sobre el camino de Dolces a La Sierra (Sur de Popayan). Luego, el terreno se encubre de un revuelto de rodados, planchas y aglomerados de andesitas del piso de Popayan, de lo cual se deduce que se trata de una parte en que dicho piso ha sido destruido casi hasta la base. Desde este terreno que forma una media planada baja del páramo se asciende al primer alto en que se determinan esquistos cloríticos, grafiticos y filíticos, es decir los equivalentes de la parte baja de la formacion de cal cristalina de Pitayó. Así, tambien la sucesion estratigráfica, al lado de las indicaciones de buzamiento, demuestran la presencia del anticlinal de Ulquinto. Encima de las rocas metamórficas sigue el piso de Popayan cuyas andesitas son gris azules, de pasta mas o menos vidriosa, y mas o menos microporfiricas.

A poca distancia del primer alto, el camino se enedereza hacia la cuchilla baja del páramo que corre de W a E. De W a E hemos encontrado primeramente neises de rumbo E e inclinacion S de unos  $15^{\circ}$ ; luego siguen una pizarras, acaneladas, aparentemente grafiticas, y con partes filíticas. El caracter de esta roca deberá investigarse en el microscopio. Así mismo se observan aglomerados del piso de Popayan, a los cuales sigue un largo trayecto del filo, compuesto de un esquisto silí-

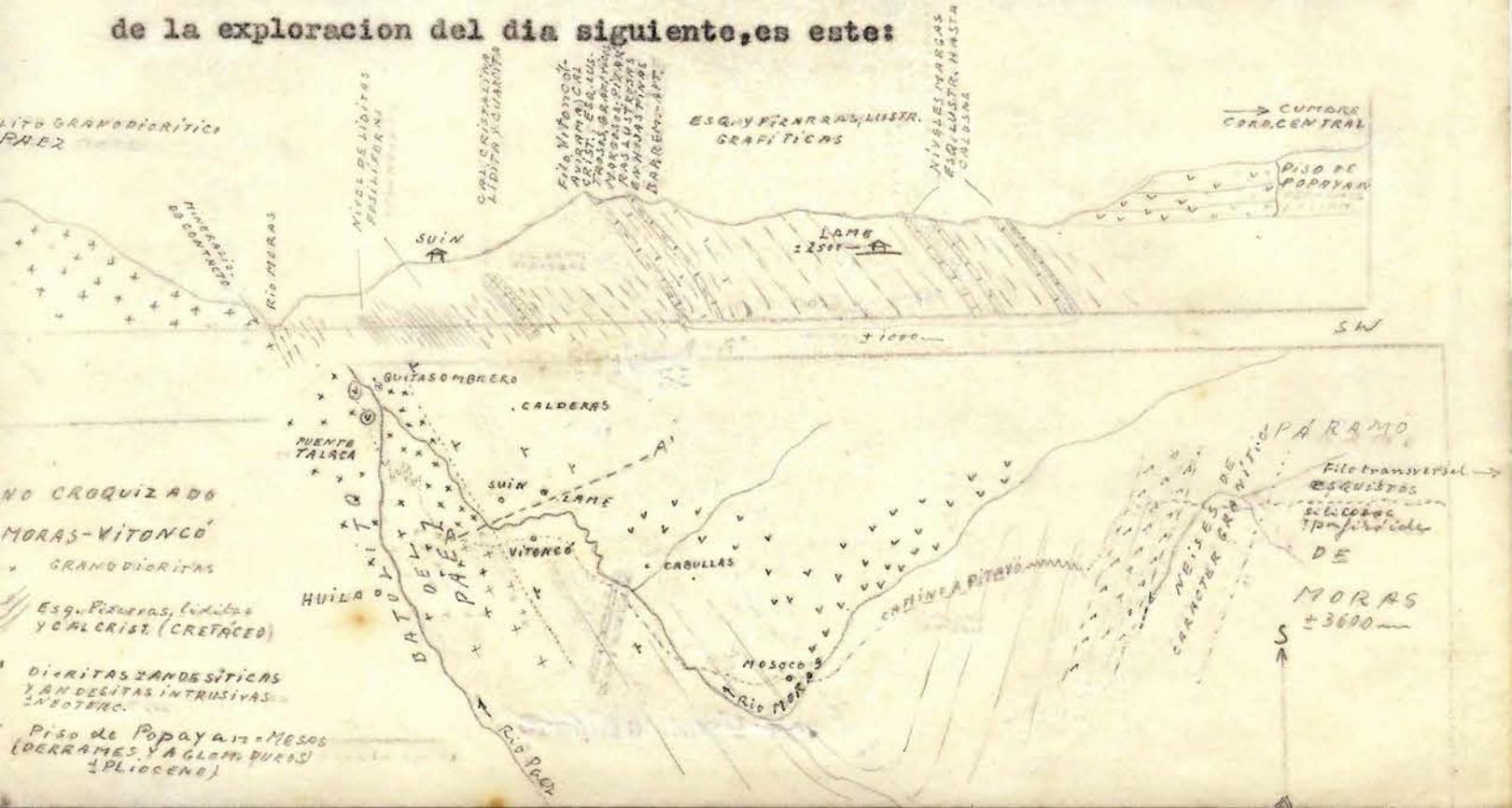
líceo gris hasta verdoso cuyos cantos agudos llenan el camino. Ellos se sostienen sobre la cuchilla transversal hasta donde el camino cae a las vertientes paramunas de un río que baja al Norte del río Moras y que pertenece ya al sistema de aguas del río Paez. Dicho 'esquistos silíceo', de color gris, puede ser en su origen una roca porfiríde, pero la determinación precisa que probablemente tampoco resolverá la investigación microscópica (véase Bergt p. 124) habrá que delucidarse mediante el estudio estratigráfico comparativo entre el páramo de Moras y los flancos oriental (Paez) y occidental (Pitayó) de la Cordillera Central.

La cuchilla transversal termina en la citada bajada a las aguas tributarias del Paez, allende la cual se trasmonta un cordón alomado que divide aguas entre el río Moras y otro que se desarrolla mas al Norte. En la depresión que se atraviesa, afloran neises de carácter granítico y, al subir al lomo se presentan esquistos grafiticos y filíticos que evidentemente corresponden a la formación de Pitayó, aun cuando son menos metamórficos. En el lado occidental del lomo y hasta la cima, dichos esquistos solo se presentan de vez en vez porque se reducen considerablemente a causa de la intercalación de una roca eruptiva, no alterada que parece formar silos de mayor y menor magnitud. Esta roca tiene carácter de diorita hornbléndica porfirítica, pero su aspecto tiene mucha semejanza con el carácter andesítico, de manera que creemos muy factible que se trate de rocas neovoleánicas. Siguiendo luego hacia el filo que avanza hacia la región de Mosoco—siempre en la zona paramuna, se vé que, hacia el E la diorita 'andesítica' va limitada por esquistos grafiticos, mas o menos filíticos. Esta clase de roca sigue luego con rumbo NE muy sostenido hasta mas abajo de la primera quebrada regular que se atraviesa en el descenso del páramo al pequeño caserío en la ribera Norte del río Moras. En dicha quebrada, aparte de los rodados grafiticos y filíticos, se observan también algunos de carácter néisico.—El descenso al río Moras y a Mosoco demuestra además que, al lado Sur del río se conserva vastamente la formación de Popayan, desarrollada en la facies de derrames y colocada sobre los esquistos grafiticos y filíticos (observación en Mosoco). En el lado N

del río Moras, donde baja el camino, el piso de Popayan está destruido. La observación a lo largo de la hoya del río Moras, mirando aguas arriba, muestra aparentes plegamientos de los derrames, pero es probable que se trate del emoldamiento de la corriente de lava a la morfología de la ribera septentrional, y a efectos de represamiento. La observación del lado Sur del río Moras demuestra que existen dos corrientes principales de lava. La inferior está caracterizada por bellas columnas regulares de 10 a 15 m de alto. El derrame superior es más o menos compacto y solo muestra rudimentariamente la separación en columnas. Ambos derrames no muestran separación clara. Al atravesar el puente que conduce a la pequeña población de Mosoco en que hay bastantes blancos, se hallan dos tipos de andesita en forma de rodados del río Moras. Uno de ellos que parece corresponder al derrame inferior y que asoma al otro lado del río Moras, cerca al puente, se asemeja macroscópicamente a una toba compacta sin manifestaciones acentuadas de fenocristales y donde estos aparecen resaltan poco de la masa arenosa gris. En contraposición a este derrame inferior, el superior muestra una gran abundancia de feldespatos de mediano tamaño. Además, el río conduce rodados de aglomerados de andesita.

A partir de Mosoco, el río ~~Rxxx~~ <sup>Moras</sup> corre dentro del rumbo de una formación gráfica con niveles calcosos (cortándola apenas diagonalmente) que se halla muy bien expuesta y en que la determinación del rumbo y de la inclinación no ofrecen dificultades. El rumbo general es de unos  $315^\circ$ , la inclinación, desde la banda izquierda del río Moras hasta la banda izquierda, en un ancho de unos dos kms o más, es hacia el Occidente (SW) con unos  $45^\circ$  hasta más. Dentro de este terreno profundamente erosionado se observan algunos diques de andesita y andesita diorítica cuyo rumbo es de unos 20 grados, es decir diagonal al rumbo de los esquitos. Uno de estos diques asoma a unos 2 kms adelante del puente sobre el río Moras que se halla al SE de Mosoco, en el camino a Vitoncó. El ancho es de unos 200 m y otro en un codo del camino que va acompañado de un dique netamente andesítico. Este afloramiento se distingue por la abundancia de mica. Entre los caseríos de Vitoncó (ribera izquierda)

y de Lame (ribera derecha del rio Moras), el rio rompe transversalmente las rocas en un cajon profundo. Vitoncó, situado sobre una terracita alta que concede una vista muy amplia, es una aldea de indigenas y pocos blancos. Desde ella se tiene una vista sobre la sucesion estratigráfica desde el límite de los esquistos (y liditas y calizas cristalinas) con el batolito granodiorítico del Paez hasta la parte donde terminan los niveles calizos y comienzan a encubrirse con los derrames del piso de Popayan. La inclinacion sigue siendo occidental y el rumbo noroccidental; como guia geológica se destacan los niveles calizos que el rio Moras comienza a atravesar en el codo de Vitoncó. Se comprende que la sucesion estratigráfica, indicada por la inclinacion occidental, no necesita ser continua, sino que pueden intervenir pliegues de estrecha inversion (pliegues de escama). Pero la cuestion no se ha podido aclarar sobre el camino, debido al metamorfismo de los sedimentos. Sin embargo, como el tendido fuerte hacia el Occidente se mantiene con una regularidad inusitada hacia el SE, en direccion a la facies inalterada de los sedimentos, el problema se podrá definir sencillamente. En vista de la frecuente interpretacion de pliegues como fallas, dejamos anotado que la vista de Vitoncó no da respaldo alguno para suponer fallas o sobreescurrecimientos. El perfil que se distingue de Vitoncó hacia el lado S del rio Moras, completado con los resultados de la exploracion del dia siguiente, es este:



En relacion con el sinclinal de declive SE que hemos indicado en el plano y cuyo eje pasa mas o menos por Mosoco, debemos advertir que se trata de un estructura probable, segun los rasgos generales de la reparticion stratigráfica y de los rumbos geológicos. El batolito del Paez, en principio representa un anticlinal de rumbo NW que se levanta hacia el Nevado del Huila, lo mismo que el sinclinal de Mosoco. Adelante veremos que el anticlinal, aparte de ser complejo, se halla dislocado en trayectos importantes.

El perfil que se contempla de Vitoncó hacia el Sur y cuyos estratos se atraviesan en el camino de Mosoco hasta dar con el batolito granodiorítico del Paez, demuestra dos niveles esquisto-margosos hasta calcosos. El superior parece que no contiene bancos de cal cristalina y consta de esquistos lustrosos (lúcidos) margosos, en su mayor parte grafiticos. Este nivel se subdivide en dos horizontes que se ven al Oeste de "ame. El nivel inferior está formado de pizarras y esquistos lúcidos grafiticos, mas o menos margosos hasta calcosos y contiene bancos (al parecer bancos lenticulares) de cal que han sido transformado en cal cristalina, o sea en mármol, el cual asoma por ejemplo en el puente natural sobre el rio Moras, abajo de Vitoncó, cerca a unos antiguos laboreos auríferos. Las pizarras cuyos planos coinciden perfectamente con la estratificacion, parten en planchas delgadas y muestran bien el caracter de los schistes lustrés. El conjunto intermedio consta de esquistos grafiticos y pizarras, lustrosos. Siempre que no intervenga algun subplegamiento de escama, la magnitud de los estratos que se hallan comprendidos entre los dos niveles de cal es considerable y seguramente pasa de 1000 metros. Debajo del nivel principal (inferior) de cal que constituye el filo llamado de Vitoncó que se prolonga geológicamente con mucha regularidad hacia el Occidente de Belalcazar (Muralla de Avirama), sigue un conjunto caracterizado por la abundancia de liditas en la parte media y baja y constituido en lo demas por esquistos grafiticos y un nivel de cal cristalina, débil, que se halla en la parte alta en asocio de unos bancos de lidita y de cuarcita. Mientras la revision de los demas estratos del perfil no demostró la existencia de fósiles (metamorfismo), el nivel lidítico nos proporcionó unas pocas

muestras con fósiles, principalmente foraminíferos y vértebras de peces (tiburones). Hemos de advertir que, hasta llegar a este lugar no teníamos noción de la edad que pudieran tener los sedimentos metamórficos, pero el hallazgo de fósiles nos indicaba, junto con los niveles de cal, que podría tratarse de cretáceo. La comprobación definitiva sin embargo no la pudimos hacer sino hasta llegar a <sup>la</sup>elalcazar y estudiar la Muralla de <sup>la</sup>virama donde se hallan los fósiles del aptiano. Dicha Muralla de <sup>la</sup>virama, es la prolongación SE del filo de Vitoncó y muestra sus calizas en estado inalterado.

-----

En cuanto a los valores que se deducen de la configuración geológica, llama la atención la fertilidad de la tierra, compuesta solo en pequeña parte por material andesítico y en lo demás de la descomposición de los sedimentos esquistosos y calcosos, impregnados evidentemente de alumbre y de otras sales que se relacionan con las reacciones geoquímicas que produce la descomposición de las piritas. Sabiendo que se trata de equivalentes del piso de Villeta y en parte <sup>o</sup>posiblemente del piso de <sup>la</sup>iren, la fertilidad del suelo en este clima húmedo y frío viene a subrayar las determinaciones análogas que se hacen con respecto a esta clase de suelos en la Cordillera Oriental (Sabana de <sup>la</sup>amaca, región de Sogamoso-Duitama, <sup>la</sup>íquene, <sup>la</sup>ipaquirá etc). En especial llama la atención la semejanza que, según la calidad del suelo y según la topografía, tienen las tierras del río <sup>la</sup>oras entre Mosoco y Vitoncó con las del Valle de Tenza en Boyacá. La diferencia consiste en que la región de Mosoco-Vitoncó es más quebrada, más húmeda, más fría y probablemente más productiva que el Valle de Tenza. Ambas regiones están predestinadas para la labor en parcelas (población densa) y para los cultivos intensos. El ejemplo del Valle de Tenza demuestra lo que será en el futuro la región de Mosoco-Vitoncó y la faja que de ahí se prolonga a Inzá y más al Sur.

Aparte de ser una región de tierras agrícolas valiosas, la de Mosoco-Vitoncó probablemente es de perspectivas mineras buenas, según lo demuestran la intrusión de las dioritas que caracterizamos de andesíticas y la intrusión de las granodioritas de que hablaremos en seguida.

Cuarto día. Vitonc6-Tálaga-Belalcazar.

Desde Vitonc6, el camino sigue por la parte alta, a unos 400 m sobre el nivel de los rios Moras y Paez, aprovechando seguramente una terraza alta, cuyos residuos se destacan bien en Vitonc6 y en el lomo granfítico que se coloca entre la confluencia del Paez con el Moras. Desde este lomo, el camino desciende en zigzags numerosos al rio Paez, el cual se atraviesa en el puente de Tálaga, situado a unos 1700 a 1750 m. De ahf en adelante, la ruta se mantiene en la ribera izquierda del rio Paez hasta Belalcazar y mas al SE. El desarrollo en este trayecto es bueno debido al suelo firme y a que no se ofrecen cuevas de consideracion. Geológicamente se avanza por el batolite del Paez despues de atravesar el trayecto de sedimentos cretáceos que se extiende al E de Vitonc6. En la hoya que el rio Paez ha labrado en las granodioritas se encuentran algunos residuos de aglomerados del piso de Popayan y del cuaternario comun. El cretáceo no vuelve a asomar sobre el camino sino adelante de Belalcazar, hacia Coetando, pero se distingue bien en los altos que se hallan en lo ~~alto~~ <sup>de</sup> la ribera izquierda del rio Paez.

Despues de abandonar el nivel calizo de Vitonc6, el camino sigue en un trayecto largo por esquistos pizarrosos grafiticos y por pizarras de láminas finas que ocupan una entrante NW a la cual se amolda el camino. Al llegar a la saliente oriental de esta ensenada erosiva, asoma un nivel compuesto de cal cristalina en bancos débiles, junto con cuarcita y lidita, todos de color oscuro. El rumbo en esta parte es  $334^{\circ}$  y la inclinacion de  $45$  a  $60^{\circ}$  al SW. El ancho de este afloramiento calizo-esquistoso es de unos 150 m. De ahf en adelante comienza a presentarse el nivel de liditas calcificas cuya magnitud la calculamos entre 500 y 800 m. En los rodados del camino, provenientes de la roca inmediata, recogimos los fósiles que tuvimos ocasion de mencionar anteriormente. Debajo, o sea al E de este nivel lidítico potente, siguen esquistos arcillosos, lustrosos y, sin que mediaran signos especiales de metamorfismo de contacto, se llega al límite con el batolite granodiorítico del Paez. Los primeros afloramientos muestran un granito per-

fírico, en general descompuesto y gris amarillento cuando fresco. Para la faja próxima a los esquistos es típica la mineralización con pirita, la cual probablemente es de contacto, aun cuando los esquistos no muestran síntomas palpables de metamorfosis de contacto. El camino luego sigue por aquella parte del batólito que está representada por el lomo que se intercala en la confluencia del Paez con el río Moras. Está compuesto dicho lomo por un granito claro, pobre en cuarzo, con matices pardo claros, el cual va atravesado por un gran número de vetas apáíticas y lamprofíricas. Entre las apáticas se halla una, sobre el descenso al puente de Tálaga, que muestra mineralización de calcopirita en pequeña escala. Hasta llegar al puente de Tálaga, el carácter granítico no varía, pero allende el puente, siguiendo sobre la ribera izquierda del Paez, predomina o domina la diorita con caracteres sieníticos. Esta diorita en el primer trayecto (desde el puente hasta 1 km abajo) es de grano grueso y luego muestra grano fino hasta más o menos frente a la confluencia del río Moras con el río Paez. Frente a la confluencia (Quitasonbrero) las dioritas van atravesadas por abundantes vetas de feldespatos, y muestran el predominio de las hornblendas sobre los feldespatos (en la roca propiamente dicha). A unos 2½ kms abajo de la confluencia, se vé en el río el afloramiento de un dique oscuro de unos 20 m, azul, con una veta de feldespatos. Este se halla fallado, de manera que el retazo que se halla sobre la ribera derecha del río Paez está desplazado unos 15 m al ESE. El rumbo del dique es N-S y la inclinación unos 70° al Oeste. El lugar se llama Aguacatalito. Hasta unos 3 kms abajo de este punto, siguiendo el rumbo general SE del río Paez, sigue asomando la diorita, pero los rodados que se hallan en la quebrada de Las Minas, al final de este trayecto y en un codo del río Paez, provienen en gran parte de granito del tipo de lomo de Tálaga en la confluencia del Paez con el Moras, siendo particular la epidotización. Ahí también se encuentran rodados del tipo de la roca que compone el dique de Aguacatalito, el cual debe investigarse bajo el microscopio para saber si se trata de un lamprofíro. Entre la quebrada de La Mina y Jeldacazar los afloramientos son deficientes y están cubiertos en gran par-

te por el piso de Popayan y por el cuaternario.

El piso de Popayan, sobre el trayecto Tálaga-<sup>B</sup>elalcazar no se conserva sino en algunos residuos que se distinguen por la dureza de los aglomerados (no hay derrames) y por la constitucion exclusiva de estos por material andesítico. El primer afloramiento que se halla abajo del puente de Tálaga se encuentra mas o menos al final del primer kilómetro de marcha. El residuo presenta forma de terraza. El caserío de Quitascabrero, situado en la confluencia del Paez con el Moras, sobre la banda derecha, tambien debe estar construido sobre una terraza del piso de Popayan. <sup>2</sup> km abajo de la confluencia, en Aguacatalite (ribera derecha del Paez) y en el codo de la quebrada de La Mina vuelven a presentarse dichos relictos, junto con conglomerados cuaternarios. <sup>4</sup>a base del piso de Popayan se halla, en el codo mencionado, a unos 20 m sobre el nivel del rio Paez, de manera que la morfologia del terreno del tiempo de Popayan que consideramos plioceno (a lo sumo eocuatnario) ya era mas o menos igual a la actual, circunstancia que es notable en relacion con la erección definitiva de los Andes. En la confluencia del rio Símbola con el rio Paez, los residuos del piso de Popayan son de especial interés porque muestran la erosion que han sufrido antes de la deposicion de los conglomerados cuaternarios, compuestos esencialmente de granodioritas y, en escasa proporcion, de esquistos metamórficos. Desde este lugar hasta <sup>B</sup>elalcazar, el piso de Popayan se conserva en una extension considerable sobre el medio faldeo de la ribera izquierda del rio Paez.

Con respecto al cretáceo que sigue por los altos de la ribera derecha del rio Paez, se observa que este va encubriendo el batolito al SE de <sup>B</sup>elalcazar, donde no solo se le observa, con leve inclinacion Oeste, en la ribera derecha del Paez sino tambien en los altos de la ribera izquierda, al Sur de <sup>B</sup>elalcazar, llamados cerro de Gualcan. Este descenso equivale a una depresion geológica del anticlinal sobre el cual se desarrolla el batolito, la cual se observa de cerca entre <sup>B</sup>elalcazar y Coetande. Allende este último pueblito, el eje vuelve a ascender, bastante bruscamente. <sup>4</sup>s probable que la depresion no se extiende sobre todo el ancho del anticlinal del Paez, sino solo sobre su parte

occidental. En seguida acompañamos un croquis geológico de la region de Belalcazar el cual muestra de manera general el descenso axial, pero ponemos de presente que las bases topográficas son deficientes, debido a que el terreno quebrado desorienta mucho.



Después de arribar a Belalcazar, tuvimos oportunidad de visitar la salina llamada Avirema de San Antonio de Ambostá, según nuestro caballeroso guía, señor Simón Muñoz, concedor de los yacimientos de minas de la hoya del Paéz. La fuente asciende probablemente en granito que forma la ribera de la q. del Salado y se halla a unos 500 m al NNE de Belalcazar, población de regular desarrollo y asiento de los Rvdos. Padres Lazaristas. La roca en la mana está descompuesta y saturada de sal, de manera que el carácter granítico no se reconoce con precisión. Poco al Sur comienza a aflorar el cretáceo, según lo prueba el afloramiento de lilitas calcíficas y de cal en la q. San Antonio al cual aludiremos luego. La cantidad de agua que escapa de la fuente es de  $\frac{1}{2}$  hasta  $\frac{1}{3}$  litro por segundo, pero fué anteriormente mas grande, cuando todavía uno de los arrendatarios no había torpedeado la fuente. Como es frecuente hacer taladros en las fuentes de agua de sal con la intención de aumentar la cantidad, se advierte que este método en casi todos los casos produce la destrucción de las grietas por las cuales asciende el agua y por consiguiente esta busca otros caminos, disminuyendo en consecuencia la cantidad que se puede beneficiar. La concentración es de unos  $2\frac{1}{2}$  grados y, por excepción, la participación de yodo es escasa, de manera que se obtiene una sal bastante pura. La producción mensual según referencias, era de unas 250 arrobas por mes y disminuyó después de torpedear la fuente. En vista de que la leña es escasa, conviene instalar galpones de evaporación, formados de ramas sobre las cuales escurre y se concentra el agua salada (Gradienwerke). Con este método no

solo se beneficiarian las salinas de Tierra Adentro (Paez-San Agustín), sino tambien las demas que se hallan diseminadas por la Cordillera Central que estan decayendo por falta de leña y en vista de que el carbon mineral se halla demasiado distante. Es tanto mas necesario revivir el negocio de la salinas yodadas cuanto que el producto es indispensable para contrarrestar los efectos del coto, segun lo muestra el empleo de sal yodada en Suiza. De regreso de la Salina de Avirama, visitemos la calera abandonada de San Antonio, situada a unos 300 m al E de Belalcazar. Se trata ahí de un nivel de cal aparejado con liditas calcíticas cuya posicion geológica coincide con el nivel de liditas al E de Vitoncó, tambien situadas entre la granodiorita del batolito del Paez y el nivel calífera que se prolonga de Vitoncó a la Muralla de Avirama. Encima del nivel caloso-lidítico de San Antonio cuyo rumbo es mas o menos transversal con inclinacion meridional, siguen, en lo alto del cerro de Gualcan, las calizas que corresponden al aptiano-barremiano, segun consta de las observaciones del dia siguiente. Al volver a Belalcazar tuvimos oportunidad de estudiar de cerca los residuos aglomeráceos del piso de Popayan que se extienden en la ribera derecha de la quebrada El Salado.

-----

En el descenso de Vitoncó a Belalcazar llama la atencion el contraste de los suelos agrícolas provenientes del cretáceo sedimentario y de los que se relacionan con las granodioritas. Aquellas son altamente productivas, mientras estas aparecen pobres, hasta tal punto que el terreno del batolito muestra poca selva y vastos pastales de poco valor nutritivo para los animales. Esta circunstancia es tanto mas notable cuanto que el granito y la diorita contienen sustancias suficientes para formar un suelo de excelente calidad, como lo prueba el suelo granítico de Roncesvalles. La razon de esto consiste en que el terreno de Roncesvalles (cabeceras del Cucuana, Tolima) está sometido a la humedad intensa que por sí acelera la descomposicion del granito, pero que, en union con la selva que produce la humedad, conserva las sustancias buenas del granito y aumenta la magnitud de la capa

vegetal, al tiempo de desintegrarla intensamente. En la zona del batolito del Paez, la humedad es considerablemente menos intensa copiosa y por lo mismo la desintegración de la granodiorita es deficiente, formándose una capa granulosa profunda, característica ante todo para los granitos de regiones semi-húmedas hasta secas. Además, a causa de la relativa sequedad no se ha podido levantar la selva robusta que habría podido contribuir esencialmente a la descomposición avanzada de las materias granodioríticas. — El granito, en cuanto a su descomposición en suelo vegetal, ofrece pues las mismas particularidades como la andesita. Al mismo tiempo se vé que los suelos provenientes de esta clase de roca para volverse tierra vegetal fértil, necesita mas humedad que los sedimentos esquisto-pirito-calcosos del cretáceo que, en la misma region del batolito, de clima relativamente seco, es altamente productivo, como se deduce por ejemplo de la cementseras de maiz, etc que los indígenas cultivan en la Muralla de Avirama. — A los propietarios de las tierras situadas en el batolito del Paez, es decir a la comunidad indígena, le conviene, pues, conservar lo mas posible la selva que ha logrado levantarse ahí, necesaria tambien para regular la repartición de las aguas, segun se desprende del hecho de que, desde cerca del puente de Tálaga hasta la quebrada de La Mina ninguna de las quebradas llevaba agua el cual fácilmente penetra al granoson y al acarreo de las faldas granodioríticas.

En cuanto al aprovechamiento de las fuentes de aguasal yodada que son frecuentes en la region del Paez y que se consideran como relacionadas con rocas eruptivas porque por ellas ascienden, tuvimos ocasion de decir que su beneficio necesita indispensablemente de galpones de evaporación en ramas (Gradienwerke), en vista de que la leña es escasa y ha obligado a abandonar muchos hornos de sal. Es de advertir además que, en la region del Paez, probablemente hasta la desembocadura de este rio, no se conocen yacimientos de carbon y que, segun puntos geológicos, las expectativas de carbon son desfavorables. Las expectativas de petróleo, al Norte y al Sur del bajo Paez (cretáceo) hasta cierto punto pueden considerarse atrayentes, pero es de suponer que en esta region apartada las exploraciones petrolíferas a taladro tardaran

en verificarse. Posiblemente el aprovechamiento de fuerza eléctrica en las inmediaciones de las fuentes de sal pueda, un día, ser el reemplazo de la leña. Para citar un ejemplo de la escasez de la leña en la Cordillera Central donde esta aparentemente existe en exceso, se pone de presente que, en el horno de cal que administran los indígenas de Pitayó, la leña se busca ya a tan gran distancia del horno que a los mismos indígenas que trabajan dispendiosamente y se contentan con una ínfima ganancia (porque trabajan en comunidad) están previendo que pronto habrá que abandonar el horno porque su beneficio es demasiado costoso.

En cuanto a minas metálicas, el recorrido Vitoncó-Belalcazar no ha contribuido a aumentar los conocimientos al respecto. La averiguación sobre yacimientos en la quebrada de La Mina demuestran que no se conocen minerales de ahí. La exploración del día siguiente en cambio concede una valiosa orientación con respecto a las dioritas sieníticas como roca madre de veneros minerales.

Sobra decir que la región de Vitoncó a Belalcazar dispone, sobre la banda suroccidental del río Paez de yacimientos de cal, inagotables. Su beneficio sin embargo, por falta de combustible barato, no se puede llevar a cabo en escala de alguna magnitud.

Quinto día. Belalcazar-Muralla de Avirama. Belalcazar-Coetando-Uribecuesta del Granadillo-Potrerrillos. Inicio de la travesía por el batolito del Paez.

Para obtener la seguridad absoluta de que los sedimentos que hemos observado entre Vitoncó y Mosoco y los que de ahí continúan al SE por la banda derecha del río Paez, eran cretáceo, hubo necesidad de inspeccionar la región de la Muralla de Avirama que se levanta a unos 400 a 500 m sobre el nivel de Belalcazar, en la ribera suroccidental del río Paez. Los niveles de cal se distinguen bien desde Belalcazar.

Al ascenso, después de cruzar el río en una hamaca, se verifica primero por un residuo del piso de Popayan, aglomeráceo como siempre. Luego se encuentra, entre el medio faldeo y la base de la muralla, un revuelto de rocas que no se pensaba encontrar: dioritas sieníticas, pórfiros, porfiritas y otras que se mantienen hasta llegar a las cali-

zas que forman la muralla. En vez de estas rocas creíamos hallar los sedimentos lidíticos y esquistosos que se hallan debajo del nivel de cal de Vitoncó-Muralla de Avirama y que, el día anterior ya habíamos podido comprobar en la calera de San Antonio, al E de Belalcazar. En adelante veremos que el desarrollo petrográfico de la parte del cretáceo que se halla entre el batolito y el nivel de Vitoncó-Muralla de Avirama muestra diferencias regionales considerables que nos obligan a tratarlas en conjunto. -Tras las rocas eruptivas citadas que deben estudiarse con detención para saber si entre ellas las hay de derrames, se entra a las calizas. En nuestra ruta, los afloramientos no eran lo suficientemente favorables para deducir la sucesión, pero en dirección hacia el río Guquíyó se vé el perfil que acompañamos al plano de los alrededores de Belalcazar. Se distinguen tres niveles de cal, entre los cuales el inferior es el más potente y en que hemos encontrado, sobre la parte de la Muralla, típicos fósiles del aptiano que probablemente se extienden en Colombia al barremiano: *Stuculea dilatata*, *Ptycomya* y *Trigonia*. La extracción de los fósiles, muy abundantes, es difícil porque aquí como en las demás partes del Oriente andino de Colombia las calizas de esta edad son muy compactas y semicristalinas. Lo propio sucede en Venezuela. -En dirección al paredón del Guquíyó se vé que los siguientes niveles calizos son más débiles y que a ellos sigue un horizonte compuesto de lajas de cal y de esquistos arcillosos o pizarras. Mas al Occidente, encima de este horizonte se destaca un nivel seguramente esquistoso arcilloso en su mayor parte. La magnitud de sedimentos que yacen entre el nivel inferior y el nivel superior de cal es de unos 60 m hasta algo mayor. -En la muralla de Avirama, solo logramos reconocer el nivel inferior y su traspaso al nivel intermedio. Se trata de calizas compactas que en gran parte ya no muestran el carácter de los fósiles. Entre las calizas se intercalan unos pocos banquitos de arenisca granulosa que reflejan fielmente el tipo de cuarcita granulosa que hemos encontrado en y cerca a las calizas cristalinas de Pitayó. Además se observan esquistos arcillosos, pero en pequeña escala.

Mientras en el recorrido de Vitoncó a Belalcazar y en la travesía desde este lugar a Nátaga no hemos podido constatar la intrusión de las rocas del batolito hacia el cretáceo, la exploración de las calizas de la Muralla nos dió una buena orientación al respecto. Primeramente se observan vetas y lentes irregulares de barita y luego se vé que estas se relacionan con pequeños diques de diorita sienítica, no muy abundantes, pero sí frecuentes y llamativos. Estas intrusiones se reducen al tipo de diorita sienítica que participa en la constitución del batolito del Paez, pero no hemos encontrado manifestaciones del tipo de granitos del mismo. Es natural que la exploración en un terreno tan reducido no decida con respecto a la edad de los tipos de granito del batolito, pero merece tenerse en cuenta porque el recorrido por el batolito con frecuencia hace suponer que no se trata de una masa sincrónica, como ella tampoco es homogénea. La determinación hecha reviste mayor interés porque es probable que los yacimientos de blenda, galena y de cobre que atraviesan el cretáceo al NE, NW y ENE de la Sabana de Bogotá también se relacionen con dioritas cretáceas, según lo están comprobando los estudios de Kehrer en la región de Gachalá y Ubalá. Ellas como sus similares sieníticas del Paez vienen a ser post-cretáceas, o mejor dicho postaptianas porque hasta ahora sus consecuencias no se han determinado arriba del aptiano. Gresse las considera postcretáceas en general, según los estudios en el Huila y en el alto Caquetá que merecen alguna revisión estratigráfica y tectónica. Agregamos que, hasta la fecha, no hemos encontrado lugar alguno en que los granitos que participan tan abundantemente en la construcción de la Cordillera Oriental, ante todo hacia el Norte y hacia Venezuela, penetren al cretáceo. Esto viene a indicar que los granitos que constituyen en gran parte el batolito del Paez sí pueden ser más antiguos que las dioritas de la misma zona. De las muestras recogidas por el señor K. Rhein entre Ocaña y Gramalote (Norte de Santander) parece deducirse que los granitos penetran a una formación que hemos llamado de Soápage y que corresponde a la de Legunillas en Venezuela, cuya edad es permiana o carboniana. Ellos por lo tanto podrían ser post-permianas-pre-portlandianas, en vista de que el piso de Giron abarca

no solo el cretáceo inferior sino también el jurásico superior (determinaciones al Oriente de Bogotá, entre Ciénega y Quetame). Puede ser que la edad corresponda al jurásico (Oxfordiano), tiempo del cual se conocen abundantes masas de granitos en los Andes de los Estados Unidos (Bailey Willis).

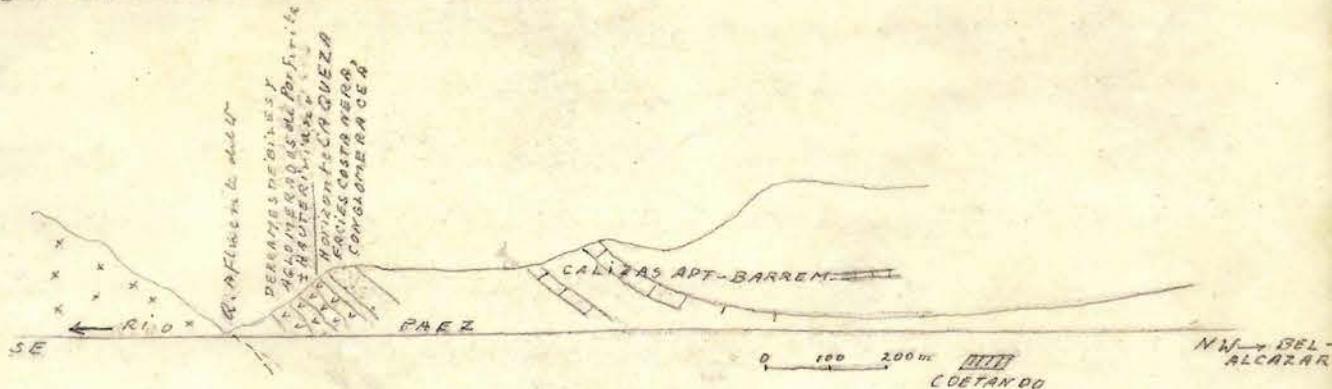
De los fósiles que se han encontrado en las calizas se deduce que las calizas de la Muralla de Avirama pertenecen al conjunto inferior del piso de Villeta. Desde luego, como el nivel de la Muralla bajo el cual se hallan las lilitas calcíticas en San Antonio, al E de Belalcazar se prolonga regularmente hacia Vitoncó, formando el flanco suroccidental del anticlinal amplio en que se halla el batolito del Páez, no cabe duda de que el nivel de Vitoncó también es aptiano-barremiano, tanto más cuanto que debajo se halla el nivel de lilitas calcíticas que, en su parte alta también llevan cal cristalina, como en San Antonio. Además vemos que la cal cristalina de Pitayó, colocada entre esquistos cristalinos contiene la misma arenisca granulosa como la caliza de la Muralla, siendo que dicha arenisca <sup>granulosa</sup> ~~existía~~/no la hemos vuelto a encontrar en otro nivel, desde que recorrimos el trayecto de Popayan a Belalcazar, ni tampoco en el recorrido de ahí hasta Neiva. No puede caber duda por lo tanto que, en Pitayó se trata de los equivalentes del conjunto inferior del piso de Villeta y que este se extiende en facies metamórfica hacia Popayan y de ahí más al Sur. Asimismo deben ser equivalentes las calizas cristalinas desde Jambaló-Teribío hasta la región que queda al NE de Corinto. Posiblemente también la caliza que se halla en el Ruiz es de la misma edad. Esta determinación nos demuestra además el contraste de metamorfismo que existe entre el flanco oriental, hemitectónico de la Cordillera central y su flanco occidental, eutectónico, donde los sedimentos se han vuelto netamente cristalinos. La influencia de la intensidad tectónica sobre el metamorfismo además se destaca a lo largo del Páez porque, a medida que se asciende de Belalcazar a Vitoncó y Mosoco, la inclinación suroccidental de los estratos va aumentando y en la misma proporción aumenta el metamorfismo, de sedimentos diagenéticos a esquistos lustrosos y calizas cristalinas o mármoles, interviniendo en esta acentuación probablemente el magmatismo neovolcánico que se manifiesta entre Vitoncó y Mosoco, pero no hacia el

Sureste de Vitoncó. Según el aumento del metamorfismo a medida que se asciende por el Paez, y a medida que asciende el anticlinal del Paez, se puede suponer que, hacia las cabeceras del río Paez, o sea hacia el pie del Nevado del Huila, el cretáceo muestre un grado de transformación igual al de Pitayó-Toribío. — Para la mejor comprensión agregamos que el cumagmatismo es una función del eutectonismo y que las regiones que muestran intrusiones abundantes como la de Vitoncó-Mosoco-páramo de Moras, y la del Nevado del Huila, situadas todas hacia la parte alta del anticlinal del Paez, ipso facto deben considerarse como eutéctónicas y por ende como metamórficas con respecto al cretáceo. Advertimos que estas deducciones solo se pueden hacer en relación con la distribución general del eutectonismo en los Andes y que el asunto, en algunos puntos, necesita revisarse. De todas maneras, la relación de la intensidad del tectonismo con la clase de rocas y con su grado de alteración, determinada por Steinmann en el Perú y revelada por la naturaleza Colombiana con singular claridad, es uno de los adelantos más importantes en la ciencia geológica.

Apurados por la abundancia de niquas que hay en la caliza de la Muralla de Avirama, tuvimos que emprender el regreso y seguimos desde Belalcazar río abajo hacia Coetando y de ahí hacia Uribe, pequeño caserío, cerca del cual se abandona la ruta del Paez para atravesar el batolito del Paez en dirección oriental, hacia Nátaga.

Los afloramientos entre Belalcazar y Coetando son deficientes. De lado y lado del río Paez, las calizas aptiano-barremianas coronan los filos en forma de muralla y al mismo tiempo se vé que los niveles van descendiendo hacia Coetando. Sobre el camino, saliendo de Belalcazar, se atraviesa un resíduo de aglomerados del piso de Popayan y otro a unos 3 kms adelante, siempre en forma de terrazas. En las inmediaciones de la segunda terraza del piso de Popayan, la abundancia de líditas y pizarras demuestra que debe estar presente el conjunto lídítico que asoma en San Antonio y al Oriente de Vitoncó, mientras que hacia Belalcazar parece predominar el revuelto de rocas dioríticas, porfíricas y porfiríticas que se hallan debajo de la cal de la Muralla de Avirama.

Al llegar a Coetando, caserío que se está levantando a unos 500 m de <sup>se</sup> el alcazar, vuelve a observar en la ribera derecha del Paéz el aglomerado aterrazado del piso de Popayan y, a continuación SE de los aglomerados, asoma el cretáceo de manera que los niveles calizos que, en el alcazar se hallaban a unos 500 m sobre el nivel del río vienen a quedar tan solo a unos 50 m sobre el nivel del río. En Coetando se halla pues la depresión mayor que afecta el lado occidental del anticlinal del Paéz. A poca distancia aguas abajo de Coetando, los estratos del cretáceo vuelven a levantarse bruscamente, en la forma como lo muestra el perfil. La roca hacia la cual se yergue el cretáceo, apreciada a distancia parece ser granito y no esquisto cristalino como el que hemos observado después en la cuesta del Grandillo. El perfil debe considerarse como ilustrativo, únicamente porque no se distinguen claramente los niveles calizos y los conglomerados y areniscosos. Estos últimos los encontramos adelante del caserío Uribe, poco antes de emprender el ascenso por la cuesta del Grandillo.



La determinación del nivel conglomerado-areniscoso es importante porque permite correlacionar, mejor de lo que era posible hasta ahora, el cretáceo del Paéz con el del Occidente de Cundinamarca. En ambas regiones yace, debajo de las calizas aptiano-barremianas un conglomerado areniscoso el cual es la facies costanera del horizonte de areniscas de Caqueza, llamadas también de Arcabuco. El horizonte de Caqueza, en general conglomerado hacia el borde de la Cordillera Central (región de Miraflores-Aovira, calera del Diamante en Apulo, región de Villeta), representa el nivel más alto del piso de Giron y debe pertenecer todavía al barremiano. Su determinación en este lugar es más valiosa aun porque debajo siguen niveles de derrames de porfirita y de a-

glomerados de la misma especie, los cuales en la misma posición los volveremos a encontrar en el cordón que se halla entre Dolores y el río Magdalena, es decir hacia el límite de la hoya del Magdalena con la Cordillera Oriental. En la misma posición se hallan los niveles porfiríticos en el Perú (Steinmann, Stappenbeck), donde yacen debajo de la arenisca de Cázqueza (esta debajo del aptiano-barremiano) que Stappenbeck llama cuarcita de Farrat. En esta relación queremos decir que, desde Méjico y Tejas hacia Venezuela, por Colombia hasta el Perú, los niveles estratigráficos muestran una constancia petrográfica admirable, siempre que se tenga en cuenta la alteración de la facies de acuerdo con la paleomorfología.

Al ascender la cuesta del Granadillo, iniciando así la travesía por el ancho batolito del Paéz, se escala primero una terraza bien conservada del piso de Popayan, a la cual se agregan hacia Uribe algunos residuos del cuaternario. A medio ascenso comienzan a presentarse esquistos cristalinos, en cuya superficie aparecen porfiritas y rocas diabásicas que, en parte parecen atravesar los esquistos, y en parte se hallan encima de estos, en forma de derrames, junto con aglomerados. Se tiene ahí, pues, el contacto del cretáceo con sedimentos que probablemente son antiguos, pero cuya edad no la podemos determinar en vista de que no sabemos si han sido alterados en relación con la acentuación del movimiento orogénico que dió lugar al ascenso de los granitos y que puede haber acaecido en el ?jurásico. Eventualmente puede tratarse de sedimentos mesozoicos, o son de la edad paleozóica. Las condiciones de metamorfismo del cretáceo prohíben la suposición de que se pueda tratar de sedimentos prepaleozóicos (Grosse).

En el alto del Granadillo y en el primer trayecto hacia Potrerillos, los esquistos cristalinos, en veces nélsicos, son filíticos, cloríticos hasta cuarzo-sericíticos. Ellos parecen extenderse bastante por el curso medio de la quebrada de Potrerillos que baja con rumbo SSW al río Paéz. La vista aguas abajo del Paéz demuestra que el subanticlinal que se presenta en el flanco suroccidental del anticlinal general del Paéz, entre Coetande y Belalcazar, se transforma en parte del flanco

suroccidental, regularizado del anticlinal general del Paéz.

En el camino del alto del Granadillo a la población de Potrerillos, situada hacia la parte alta de la quebrada del mismo nombre, sobre el camino de travesía de Belalcazar a Nataga, el nivel porfirítico y aglomeráceo vuelve a aflorar. La sucesión que hemos podido decifrar es la siguiente:

- Parte alta
- 5) Aglomerado porfirítico de tamaño mediano hasta grueso.
  - 4) Derrames de porfirita y meláfiro
  - 3) Aglomerado porfirítico tamaño fino hasta regular
  - 2) Brecha de esquistos cristalinos y ? derrames de porfirita y meláfiro.
- Parte baja
- 1) Esquistos cristalinos, en parte néisicos

El camino no abarca, pues, el nivel de Cáqueza ni menos el conjunto inferior del piso de Villeta (conjunto de Ubaque).

En la primera quebrada grande que atraviesa antes de llegar a Potrerillos, comienzan a manifestarse las rocas del batolito granodiorítico, en especial la dioritas sieníticas, de grano grueso. Estas evidentemente intruyen el nivel volcánico del piso de Giron que acabamos de recorrer. La quebrada de Potrerillos que pasa por el lado W del pueblo (mas a nos 2200 m) y que viene del NNE, desde el alto del Suspiro, conduce granodiorita descompuesta, además porfirita y aglomerado porfirítico.

La vista que se tiene desde Potrerillos al SW abraza hasta la división de las aguas que bajan a La Plata con las del Mazamorra que caen a San Agustín. Habiendo reconocido el aterrazamiento del alto Mazamorra en el viaje de Popayan hacia dicha region, pudimos reconocer ahora la prolongación oriental de estos aterrazamientos altos, del tiempo de Popayan, hacia el citado divorcio de Aguas, al Sur de La Plata.

-----

Al NNE de Potrerillos se halla el cerro del Suspiro que se refiere como zona minera aurífera, relacionada probablemente con la travesía de las dioritas por el cretáceo. De ahí deben provenir los aluviones auríferos que conduce la quebrada de Potrerillos. Debido a la distancia, no hemos explorado la zona del Suspiro.

Agrícolamente, la zona comprendida entre el Alto del Grandillo y Potrerillos demuestra mayor fertilidad que la faja del Páez recorrida entre Tálaga y Coetando, porque es más húmeda. El suelo proviene de distintas clases de rocas (esquistos cristalinos, porfiritas y aglomerados porfiríticos, y granodioritas), pareciendo que el mejor suelo, inmediato a Potrerillos, resulta de la descomposición de la granodiorita que, por lo visto, muestra su verdadero valor en la región húmeda. Los esquistos cristalinos forman una capa al parecer demasiado gredosa para que pudiera dar realce a la fertilidad. Las porfiritas, en el recorrido, muestran una topografía demasiado quebrada y por lo tanto no se puede apreciar bien la calidad agrícola.

En Potrerillos tuvimos el agrado de conocer a Monseñor Larquère, de la congregación de los Lazaristas quienes, desde varios decenios se han preocupado desinteresadamente y con la mayor constancia por el progreso de la región del río Páez.

Sexto día. Potrerillos-Guaiquito-El Colorado-río Narvaez-Mátaga-Carnicerías. Parte principal de la travesía por el batólito del Páez y traspaso a la hoya andina del Magdalena.

Desde Potrerillos, después de atravesar la segunda cabecera principal de la quebrada Potrerillos, se asciende al caserío de Guaiquito, colocado en el divorcio hacia el río Narvaez. Desde este punto se desciende en un trayecto largo por la cuchilla del Colorado al puente sobre el río Narvaez, término oriental del batólito del Páez que tiene unos 15 kms de ancho. Desde dicho puente comienza el ascenso a Mátaga, población situada sobre un suave tendido oriental de areniscas por el cual se sigue hasta cerca al río Páez. Ahí comienza el descenso a Carnicerías, situado en una de las planadas aterrazadas que se levantan en medio de los lomajes y colinajes que caracterizan el desarrollo de la hoya del Magdalena en el curso alto de este río. Un cuadro geológico nuevo, distinto del que se presenta en la travesía por la Cordillera Central, comienza a desarrollarse de ahí en adelante.

En el ascenso de Potrerillos a Guaiquito, los afloramientos muestran un granito amarillento, semejante al del lomo que se coloca en la confluencia de los ríos Múras y Páez. Este se sostiene y no muestra más por

particularidad que la frecuencia de vetas de cuarzo, machas (sin mineral) hasta donde lo pudimos observar. La descomposición en general es arenosa hasta granulosa, volviéndose gredosa hacia Guaiquito, donde puede ser que haya intercalación de franjas de sedimentos metamórficos. Estos no se pueden determinar debido a la falta de afloramientos buenos, o sea a la descomposición avanzada de las rocas. La altura del paso de Guaiquito es de unos 2700 a 2800 m.

Al descender hacia la cuchilla de El Colorado, entre los granitos, atravesados por dioritas sieníticas, comienzan a notarse, muy de vez en cuando, franjas de esquistos micacíticos hasta filíticos y de cuarzo sericítico, demostración de que el granito encierra sedimentos cuya edad puede quedar entre el cretáceo y el paleozóico. En el término oriental del Colorado, al tomar el filo que se dirige al puente de Narvaez, se observa que la granodiorita se halla intensamente triturada, fenómeno que no se define en el lugar mismo, pero que, controlándolo mediante la apreciación desde Nataga hacia el flanco Oriental del batolito del Paéz, resulta ser la prolongación de la línea de fallas y ~~abbi~~ ~~can~~ ~~ment~~ ~~amientos~~ que limita dicho flanco con los sedimentos terciarios (y ~~cretáceos~~). En dirección al puente de Narvaez, la línea de dislocación se aparta del ~~plá~~ ~~del~~ ~~flanc~~ ~~oriental~~ y entra a la propia masa granodiorítica. Al E del Colorado, ella queda más o menos a unos 4 kms del puente del río Narvaez y ocupa una zona que calculamos en 1 km. En el lado oriental de la faja triturada, predominan las dioritas sieníticas que, desde Petrerillos hasta ahí desempeñaban un rol secundario. Al mismo tiempo se observan unos diques de porfirita labradórica con grandes fenocristales de feldespatos, cuya variedad oscura se halla regada tan abundantemente entre El Hobo y Meiva. Por esta clase de rocas granodioríticas y porfiríticas intrusivas se desciende al puente sobre el río Narvaez.

El río Narvaez baja desde el Nevado del Huila y arrastra esquistos cristalinos, en parte néisico, néis granítico, porfirita de derrames, granodioritas, cornubianitas y diorita cuarzosa. Aun cuando deben ocurrir, no encontramos sedimentos cretáceos.

Allende el puente Narvaez comienzan a aflorar otra vez sedimentos cuya inclinacion general es hacia el <sup>U</sup>riente, demostrando así que se colocan encima del batolito del Paez. Se trata de liditas (tipo litomargas), cuarcita, entre los cuales se distinguen unos débiles derrames de porfirita. Debido al encubrimiento con acarreo, probablemente cuaternario, la exposicion de los estratos no viene a ser buena sino a partir del medio ascenso al lomo de <sup>N</sup>átaga. Teniendo en cuenta las condiciones de superposicion en el flanco occidental del batolito (region Coetando-Urbe-Granadillo) se cree primeramente que se trata del piso de Giron, desarrollado en una facies bien singular. Sin embargo, el trayecto que conduce a la poblacion de <sup>N</sup>átaga, en que alternan arcillas esquistosas y areniscas mas o menos arcillosas que, a la altura de <sup>N</sup>átaga van recubiertas por una arenisca, raras veces fosilifera que equivale al conjunto superior del piso de Guadalupe, en especial al horizonte superior, segun veremos adelante. De esta manera se deduce que los sedimentos entre el puente de <sup>N</sup>arváz hasta <sup>N</sup>átaga corresponden al piso de Guadalupe, tanto al conjunto inferior (primera mitad del ascenso) como al conjunto superior (segunda mitad del ascenso). Nosotros consideramos poco factible que, en la inmediacion del puente de Narvaez ocurran sedimentos del piso de Villeta porque estos, en toda la region del rio Paez hasta su desembocadura al Magdalena, se manifiestan por la cal, tanto en el conjunto inferior como en el superior. Teniendo en cuenta esta superposicion del piso de Guadalupe al batolito del Paez, se podria suponer que, por el rio Narvaez pasara la línea de desplazamiento oriental del batolito. Sin embargo, como ya lo dejamos anotado, dicha línea, a la latitud del puente de Narvaez, pasa por la parte oriental del batolito mismo y la observacion durante el ascenso a <sup>N</sup>átaga, dirigida al contacto del cretáceo con el batolito demuestra con toda claridad que la parte baja del piso de Guadalupe que atraviesa el rio unos 500 m abajo del puente se levanta con toda regularidad, en parte casi verticalmente sobre las granodioritas. En estas condiciones no se puede pensar en desplazamiento, sino se trata de un caso, frecuente hacia los litorales (latentes) del cretáceo, segun el cual no es el jurásico superior, ni el cretáceo inferior, ni el cretáceo medio el que transgiede

sobre rocas mas antiguas sino el cretáceo superior, el cual con respecto al Oriente de Colombia lo hemos llamado de manera general piso de Guadalupe. La interpretacion de esta superposicion anormal como sobre-escorrimento (Grosse; Huila-<sup>v</sup>agueta) es un error. Al tiempo de reconocer el piso de Guadalupe en su facies oriental andina, hemos tenido ocasion de apreciar otro nivel volcánico del cretáceo el cual se esparce principalmente por la parte baja del piso de Guadalupe, entre Nátaga y el puente de Narvaez. Así se tienen ya dos niveles volcánicos del cretáceo, el presente que corresponde mas o menos al cenomaniano-turoniano (parte baja del piso de Guadalupe) y el de Coetando que se halla hacia la parte alta del piso de Giron, mas o menos en el hauteriviense.

El desarrollo del cretáceo y la superposicion sobre el batolito granodiorítico, determinados entre Mosco-Vitoncó y Nátaga es el siguiente.

Mosco-Vitoncó	San Antonio, Belalcazar	La Muralla, Belalcazar	Coetando	Nátaga
No hubo ocasion de estudiar niveles postaptianos	.....	.....	.....	Piso de Guadalupe; conjunto inf. volcánico directamente colocado sobre batolito

Conjunto inferior piso Villeta:

2) Calizas aptiano-barremianas	Calizas aptiano-barremianas	Calizas aptiano-barrem.	Calizas aptiano-barrem.
3) Liditas, pizarras y esq. lustrosos	Liditas, pizarras y esq.		Liditas, pizarras y esq.
2)			Congl.-aren.
1)			Derrames de porfiritas, aglom.id.

Batolito granodiorítico.....

Los niveles 4 y 3 comprenden el conjunto inferior del piso de Villeta. Los niveles 2 y 1 equivalen a la parte alta del piso de Giron. En Coetando, la superposicion se inicia con el nivel mas antiguo (mas o menos hauteriviense). En La Muralla de Avirama, la superposicion se realiza en

el tiempo de las calizas aptiano barremianas (posiblemente solo aptianas), mientras en Vitoncó y en San Antonio ella comienza con un conjunto anterior a las calizas y seguramente barremiano. En estos dos lugares no se observaron in situ (sí en rodados de la q. Salado, San Antonio) los conglomerados tan típicos del techo del piso de Giron y por este motivo consideramos que se trata de sedimentos posteriores a dichos conglomerados. Las observaciones al N y al S de Coetando respaldan este concepto porque ahí las liditas, esquistos y pizarras claramente se hallan encima de los conglomerados (y debajo de la caliza aptiana).

La superposición irregular del cretáceo sobre los granitos en La Muralla, en San Antonio y en Vitoncó, asimismo que en Nátaga puede ser consecuencia de que la granodiorita ha consumido los niveles restantes, expuestos en Coetando. Sin embargo no se logran determinar, dentro de las granodioritas, niveles alterados que pudieran relacionarse con los que faltan en los puntos citados. Además en Nátaga (puente Narvaez), la superposición del piso de Guadalupe a la granodiorita es demasiado regular y no da lugar a suponer que los sedimentos hayan sido consumido por el batolito. En estas condiciones lo más probable es que la superposición del cretáceo, en distintos niveles estratigráficos, sobre el batolito, se deba a la transgresión del área sedimentaria sobre una topografía arrugada, y en parte sin duda a los movimientos orogénicos del tiempo. Menos probable es que la intrusión granodiorítica haya producido estos efectos, siendo que tan solo hemos observado hasta ahora la intrusión de la componente diorítica dentro del cretáceo, mientras que la única manifestación de contacto de la componente granítica (al E de Vitoncó), indicada por la mineralización del granito en el contacto con el nivel lidítico esquistoso, no es un comprobante definitivo. Pero se debe tener en cuenta que, por ejemplo en el Perú (Stappenbeck), la intrusión de las granodioritas causa efectos muy leves de contacto, en varios casos. Además la presencia de derrames porfíricos en el nivel probablemente albiano del piso del Pesar (Coconuco-Silvia) indica que sí puede haber habido intrusiones graníticas en el cretáceo prealbiano. En ningún caso, la superposición irregular del cretáceo sobre el batolito puede explicarse como efecto de fallas o sobrescurrimientos.

Al recorrer en el lomo de <sup>M</sup>átaga, el horizonte de las areniscas tiernas, granulosas hasta ripiosas, pocas veces fosilíferas (bivalvas) separadas con bastante frecuencia por arcillas esquistosas, estábamos tentados de suponer que se trataba del terciario inferior (piso de Guaguas). Esta suposición se afirmaba al ver que, en la prolongación del lomo anticlinal de <sup>M</sup>átaga hacia la banda meridional del río Paez, dichas areniscas yacen visiblemente en discordancia leve sobre el conjunto porfirítico a que aludiremos al descender a <sup>M</sup>átaga. Sin embargo esta discordancia probablemente no es más que el efecto de la deposición de las areniscas tiernas sobre la topografía irregular que han producido los derrames y los aglomerados que en sí tienen una estratificación muy inhomogénea. Además la presencia de bivalvas de carácter netamente marino, el desarrollo semejante con el nivel de areniscas tiernas de la Sabana de Bogotá y ante todo la semejanza estrecha del perfil ~~Loma de Mátaga-Carnicerías-Estrero Grande~~ con el perfil <sup>d</sup>istribución cupulosa de San Luis-Loma del Sapo, en ambos casos una faja más o menos arcillosa que separa las areniscas tiernas del piso de Guadalupe de los cascajos del piso de Bogotá demuestran que evidentemente se trata de la parte alta del piso de Guadalupe, cuya facies arenosa se percibe desde la Sabana de Bogotá por el borde magdalense de la Cordillera Oriental (Melgar-Alpujarra-Baraya) hasta la región de Carnicerías y probablemente más al Sur. La participación de ripios (conglomerados finos) en las areniscas tiernas de <sup>M</sup>átaga es de particular interés para la paleogeografía porque demuestra, de igual manera como los conglomerados cascajosos de la parte alta del piso de Girón, el carácter de faja costanera latente que tiene la Cordillera Central en el cretáceo, el cual lo hemos podido perseguir hasta más al Norte de Girardot. En relación con la facies del piso de Guadalupe es notable que ~~el~~ conjunto superior, menos las areniscas tiernas, asimismo que el conjunto inferior se manifiestan volcánicos, mientras que, de Alpujarra a la Sabana estas manifestaciones se pierden. De la Sabana de Bogotá al NE, las areniscas del conjunto superior van sustituyéndose lentamente por arcillas (en veces niveles calcosos; Turmequé-Socha) que finalmente, en el Norte de Santander y en <sup>V</sup>enezuela constituyen casi exclusivamente d

conjunto superior del piso de Guadalupe. Se vé, que a medida que el área sedimentaria va distanciándose de la region volcánica del Huila, el sedimento va perdiendo los caracteres volcánicos y al mismo tiempo disminuye el tamaño de grano hasta volverse arcilloso. Lo mismo demuestra que las grandes masas que constituyen el piso de Guadalupe y en general la mayor parte del cretáceo, son de origen volcánico. Como Colombia, casi íntegramente, ha sido área sedimentaria durante el cretáceo y como no hay señas de que los sedimentos de este tiempo provengan de alguna masa continental situada hacia el Brasil y la Guayana o hacia el Pacífico, el origen volcánico de ~~los~~ la mayor parte de los sedimentos es óbvio también por este aspecto. En lo demás, la actividad volcánica del cretáceo se pone bien de manifiesto entre el flanco caucano de la Cordillera Central y la Cordillera Occidental donde la mayor parte de los depósitos de dicho tiempo es volcánico.

El potente nivel volcánico que se desarrolla debajo de las areniscas tiernas del piso de Guadalupe, apenas indicado hacia la parte baja del piso en la region de <sup>de</sup> ~~Nátaga~~-rio Narvaez, se presenta tan pronto se inicia el descenso desde el lomo de <sup>de</sup> ~~Nátaga~~ hacia Carnicerías. Se trata de porfiritas, aglomerados y material tobáceo, abigarrado que no muestra estratificación clara y que mas bien representa un revuelto en que participan como sedimentos las areniscas de fractura angulosa, rosado pardas hasta blancas (gris oscuras en estado fresco), entre las cuales se encontró un fragmento caloso, conchífero. Además se observan algunos bancos de arcillas abigarradas, en parte negro prietas, color que también tienen unas litomargas que asoman poco antes de llegar al plano de Carnicerías. Este conjunto porfirítico, atravesado localmente por una porfirita algo felsítica verdosa, abarca desde el nivel de las areniscas tiernas (techo del piso de Guadalupe y del cretáceo) hasta un nivel que debe estar próximo al piso de Villeta, cuya parte alta calosa conoceremos pronto. La potencia que adquiriere aquí el nivel volcánico es tanto mas notable cuanto que, en la region de <sup>de</sup> ~~Nátaga~~, las manifestaciones porfiríticas se reducen al conjunto inferior y son débiles. Esto demuestra que la facies volcánica del departamento del Huila está sometida a alternativas rápidas.

En cuanto a la construcción que tiene el lomo de Nátaga se vé q que se trata de un anticlinal de rumbo N hasta NE, cuyo flanco occidental es suave y cuyo flanco oriental cae bruscamente a Carnicerías, sin que medie dislocación porque, a continuación E los estratos del terciario marcan el declive regular de los estratos del anticlinal al O-riente. En dirección Sur, o sea hacia el río Paez, el eje del anticlinal descende, siendo probable que lo mismo suceda hacia el Norte, de acuerdo con el carácter ondulado de los plegamientos entre Carnicerías y Meiva. De esta manera, el lomo de Nátaga vendría a ser una cúpula.

Durante el descenso se tiene casi de continuo a la vista el espectáculo de una de las construcciones mas regulares que se puede imaginar, comparable tan solo con la cúpula de Guatavita, en el lado oriental de la Sabana de Bogotá. La construcción geológica está representada por la artesa de Potrero Grande, situada al NE de Carnicerías. Tiene la forma de un potrero extenso, rodeado en circunferencia por rocas, largo de S a N y angosto de W a E. Constituido del terciario medio (piso de Bogotá; Gualanday en el alto Magdalena), los estratos se inclinan en el Sur, Oeste y Oriente hacia el interior y es seguro que lo propio suceda en el término septentrional que no pudimos apreciar con seguridad (en general el terreno geológico se levanta al Norte). De esta manera resulta una artesa alargada que es única en su forma y que el ojo no se cansa de contemplar.

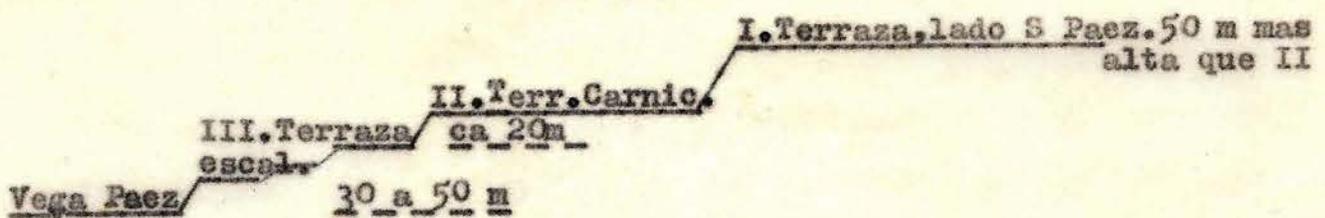
El perfil, complementado estratigráficamente con las observaciones posteriores, es el siguiente:



No pasaremos inadvertido el hecho de que ya en Nátaga y mejor aun en el descenso a Carnicerías se destacan los paisajes geológicos de la hoya andina del Magdalena, arrugada en esta sección cercana al nudo ecuatoriano. Entre planos y terrazas se levantan los plegamientos ondulados que en general se reflejan en la orografía y el ter-

ciario se convierte en la formación pre/dominante. En la Cordillera Central en cambio predomina el cretáceo metamórfico al lado de rocas néisicas y gneisquitos cristalinos que en parte-no todas-pueden considerarse precretáceas. La abundancia de rocas eruptivas y de rocas volcánicas contrasta con la relativa escasez de estas en el alto Magdalena, y los plegamientos, aun cuando de vez en cuando reflejan regularidad y amplitud, son complicados, estrechos y seguramente se hallan sometidas a fuertes dislocamientos regionales.

En el descenso, después del cretáceo, se entra a los sedimentos que forman el plano de Carnicerías, <sup>compuestos</sup> formados esencialmente de material andesítico, mientras el material de granito, profirita etc. es relativamente escaso. Teniendo en cuenta que se trata de un antiguo plano, aterrazado hoy día, se puede considerar que se trate del piso de Popayan, posiblemente también del cuaternario. El aterrazamiento se distingue bien al E de Carnicerías y en el lado Sur del río Paez:



Después de remontar desde Potrerillos a Guaiquito se entra en la faja bastante seca que se extiende por el borde occidental (y por el oriental) de la hoya andina del Magdalena. La vegetación disminuye y asimismo decae la productividad del suelo. Esta se pone de manifiesto en los cultivos durante el tiempo de lluvias, ante todo en las partes arcillosas del lomo de Nataga que tiene bastante agua. En la región de Carnicería vuelve a presentarse el tipo del suelo andesítico y este, debido a la sequía relativa, viene a tener caracteres semejantes, aunque nunca tan acentuados, como el de los Llanos del Tolima. La transformación de este suelo en tierra agrícola fértil seguramente se realizará en el futuro mediante el riego que se puede extraer de los ríos cercanos. En la actualidad, la poca densidad de población y la distancia de los centros de consumo no hace factible estas obras.

En cuanto a minas, no hemos podido obtener informaciones, excepto las relativas a aluviones auríferos en la planada interior de Petrero Grande, en el río (Negro de) Narvaez y en el petrero de Mancola, cerca de Carnicerías. En vista de que se comienza a entrar a la hoya del Magdalena, el terreno, aparte de las expectativas de minerales metálicos, ofrece las del petróleo. Este se relaciona con los sedimentos cretáceos, pero en nuestro viaje rápido no fué posible visitar manifestación alguna. Como nota de especial interés agregamos en esta parte que el ingeniero de minas, señor Enrique White Uribe, ha reconocido una manifestación de petróleo en la cumbre de la Cordillera Central, sobre el paso de Inzá a Silvia. El petróleo asciende ahí por andesitas y debe tener su origen en el cretáceo metamórfico, como también en sedimentos de la misma índole de la Cordillera Occidental (W de Bolívar, Valle) se encuentra bitúmen. La investigación de la manifestación entre Inzá y Silvia, cosa bien singular para la Cordillera Central, sin duda es de mucho interés científico. En cuanto a carbon, hemos de manifestar que las expectativas son escasas. El piso de Guaduas, si se halla presente, se oculta en Carnicerías y es posible que la facies carbonífera sea deficiente. Las averiguaciones hechas sobre carbon en lo demás no han dado resultado y en nuestro viaje no tuvimos ocasión de observar manifestaciones de carbon ni en el cretáceo ni en el terciario. En estas condiciones, la solución del problema de combustibles para el Huila, excepto regiones como la de Baraya (Oriente de Baraya) y otras pocas, depende de la calidad de los yacimientos petrolíferos.

Séptimo día. Carnicerías-Angostura (del río Paez)-Puente del Colegio sobre el Magdalena-Fuerte Seco-El Hobo.

El camino en su mayor parte sigue por terreno plano, arreglado provisionalmente para el tránsito de automóviles, y emboca luego en la carretera Neiva-El Gigante. Por tratarse de un terreno árido en general, se tiene buena observación desde el camino hacia los cordones y cerros de los contornos. La sequedad del clima se acentúa paulatinamente a medida que se avanza hacia El Hobo y de ahí hacia Neiva. El trayecto entre la Angostura y el puente del Colegio se presta admirablemente pa-

ra el estudio del terciario medio y superior, el cual se halla muy bien expuesto en una sucesion que apenas parece afectada por un leve anticlinal pando que pasa cerca o por el Magdalena. --Ademas este terreno es básico para determinar en menor escala la relacion entre el caracter de los plegamientos y los movimientos isostáticos. Hasta ahora no habíamos conocido terreno del detalle tan favorable para estos fines como el que se presenta entre Carnicerías y el puente del Colegio. Aparentemente complicado viene a simplificarse tan pronto se reconocen los caracteres isostáticos. --En nuestro viaje no hemos podido controlar la geología tan a fondo como lo requiere un asunto tan interesante, pero creemos que, con una semana de estudios en el terreno, ellas se obtienen. Lo mas dispendioso es la determinacion geográfica como base para la geología.

Comenzaremos la exposicion del trayecto Carnicerías-El Hoyo con el perfil que se divisa sobre el lado Sur del rio Paez, tomando la zona próxima al Rio (el perfil anterior se refiere al lado N del rio Paez).

ANTICLINAL NATURAL



Debido a que la apreciacion hubo que hacerla a distancia, no hemos podido aclarar la relacion del cretáceo en la mitad occidental del perfil. El que caracteriza los dos pequeños anticlinales en el centro, asoma a continuacion del rumbo NE en nuestra ruta y equivale ahí al piso de Guadalupe y a la parte alta del piso de Villeta. Como los ejes de estos plegamientos, entre nuestra ruta y la línea del perfil no se levantan apreciablemente, es de suponer que los niveles geológicos s6

se conserven iguales en ambas partes, hallándose cubiertos vastamente por el piso de Bogotá (ribera septentrional del Paez) y por el terciario superior y el cuaternario. En cambio no hemos podido apreciar bien la manera de empatar las areniscas tiernas de los pequeños anticlinales en el centro del perfil con los pliegues que representan la prolongación Sur del anticlinal de Nátaga. - El terciario que constituye el flanco noroccidental de un sinclinal pando en cambio se ha podido determinar bien con respecto a la sucesión estratigráfica, asimismo que en la división del piso de Bogotá, el cual aflora muy bien en la ruta de la Angostura. El piso de Guaduas que probablemente asoma en el declive comprendido entre el filo de los cascajos del piso de Bogotá y el primer anticlinal cretáceo, está cubierto en la banda septentrional del Paez y por lo tanto se ha sustraído a la observación directa, circunstancia que es deplorable porque los afloramientos de este piso a lo largo de la hoya del Magdalena son escasos.

Teniendo en cuenta las observaciones hechas en la artesa de Potero Grande, incluidas al perfil Nátaga-Carnicerías, los pisos que se han observado entre Carnicerías y La Angostura (del río Paez) son los siguientes.

- 1) Cuaternario y piso de Popayan; este último conservado en terrazas más o menos túficas y aglomeráceas.
- 2) Piso de Honda, formando aparentes ondulaciones suaves a unos 3 kms al E de La Angostura. Constituido de ripio tobáceo, andesítico. (Piso de Honda Hettner, non Stutzer).
- 3) Piso de Bogotá; provisionalmente conceptuado en cuanto a la parte alta que puede pertenecer ya al piso de Honda de Hettner. Este piso, de acuerdo con el concepto provisional, se divide en cinco conjuntos, apreciados directamente en el camino de La Angostura al Puente del Colegio.
  - 1) Conjunto inferior de conglomerados cascajosos de lilitas y cuarzos, estratigráfica y petrográficamente idéntico al conjunto de Chicoral, en la base del piso de Bogotá (luego Gualanday) en el puente de Chicoral (Girardot-Gualanday).
  - 2) Conjunto de arcillas abigarradas, en su mayor parte rojas, con intercalación de bancos de arenisca y de cascajos, friables.
  - 3) Conjunto de bancos gruesos de cascajo grueso y de arcilla y arenisca abigarradas. Lo más probable es que este conjunto equivalga a un nivel cascajoso-arcilloso que se halla en el perfil básico del piso de Bogotá (facies Gualanday) entre el conjunto inferior cascajoso y el

- Conjunto superior cascajoso, quedando alguna duda acerca de si el conjunto 3 de La Angostura es eventualmente equivalente del conjunto superior cascajoso de la facies de Gualanday del piso de Bogotá.
- 4) Conjunto arcilloso-arenoso-tobáceo, expuesto sobre la ruta al W del Puente del Colegio. El carácter tobáceo de este conjunto hace pensar que se pueda tratar ya del piso de Honda de Hettner. Sin embargo es posible que se trate de la facies tobácea del conjunto de la parte media alta de la facies de Gualanday del piso de Bogotá.
  - 5) Conjunto de cascajos; no se pudo apreciar de cerca. Parece equivaler a los cascajos lúfíficos, con cemento túfíco que se hallan al E de Puente Colegio formando un cantil morfológico al lado de la carretera.
  - 4) Piso de Guaduas. No hubo ocasión de apreciarlo por afloramientos, de manera que su presencia no es del todo segura.
  - 5) Piso de Guadalupe. Asoma bien en el anticlinal de Nátaga, pero está cubierto casi íntegramente en el camino de Carnicerías a La Angostura. Apenas alcanza a asomar la parte más baja, formada de liditas que reposan sobre la caliza superior del piso de Villeta.
  - 6) El piso de Villeta solo asoma en la parte más alta, caracterizada por la cal de Exogyra Mermeti y ostras del cenomaniaco (inferior). En el lugar del afloramiento, parece que han influido rocas intrusivas que han alterado la cal. En forma de rodados abundantes se halla este nivel en la planada que queda en el conjunto II del piso de Bogotá al NE de La Angostura. Se trata del arrastre de un quebrada que viene del Occidente y que rompe el filo de cascajos basales del piso de Bogotá.

En cuanto a la tectónica, caracterizada por plegamientos ondulados, distribuidos al parecer sin método se hace la observación de que ellos se rigen por la influencia isostática en la misma forma como ella se determina a mayores y medianos rasgos en la sección andina de Colombia. Los plegamientos menores que se hallan en la parte media del perfil, acentuados y bien separados uno de otro, ascienden hacia el SW y a la medida del ascenso van debilitándose hasta formar ellos en conjunto la cima de una cúpula cuyo flanco oriental ante todo es muy ámplio. La compensación de esta cúpula debería buscarse en una artesa que se forma en el bajo Páez, pero esta no llega a consumarse debido a que el descenso no es suficientemente ámplio, advirtiéndose que es raro encontrar la transición completa entre una anticlinal cúpula y una artesa, formados isostáticamente en determinado sistema de plegamientos. El estudio de esta zona ondulosa de la hoya andina del Magdalena, donde esta se carga fuertemente hacia la Cordillera Central-movimiento que

se compensa con el avance de la Cordillera Central hacia la hoya del Cauca (region de Popayan al S y al N) - es del mayor interés, como lo dijimos, y la exposicion tectónica es excelente. -

Al avanzar hacia el puente del Colegio sobre el rio Magdalena, se atraviesa evidentemente el conjunto IV del piso de Bogotá, segun su determinacion en La Angostura. Los estratos muestran ahí muy poca inclinacion y revelan, en el Magdalena, un anticlinal pando. El caracter túfico que tienen ahí los sedimentos es muy llamativo en el caso de que se tratara del piso de Bogotá porque este, en la region de Gualanday no muestra esta clase de sedimentos. - Al otro lado del puente, la carretera pasa al pié de un cantil formado de cascajos de liditas y de cuarzos, cementados en parte por tobas. Estos contienen bloques pequeños formados probablemente de los cascajos del legítimo piso de Bogotá. Esto hace prever que el conjunto V del piso provisional de Bogotá se halla en discordancia con el resto de dicho piso. En efecto veremos adelante que un nivel cascajoso, análogo al conjunto V transgriete no solo sobre niveles del terciario sino tambien del cretáceo, penetrando bastante hacia la Cordillera Oriental, al N de Neiva. En estas condiciones, como el piso de Honda de Hettner (piso de Tilatá en la Cordillera Oriental) forma parte de la fase erectriz de los Andes en Colombia, es seguro que habrá que separar el citado conjunto del piso de Bogotá y considerarlo como base del piso de Honda, cuya edad, segun paralelizacion desde el alto Magdalena y la Sabana de Bogotá con Venezuela, es del mioceno superior. Ponemos de presente que, en la Angostura no hemos podido apreciar de cerca el conjunto V y que, debido a la intercalacion del conjunto III en forma de un filo, no hemos podido decifrar su correlacion con el nivel cascajoso que se halla allende el puente del Colegio. Nosotros consideramos que la subdivision del terciario en la hoya del Magdalena no es complicada, pero en nuestro viaje rápido no hemos podido obtener la suficiente seguridad para establecer orientaciones definitivas. Referimos al lector al trabajo de Grosse sobre el Huila Caquetá en que la subdivision se hizo segun otros puntos de vista.

Al haber reconocido la parte baja del piso de Bogotá - sin que hubiere lugar a error - necesitamos hacer una aclaracion en relacion con la

estratigrafía del terciario de la hoya andina del Cauca y que es muy significativa para darse cuenta de la simetría no solo tectónica sino también estratigráfica que existe entre ambas fajas, ubicadas a lado y lado del eje de simetría longitudinal de los Andes que es la Cordillera Central. Durante la exploración de los departamentos del Valle y del Cauca habíamos considerado que el terciario carbonífero que se extiende de Cali al Sur (no el de Buga al Norte) sería terciario medio. Sin embargo al volver a ver el desarrollo del terciario medio en el alto Magdalena, nos dimos cuenta, inmediatamente que solo aquella parte del terciario carbonífero del Valle del Cauca y del Cauca es terciario medio, la que comienza con los cascajos de cuarzo y líditas llamados conjunto de Cinta de Piedra porque se superpone al terciario inferior en la misma forma como su equivalente magdalense, el conjunto de Chicoral, sobre el piso de Guaduas, representante oriental del terciario inferior. En consecuencia, los propios sedimentos carboníferos que se extienden al S de Cali hasta el alto Patía y que están debajo del nivel de Cinta de Piedra, son claramente equivalentes del piso de Guaduas y los hemos llamado definitivamente piso del Cauca para tener un nombre para la estratigrafía del Occidente andino de Colombia. El piso que comienza con el nivel de Cinta de Piedra lo hemos llamado piso de Antioquia porque es más o menos seguro que a él corresponde el terciario carbonífero de Antioquia en su mayor parte. De regreso a Bogotá, tuvimos oportunidad de determinar, entre los fósiles traídos del piso del Cauca, la *Venericardia planicosta*, típica para el eoceno, parte del terciario inferior de la subdivisión colombiana. Además hallamos una correlación estratigráfica tan estrecha entre el piso de Guaduas y el piso del Cauca como no pensábamos encontrarla a tan grandes distancias y en terrenos de tan distinta evolución tectónica.

Nuestro propósito había sido recorrer enseguida la Cordillera Oriental, pero, hasta Neiva, hubo que utilizar la carretera que sigue cerca al río Magdalena porque el viaje por la citada Cordillera habría demandado mucho tiempo. Sin embargo, logramos formarnos una idea general sobre su constitución mediante la recolección de los rodados

En la primera quebrada seca que se atraviesa al Norte del puente del Colegio que da paso a la banda oriental del río Magdalena, los rodados constan de granodiorita, de porfirita de derrames de colores pardo rojo y azul, de las rocas volcánicas que se encuentran en el nivel del Pesar (pórfiro cuarzoso, porfirita, felsita, brecha y conglomerado pórfiro porfirítico) y que son generalmente de color verdoso hasta gris, y de una arenisca de color olive oscuro que puede provenir del conjunto IV del piso de Bogotá. - 2 Kms adelante del puente se cruza una quebrada grande, de fuerte poder de arrastre en las crecientes que lleva en general las mismas rocas como la quebrada anterior. Los rodados constan de granodiorita inyectada en esquistos, granitos y dioritas de carácter sienítico, granito epidótico y todas las rocas del nivel del Pesar. Además ocurren areniscas andesíticas y otros rodados del piso de Honda que constituye el terreno alledaño. - Se vé pues que la Cordillera Oriental, en este trayecto está compuesta vastamente de granodiorita del tipo de la del batolito del Paez y que además participan los derrames porfiríticos comunes y los del tipo del Pesar (albiano). La Cordillera Oriental ofrece pues a esta latitud un carácter enteramente distinto del que comienza a presentarse de Neiva al Norte, distinguido por la constitución de sedimentos en que las rocas volcánicas e intrusivas son escasas. No puede sorprender esta particularidad de la Cordillera Oriental en el sector Sur-Huilense porque se trata de la proximidad del nudo ecuatoriano hacia el cual la actividad magnética aumenta de acuerdo con la observación de qué, desde la cuenca del Caribe hacia el citado nudo, aumenta la intensidad tectónica. - Según se vé desde la carretera, la Cordillera Oriental no dista sino unos 5 a 6 kms al Oriente y se levanta con la brusquedad que conceden las rocas eruptivas. Este carácter se mantiene hasta más o menos frente a El Hoyo y hace prever una línea de dislocamiento fuerte entre la cordillera y la hoya andina, formada ahí del piso de Honda en su mayor extensión o en la totalidad.

El camino sigue por material arenoso andesítico y arcillas pardo rojas del piso de Honda, el cual forma una bella estribación cupulosa hacia el Norte que se hunde hacia la segunda quebrada con agua corrien-

te que se atraviesa adelante del puente del Colegio. En lo demás este piso es el típico terreno de ondulaciones que aun no ha llegado al estado de plegamientos, propiamente dicho. Hacia las cordilleras, el piso de Honda por cierto manifiesta algunas ondulaciones con carácter de plegamientos, pero en el talweg del Magdalena (region de Neiva vista del Sur) las ondulaciones son tan suaves que apenas se distinguen. Evidentemente se trata aquí de un ejemplo de terreno ondulado del terciario superior que refleja los caracteres de la tectónica ondulosa que debe tener el cretáceo en la faja de los Llanos.

Al observar el terreno de la banda occidental del Magdalena, se destaca una cúpula alargada, cuya parte central debe estar formada de cretáceo y cuyos bordes manifiestan los files de los niveles cascajosos del piso de Bogotá. Ante todo llama la atención el descenso regular hacia el Norte que queda mas o menos al NW del empate de la carretera que va a Puente Colegio con la de Gigante. El descenso es ámplio y bien redondeado en cuanto al cretáceo y se suaviza, al tiempo de estrecharse, en cuanto al piso de Bogotá cuyos files siguen una larga distancia hacia el Norte. Es este el tipo del descenso de los plegamientos hacia las cuencas, como lo podemos observar en el lado occidental de la cuenca de los Llanos del Tolima y en la Sabana de Bogotá. Aquí se trata del descenso hacia la cuenca de Neiva, colocada entre las Cordilleras Oriental y Central, represada hacia el Norte por el cordón geológico que pasa por Golondrinas (separación con la cuenca de los Llanos del Tolima) y hacia el Sur por el levantamiento de los plegamientos del interior de la hoya andina en dirección al Gigante. La cuenca de Neiva tiene mayor longitud sobre el borde oriental, de manera que no puede sorprender que, cuanto mas avanzamos al Occidente se hallan los cordones geológicos (anticlinales mayores), tanto mas lentamente descienden, particularidad que se puede observar muy bien en la banda occidental del Magdalena, observándose desde el camino de Puerto Seco-El Hebo-Neiva. El asunto reviste interés práctico porque las zonas de mejores expectativas petrolíferas se hallan hacia el descenso de los plegamientos al interior de las artesas. -- Advertimos

que, en el descenso de los cordones geológicos del lado occidental del Magdalena, los enlazamientos de un y otro plegamiento, naturales en todas partes, se acentúan bastante, como se puede ver al avanzar hacia Neiva.

Para dar una información gráfica sobre la tectónica del talweg del río Magdalena, se agrega el siguiente perfil, tomada a unos 5 kms al Sur de El Hobo, el cual se complementará con otro, tomado a la latitud de Neiva.



Al N de la desembocadura de la quebrada Basimilia (viene de la Cordillera Oriental), la prolongación baja de la cúpula que hemos observado al W del empate de las carreteras del Colegio y del Gigante, viene a cubrirse del piso de Honda, acusando así la continuación del descenso leve. Cerca del Hobo, el descenso se suspende prácticamente y el anticlinal de la cúpula se prolonga por la ribera oriental del Magdalena, constituyendo del piso de Honda que forma un cordón muy bajo.

Al Occidente del citado anticlinal bajo se observa otra cúpula allende la cual la Cordillera Central se levanta bruscamente y está constituida probablemente de rocas eruptivas y metamórficas. Esta segunda cúpula se distingue por un descenso cónico suave, amplio como la cúpula misma. Para distinguirla en lo sucesivo de la primera cúpula la llamaremos cúpula 2 y la anterior cúpula 1.

Al avanzar hacia el Hobo, el piso de Honda frecuentemente muestra residuos delgados del cuaternario, el cual engruesa hacia los paredones de las quebradas. Entre de los conglomerados resalta una porfiritita labradórica de color negro con grandes fenocristales de feldespatos, probablemente de la misma edad que la que atraviesa el batolito del Paéz cerca al puente del río Marvaes.

La region atravesada entre Carnicerias y El Hobo es de clima seco y está constituida principalmente por material andesítico. Debido a la sequedad, la fertilidad de esta clase de suelos no se pone de manifiesto sino en las partes donde el nivel del agua subterránea (sábana) se halla a un nivel alto o donde hay riego natural o artificial. En donde el cuaternario cubre el piso de Honda, el suelo es de mala calidad, lo cual se comprueba también en las partes secas.-

Con respecto a los valores mineros conviene poner de presente las expectativas petrolíferas del cretáceo, las cuales, en esta zona de descensos cupulosos cónicos y regulares, y en general de plegamientos ondulados, sin duda son más atractivos que en el terreno estrecho y comprimido de la hoya del Magdalena que se halla entre Girardot y Honda. De acuerdo con los estudios hechos en otro tiempo en la region del Saldaña (al SE de Coyaima), las expectativas pueden fundarse en la calidad petrolífera del conjunto inferior (esquistoso) del piso de Guadalupe y de la parte alta del piso de Villeta, siendo probable que existan otros niveles de expectativas petrolíferas en horizontes más bajos del cretáceo.

Octavo día. El Hobo-Neiva-cruce río Fortalecillas (La Unión).

El recorrido se verifica en toda la extensión por las llanuras onduladas hasta aterrazadas de la region de Neiva, centro de la artesa o cuenca de Neiva. Sobre todo el trayecto no se encuentra sino el piso de Honda, cubierto a veces de un manto delgado de conglomerados cuaternarios. En cambio, la Cordillera Oriental pierde paulatinamente su carácter uniforme y brusco, ofreciendo mayor variedad geológica. Desde la Cordillera Central avanza, hacia Coyaima y Golondrinas, el potente cordón geológico del Saldaña, el cual junto con el cordón que baja desde la Cordillera Oriental hacia Golondrinas, forma el borde septentrional de la cuenca de Neiva.- El paisaje tectónico y estratigráfico que se domina desde el camino El Hobo-Neiva en dirección NW hasta ENE es extraordinario por la nitidez con que se hallan ex-

puestos los rasgos principales y por lo vasto del campo. El viajero que va de paso no puede retener sino algunos y tropieza con las complicaciones geográficas. Una serie de fotografías aéreas (estéreo oblicuas) y de fotografías tomadas con la cámara estereo autográfica ampliarían y concretarían la información tomada de paso, complemento que ese campo geológico merece.

Al salir de El Hobo, se observa que las quebradas y los conglomerados cuaternarios conducen una apreciable cantidad de cal del cretáceo (piso de Villeta) y esto mismo indica que el carácter sedimentario de la Cordillera Oriental, tal como se presenta desde la Sabana de Bogotá hasta Venezuela, comienza a imponerse. El agua de las quebraditas que nacen en el llano mismo o en su límite con la Cordillera Oriental llevan ~~un~~ agua lechosa y gruesa (cargada de sales), particularidad que se debe en parte (suspensión que da el color lechoso) a los conglomerados arcillosos, en parte (sales) a las materias solubles que provienen del piso de Honda. En cambio las quebradas y ríos que bajan de la Cordillera Oriental llevan agua pura, poco gruesa cuando el caudal es abundante.

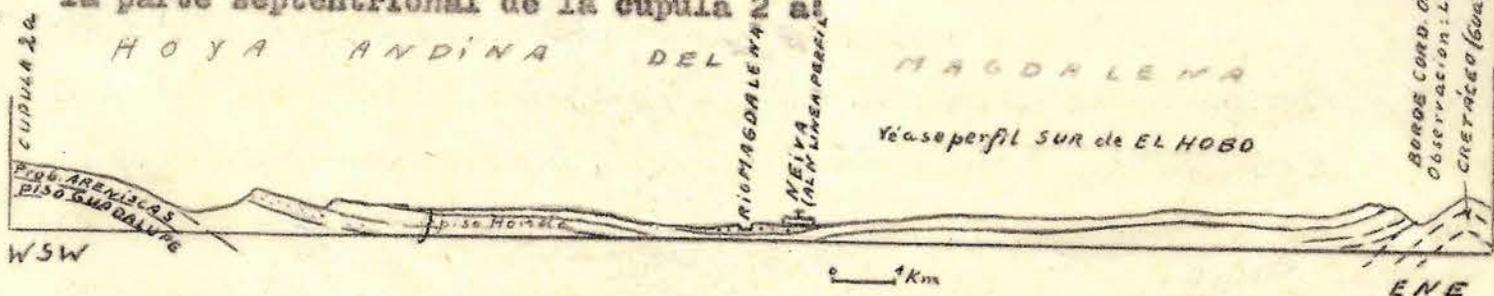
En cuanto a la constitución geológica del borde magdalense de la Cordillera Oriental, frente al Hobo, se vé que ahí desciende desde SW hacia NE un cordón que debe estar formado de cretáceo sedimentario (y volcánico) y de terciario. Al E de este cordón, la Cordillera todavía manifiesta su carácter granodiorítico. Al NE de la parte baja del borde que queda al E de El Hobo, la faja oriental comienza a erguirse fuertemente culminando al NE de Campealegre, población situada al pie de la Cordillera. Esta culminación que corresponde seguramente a una cúpula mayor y compleja (nudo o núcleo, menor) es de especial interés por que representa la compensación oriental del hundimiento fuerte de la cuenca de Neiva. Ella refleja en menor escala el núcleo de Quetame que se forma como compensación del hundimiento centrado en la cuenca de la Sabana de Bogotá.

En la ribera occidental del Magdalena se vé que el anticlinal en

que se halla la cúpula 2 se deprime al NNW de El Hobo, volviendo a levantarse luego y a constituir otra cúpula amplia que se prolonga hasta cerca a la desembocadura del río Neiva. Esta cúpula que calificaremos de 2 a, está constituida en su parte alta de cretáceo, mientras que los bordes van formados del piso de Bogotá (¿también Guaduas) y luego del piso de Honda. Se vé que el cuadro de cúpulas que caracteriza el interior de las cuencas, va complementándose satisfactoriamente en la cuenca de Neiva. Es particular que tanto en esta cuenca como en la de los Llanos del Tolima, las formas cupulosas no se presentan sobre el lado oriental del Magdalena sino sobre el lado occidental. Esta circunstancia probablemente se relaciona con los pliegues estrechos y axialmente mas o menos parejos que van con rumbo Sur desde la region de Honda-Mariquita. Además ella es efecto del traslado del campo principal de la cuenca de Neiva hacia el lado occidental del Magdalena, hacia donde se prolongan las estructuras típicamente onduladas de rumbo NE-SW que se hallan en el lado oriental de la Sabana de Bogotá.

Como consecuencia de la aparición del anticlinal bajo, formado del piso de Honda, en la ribera oriental del Magdalena, las quebradas que bajan de la Cordillera Oriental no se dirigen directamente al Magdalena sino se dirigen hacia el N y NW, motivo por el cual la planada al N del Hobo es mas o menos pareja, extendiéndose hacia la ribera Sur del río Neiva, el cual corre bastante al Sur de la población de Neiva. Dentro de esta planada seca, el río Neiva ha cortado terrazas que se manifiestan bien en el lado meridional del río.

Desde la banda Sur del río Neiva se observa el siguiente perfil en la parte septentrional de la cúpula 2 a:



El perfil se ha complementado, de manera que muestra también el ondulado del piso de Honda en la banda oriental del Magdalena y su posición con respecto a los pliegues del cretáceo, según ellos se observaron entre La Unión y Baraya. Las ondulaciones al E de Neiva son muy suaves y a veces parecen imperceptibles; la inclinación es de 2 grados y menos.

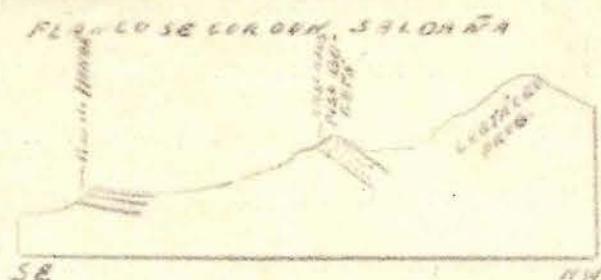
Con respecto al borde de la hoya del Magdalena con la Cordillera Oriental se observa que frente al núcleo que se forma en el borde de la citada cordillera y que llamaremos núcleo de <sup>Neiva</sup> ~~Neiva~~ Campealegre, las aguas han depositado un vasto cono de inyección que comienza en Campealegre y llega más o menos hasta la región al Oriente de Neiva.

A unos dos kilómetros al N de Albarán, caserío desparramado situado en el lado septentrional del río Neiva, comienzan a conservarse más vastamente los depósitos cuaternarios, colocados sobre el piso de Honda. Ellos se componen en partes de rodados y material andesíticos, en parte de rodados comunes que tienen un tamaño hasta de puño, entre los cuales predominan las granodioritas que también ocurren en bloques grandes.

A partir de Albarán, la planada de los Llanos de Neiva se amplía considerablemente de acuerdo con el avance hacia la región central de la cuenca de Neiva. Al NE de la cúpula 2a, y enlazada con esta, se observa otra (3) que desciende más al N de la desembocadura del río Neiva y que, como las demás, se halla sobre la banda occidental del río Magdalena. Al seguir hacia Neiva, el terreno, en parte aterrizado levemente, sigue formado del piso de Honda que aflora en grandes trayectos bajo el manto cuaternario. Advertimos en este lugar que el piso de Honda sigue componiendo la superficie o el subsuelo que yace bajo el cuaternario, vía de Matagajá, Prado, Santa Rosa hasta Girardot.

El cordón del Saldaña, muy amplio y subplegado (en parte fallado), se desarrolla con rumbo NE desde el Nevado del Huila que acostumbra ocultarse en las nubes. Al NW de Neiva se observa una depresión en este cordón y al SW de ella se levanta un potente núcleo de formas bastante regulares. Hacia el límite con la cuenca de Neiva, se observa un filo

formado del piso de Bogotá-cascajos- que llama la atención por la regularidad de su desarrollo. Al NW de este filo debe seguir el cretáceo que probablemente compone la mayor parte del cordón complejo del <sup>la</sup>aldaña. La apreciación tectónica del flanco del cordón que desciende hacia la cuenca de Neiva, no se puede hacer a distancia porque es posible que ocurran inversiones fuertes y aun sobresescurrimientos. Los rasgos que se alcanzan a ver, son estos:



En el río Fortalecillas, asoma, bajo el piso de Honda, una roca que solo logramos apreciar a distancia y que debe ser de carácter eruptivo. Probablemente se trata de un afloramiento de los pórfiros cuarzosos negros que describe Bergt del mismo lugar (p. 80). Según observaciones en la región de Tinajas, éstos pórfiros cuarzosos atraviesan el nivel porfirítico hauteriviano que se halla bajo el horizonte de areniscas de Cáqueza; en otras partes ellos tienen carácter de derrame, como en el cordón del Pesar. De todas maneras el afloramiento indica la presencia del cretáceo (medio o inferior) debajo del piso de Honda en una parte que aparentemente todavía pertenece a la zona central de la cuenca de Neiva. La aparición del cretáceo en esta parte demuestra que las rocas de los cordones que descienden bruscamente entre Golondrinas y Alpujarra se prolongan hacia la parte plana de la cuenca de Neiva e indican así que el centro de la cuenca debe hallarse más al Sur.

-----

En cuanto a la calidad del suelo y a los valores mineros, lo que se dijo en relación con la descripción del trayecto anterior-Carnicerías-Hobo-vale también en el presente caso. El clima es bastante árido, más seco que al Sur del Hobo y caracteriza el terreno marginal hasta la altura de unos 1300 m.

Noveno día. Cruce río Fortalecillas-La Union-Baraya.

Desde la latitud de Neiva hacia el NE, la Cordillera Oriental muestra un aspecto mas apacible que en el trayecto de Neiva al SW. Ella ya no selevanta bruscamente desde los Llanos del Huila sino traspasa a ellos mediante cordones descendientes que engranan con la parte alta oriental de los Llanos. En estas condiciones, se podia elegir un ruta adecuada que permitiera estudiar una parte de la Cordillera Oriental en que solo Stille habia hecho una incursion rápida cuyos resultados era necesario revisar. -El camino del cruce del río Fortalecillas a La Union se aparta de la carretera Neiva-Villavieja a unos 3 kms adelante del puente sobre el citado río, y se desarrolla por un terreno aterrazado y alomado del piso de Honda. Luego asciende a una terraza alta, vasta que se halla medianamente cortada por unos riachuelos y por la cual se avanza hacia La Union. El terreno hasta ahí es árido y se halla cubierto de pasto ralo natural y de matorrales espinosos en la cercania de los cauces de las quebradas, casi todos secos. En La Union, poblacion situada al pié de la Cordillera Oriental, el clima húmedo ya se hace sentir y se manifiesta en niveles mas altos por la rebustez de la selva. -Desde La Union, el camino se dirige hacia el NE, siguiendo el rumbo de los cordones de la Cordillera Oriental y avanza por un terreno semiseco, atravesado por algunas quebradas y rios que llevan agua y constituido esencialmente del piso de Honda que reposa ahí en fuerte discordancia sobre el cretáceo. Baraya, como La Union, se halla sobre el límite de la hoya andina del Magdalena con la Cordillera Oriental y llama la atencion tanto por la fertilidad de los campos que se hallan en la inmediacion como por el movimiento comercial activo. De igual modo como La Union, esta poblacion dispone de una carretera que se une a la de Neiva-Villavieja. Un trayecto que se estaba construyendo entre La Union y Baraya, se ha abandonado. -Es de advertir que, gracias al clima seco hasta árido, la realizacion de carreteras no ofrece problemas de consideracion, segun lo demuestra tambien el hecho de que el trayecto entre puente Colegio y Carnicerias ha podido adaptarse a carretera sin

necesidad de hacer construcciones costosas. Estas carreteras provisionales se interrumpen en el tiempo de lluvias, pero como estos son cortos el perjuicio no es excesivo. Queremos añadir que, desde Baraya, se ofrece una oportunidad para penetrar bastante cómodamente a la Cordillera Oriental cuya parte alta ofrece vastos lomajes de tierra fría húmeda, fértil. Ahí mismo, según informaciones obtenidas en Baraya y La Union, se conocen afloramientos de carbon, combustible mineral el cual, según hemos visto, escasea en el departamento del Huila.

En la region del rio Fortalecillas, el piso de Honda <sup>ofrece</sup> presenta ondulaciones menores y suaves y se presenta en el nivel tobáceo con ripios y cascajos de lidita negra, pórfiros, porfiritas, granodioritas y de andesita. En veces, la erosion ha cortado formas que se asemejan a pagodas. La estratificacion es irregular y cruzada. Al ascender al plano alto que conduce a La Union, aflora una formacion que en parte puede pertenecer al cuaternario, o mas probablemente al piso de Mesas, equivalente del piso de Popayan. Ahí recogimos un pórfiro cuarzoso rojizo que describe Bergt y que menciona Stille en un nivel porfirítico, el cual según veremos equivale a la parte alta del piso de Giron (haute-riviano, aproximadamente). Al cruzar las quebradas próximas a La Union llama la atencion la abundancia de caliza del piso de Villeta, fólifera en su mayor parte. El empedrado de la plaza de La Union se compone igualmente de cal y de una pudinga areniscosa cuarcítica que a primera vista parece provenir de la parte baja del piso de Bogotá pero que, de acuerdo con observaciones posteriores relativas a los rodados del rio Cabrera, provienen de la facies cascajosa hasta ripiosa del horizonte de Cáqueza, o sea de la parte alta del piso de Giron. El perfil que se observa entre la planada arrugada baja de Fortalecillas y La Union, es el siguiente:



Segun lo muestra el perfil, el límite entre la hoya del Magdalena y la Cordillera Oriental está caracterizado por pliegues regulares, los cuales tambien siguen destacándose bien hacia Prado y Santa Rosa. Sería pues un error de calificar la hoya del Magdalena como foso, siendo que solo en algunos trayectos está o puede estar fallada hacia la Cordillera Oriental y hacia la Central.

Desde La Union, el camino sigue en general por el borde occidental del anticlinalcito bajo que limita con el plano alto que muestra una terraza treinta metros mas alta allende la primera quebrada al Norte de La Union. El rumbo se mantiene en direccion NE. Hacia el rio Guarocó el camino penetra en parte al anticlinal y viene a quedar sobre el borde oriental al llegar a Baraya. El anticlinalcito está formado de un cascajo acantilado, colocado entre arenisca arcillosa tobácea, el cual forma la base del piso de Honda, es decir el mismo nivel como el que se encuentra al E del puente del Colegio y que habíamos considerado primeramente como conjunto superior del piso de Bogotá. En adelante veremos que las dudas sobre la separacion de los pisos de Honda y de Bogotá vuelven a presentarse. En este trayecto no asoman sedimentos cretáceos, pero la abundancia de rodados de cal fosilífera y de areniscas y plaenars demuestra que este debe formar el eje anticlinal cerca a la superficie del suelo y que debe estar presente hacia el Oriente. Una vista sobre el faldeo de la cordillera demuestra que esta está constituida de sedimentos cretáceos (quizá residuos del terciario inferior) que se cubren con el piso de Honda en direccion al plano del Magdalena.

De los fósiles extraídos de los rodados que arrastra el rio Guarocó de unos 800 m aguas arriba del cruce del camino (afloramiento observado desde los cerros de Baraya), se deduce que ahí asoma el cenomaniano (exogyra Merneti, etc) en el nivel calizo que forma la parte alta del piso de Villeta. De esto se desprende que la discordancia con que el piso de Honda se coloca en sedimentos mas antiguos es fuerte.

Al Sur de Baraya, observando desde las lomas de la poblacion, se destaca el perfil que enseguida insertamos:



Al NW del trayecto Baraya-La Union, todo el terreno se ve cubierto del piso de Honda, pero hacia el codo del río Cabrera se distinguen rocas cretáceas en los filós altos, cubiertos de residuos del piso de Honda. Lo mismo demuestra que, de Neiva al NE tanto el piso de Honda como el cretáceo ascienden, culminando hacia Golondrinas-Alpujarra.

Al ENE de Baraya, la determinación tectónica parece ser difícil porque hacia el medio faldeo de la Cordillera Oriental, el piso de Guadalupe y encima probablemente el piso de Honda se ven en posición casi plana sin que sea posible correlacionarlos con el sinclinal cuyo eje pasa al N de Baraya y sigue de ahí hacia el NE. En Baraya mismo la tectónica no es sencilla porque del anticlinal La Union-Baraya se aparta un ramal con rumbo NW. El propio anticlinal sin embargo sigue con rumbo general NE y se distingue hasta más allá de Alpujarra.

La población de Baraya está colocada en la parte media del piso de Honda(?), formada de arcillas blancas y rojizas y de cascajos y ripios de cuarzo y lidita, en los cuales también hay guijarros grandes de arenisca. En esta relación conviene advertir que el carácter andesítico del piso de Honda, entre Baraya y La Union, se reduce considerablemente a favor de arcillas y areniscas que adquieren color abigarrado.

-----

Agrícolamente, el terreno recorrido presenta el carácter de los suelos andesíticos del piso de Honda de los Llanos de Neiva. Una nota especial reciben los suelos entre Baraya y La Union a causa de la participación de arcillas y de los riegos de cal que son local-

mente muy abundantes. Además, el riego atmosférico parece ser mas abundante. En donde el nivel de aguas subterráneas es favorable para los cultivos, estos se destacan por gran fertilidad, como se puede ver en las inmediaciones de Baraya. Las tierras provenientes de la descomposición del piso de Villeta, ubicadas a alturas mayores de 1500 en la Cordillera Oriental, no las hemos podido apreciar de cerca, pero es seguro que ellas, en este ambiente húmedo, deben ser altamente productivas, como se vé en la region de X Alpuzarra.

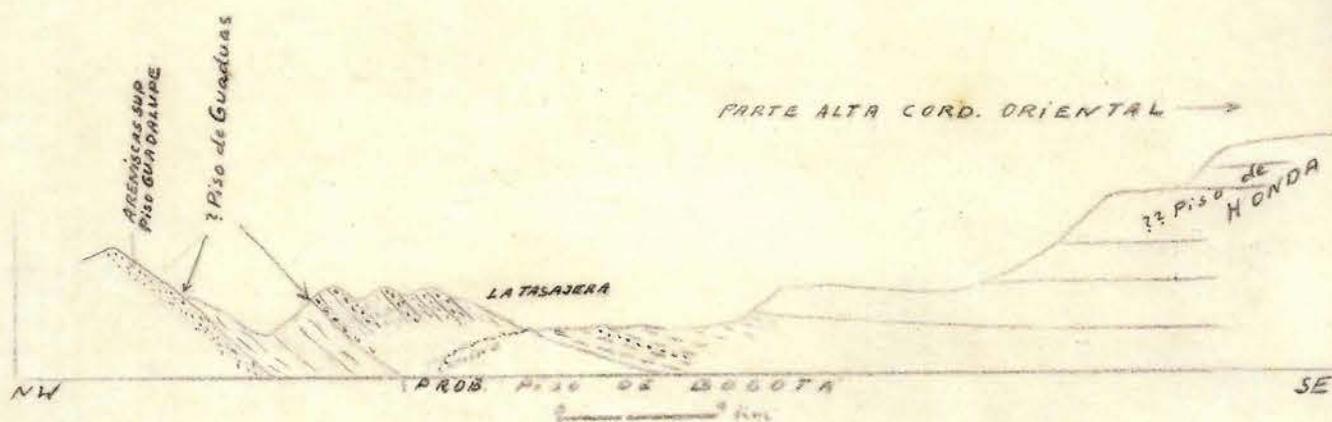
A las informaciones que nos suministró el señor alcalde de Baraya, Don Mario Borrero, debemos el conocimiento de los yacimientos de carbon que se hallan en el municipio de La Union, al Oriente de la poblacion. Se conocen afloramientos en la hacienda del Vergel y en la de Los Andes. Es difícil de decir a que nivel pertenecen estos mantos, siendo mas probable que sean del cretáceo que del terciario inferior (piso de Guaduas). Dentro del cretáceo, hemos reconocido el nivel mas bajo alrededor del barremiano (Wealden) en la quebrada del Doche que queda al NNE de Baraya. Otros niveles ocurren en la parte media del piso de Villeta (albiano; antracita) y en la parte baja del piso de Guadalupe (cenomaniano a turoniano), advirtiendole que se trata de niveles regionales y en general débiles. Debido a esta variedad de niveles carboníferos que tambien ocurren regionalmente en el piso de Bogotá, no es posible decir la cual de ellos (cretáceos) pertenecen los de La Union. El señor Borrero además nos informó sobre la existencia de minas de asbesto en el Saldaña (region del Infierno; Ataco); de grafito en la quebrada Cauca, sobre el camino Alpe-Ataco, y en la region de La Plata; de carbon y petróleo en el rio Patá cerca a La Yegüera (frente al rio Molino).

Décimo día. Baraya-La Bodega-cruce rio Cabrera-Alpuzarra.

El camino se desarrolla por el sinclinal situado al E del anticlinal de La Union-Baraya y recorre un terreno seco hasta caer a las fertísimas vegas del rio Cabrera (Las Delicias-Baraya), infestadas desgraciadamente por el paludismo y otras enfermedades tropicales

Abajo del caserío llamado La Bogega, se verifica el cruce del río Cabrera el cual, por estar crecido demoró la travesía, de manera que el ascenso a Alpujarra hubo que verificarlo de noche, haciéndose así imposible la observación.

A unos pocos cientos de metros adelante de Baraya aflora el piso de Guadalupe por primera vez en el camino de La Union. Se halla en el eje del anticlinal La Union-Baraya y está formado de areniscas blancas y amarillas hacia los flancos y de plaenars (litolargas) y arcillas esquistosas hacia el eje. Los afloramientos sobre el camino, de ahí en adelante son defectuosos. Se distinguen arcillas rojas y grises con yeso que recuerdan el piso de Barzalosa de la región de Tocaima. Luego, al efectuar el anticlinal de La Union-Baraya el codo hacia el Norte, se ve el afloramiento de las areniscas del piso de Guadalupe sobre el eje. A un kilómetro adelante del primer codo, el anticlinal vuelve a dirigirse hacia el NE. En este trayecto, cerca al punto llamado La Tasajera, la erosión de las aguas que caen al río Cabrera, han descubierto un buen perfil desde el piso de Guadalupe hacia el terciario. El camino alcanza a penetrar a un conjunto de cascajos y ripios cuyos guijarros son poco redondeados y que alternan con bancos de arenisca. Sobre él yacen las arcillas rojas y grises con yeso e intercalación de bancos ripiosos. Debajo-antes de las areniscas del piso de Guadalupe, hay una hondonada formada seguramente de arcillas. Ella puede representar al piso de Guaduas. En estas condiciones consideramos que los cascajos no representan la base del piso de Honda sino la del piso de Bogotá, máxime que, en la banda oriente occidental del Magdalena siguen a ellos arcillas abigarradas con yeso, tal como en La Tasajera. Esta observación nos hace dudar si la formación que calificamos de piso de Honda entre La Union y Baraya no es eventualmente piso de Bogotá. Por otro aspecto, la determinación de los sedimentos en la Tasajera como equivalentes del piso de Bogotá tampoco es bien segura porque entre ellos ocurren sedimentos de origen andesítico. El perfil observado es el siguiente:



En este perfil llama la atención la concordancia de los sedimentos desde el cretáceo superior hasta quizá al piso de Honda. La calidad de los estratos que pueden ser del piso de Honda no se ha podido apreciar de cerca, pero parece que siguen en concordancia sobre los que consideramos como piso de Bogotá. Entre Baraya y La Union en cambio, los estratos del terciario se colocan en discordancia sobre el piso de Guadalupe y aun hasta cerca al piso de Villeta. Esto podría afirmar nuestra suposición de que el piso que asoma en La Tasajera fuere piso de Bogotá, pero este también se coloca con bastante frecuencia sobre el cretáceo (región de Guataquí hasta Melgar y hasta El Chaparral). Se vé, pues, que no es fácil separar concretamente los pisos de Bogotá y de Honda. La solución está en el estudio de perfiles favorables, como el de La Tasajera y de La Angostura para compararlos luego con el perfil de Gualanday y de Girardot-Tocaima. Stutzer y Grosse salvan este inconveniente mediante la reunión de los pisos de Gualanday (Bogotá) y Honda bajo la denominación de piso de Honda y de terciario medio, respectivamente. Nosotros nos hemos abstenido de hacerlo porque hemos visto que el propio piso de Honda de Hettner pertenece al terciario superior y se ha depositado después del primer movimiento fuerte estricta de los Andes en Colombia, es decir ya pertenece a la fase de erección del geoanticlinal andino, mientras el terciario medio y el terciario inferior pertenecen al tiempo de transición entre la fase geosinclinal y la fase geoanticlinal de los Andes.

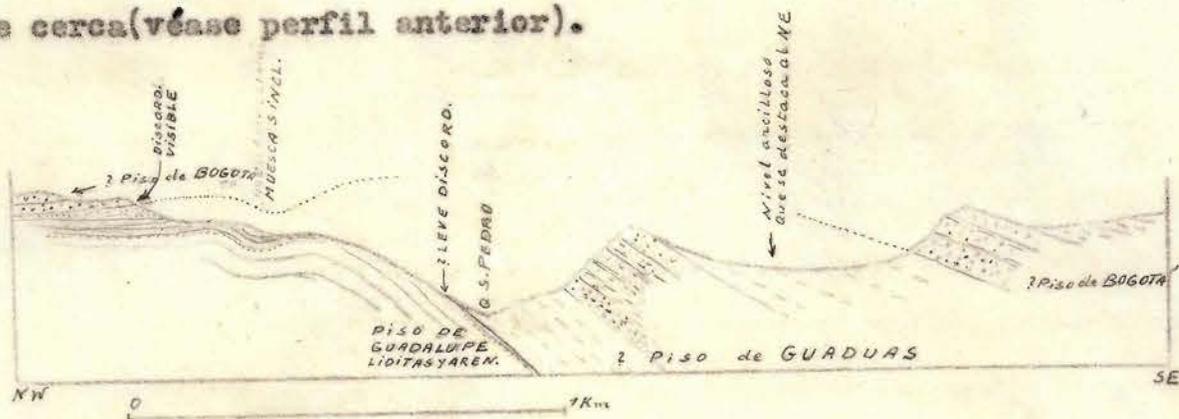
El probable piso de Bogotá, cubierto frecuentemente de cuaternario sigue constituyendo el terreno que recorre el camino hasta lle-

gar otra vez, en el otro lado del río Cabrera, al pie oriental del cordón de La Unión-Baraya, el cual según dijimos sigue hacia Alpujarra (al E de la población).

En el paso del río Cabrera que se halla aguas abajo de <sup>4</sup>a Bodega, tuvimos oportunidad de examinar los rodados que aporta el río desde la Cordillera Oriental. De acuerdo con la disminución del carácter eruptivo de la Cordillera Oriental que hemos venido observando al avanzar de Pto. Seco-El Hoyo hacia Neiva, la participación de rocas (granodioríticas a la latitud del río Cabrera es secundaria a juzgar por la escasa abundancia en comparación con los sedimentos del cretáceo, entre los cuales abundan las pudingas, areniscas cuarcíticas y calizas de la parte alta del piso de Giron y de la parte baja del piso de Villeta, respectivamente. Asimismo no son muy abundantes las rocas volcánicas del cretáceo, representadas por porfiritas de color pardo rojo y gris negro. No hemos encontrado rodados de andesita.

El ascenso prolongado al filo de Alpujarra se verifica en el primer trayecto por la quebrada de San Pedro cuyas cabeceras se hallan al ENE de Alpujarra. Al llegar a dicha quebrada ya se ha recorrido, de techo a lecho, el probable piso de Bogotá que contiene también ahí areniscas tobáceas y arcillas abigarradas. Al iniciar el ascenso por la quebrada, se encuentra primero un horizonte de areniscas rojas con franjas lenticulares de ripio y cascajo de cuarzo que a primera vista parece ser la arenisca tierna del piso de Guadalupe, lateritizada. Sin embargo, más arriba siguen arcillas también rojas, debajo de dichas areniscas y encima de las litomargas y areniscas del piso de Guadalupe. Las litomargas—una variedad de las liditas—son de color amarillo y suelen contener una gran abundancia de foraminíferos. Las areniscas son escasas en fósiles, pero logramos encontrar una especie de bilvalva (?venericardia) que también ocurre en las areniscas tiernas al N de Facatativá. Según el perfil que enseguida insertamos, complementado con observaciones hechas el día siguiente, las areniscas rojas y las arcillas del mismo color pueden representar el piso de Gudua y seguramente equivalen al nivel arcilloso al W de La Tasjera que no pudimos inves-

tigar de cerca (véase perfil anterior).



Cerca a la cumbre del filo de Alpujarra, encontramos otra vez los cascajos de la base del probable piso de Bogotá directamente encima del piso de Guadalupe, circunstancia que indica que la discordancia se acentúa hacia el eje del anticlinal La Union-Baraya-Alpujarra. En otras palabras, al comenzar la deposición de los cascajos, dicho anticlinal ya se hallaba preformado.

El recorrido por el filo mismo hasta Alpujarra se hizo de noche pero tuvimos oportunidad de estudiar las particularidades geológicas al día siguiente.

-----

En vista de que esta jornada (y la del día anterior) no dió resultados satisfactorios en relación con la determinación del terciario queremos resumir brevemente las observaciones entre La Union y Alpujarra: Desde La Union se extiende un anticlinal de rumbo NE hasta NNE, curvoso en algunos trayectos que pasa por Baraya, población situada mas o menos en el eje, y que sigue hacia Alpujarra. El eje de este anticlinal está formado por el cretáceo (pisos de Guadalupe y Villeta) que asoma intermitentemente a medida que se avanza a Alpujarra donde se halla vaatamente descubierto. Entre La Union y Baraya, como también al SW de Alpujarra, la zona axial cretácea está cubierta de una formación que comienza con un conglomerado de guijarros acantilados, a la cual siguen arcillas y areniscas abigarradas que frecuentemente dejan ver el carácter tobáceo-andesítico. En algunas partes del flanco oriental del citado anticlinal, o sea hacia el sinclinal que le sigue hacia

el Oriente, se descubre una formación que reposa entre el piso de Guadalupe y los cascajos terciarios, la cual asoma al Sur del río Cabrera en el lugar de La Tasajera y al N del mismo río en el ascenso por la quebrada San Pedro. Desde este último sitio al NE, el terreno de afloramiento se amplía considerablemente, de manera que no solo asoman las arcillas y areniscas rojas sino también otro conjunto arcilloso que se distingue desde el filo al E de Alpujarra.

El conjunto rojo se coloca evidentemente en ligera discordancia sobre el piso de Guadalupe, tal como R. Scheibe lo comprobó con respecto al piso de Guaduas, en la región de Tocaima que corresponde igualmente a la faja limítrofe entre la Cordillera Oriental y la hoya andina del Magdalena. En estas condiciones es probable que la formación roja equivaiga al piso de Guaduas. La ausencia de carbón entre Alpujarra y Baraya no sorprende porque con toda claridad se observa que, desde la Sabana de Bogotá hacia Neiva y desde la región de Guaduas-Tocaima hacia el Sur los mantos carboníferos van extinguiéndose.

El siguiente piso que comienza con un conglomerado en general acantilado hasta medianamente redondeado (Tasajera) y que se coloca en fuerte discordancia no solo sobre la formación roja sino también sobre varios niveles del cretáceo, lo hemos considerado como piso de Bogotá, por estas razones: El piso de Bogotá, al perseguirlo vía de Subachoque hacia Guaduas y de ahí hacia Gualanday, muestra un desarrollo conglomeráceo hacia la base y hacia la parte alta, siendo frecuente la intercalación de ripios y cascajos en la parte media, arcillosa y yesífera. Una facies, según las determinaciones hechas hasta ahora, equivalente al piso de Gualanday es el piso de Barzalosa de R. Scheibe, el cual no comienza con un conglomerado (pudinga) sino más bien con una brecha. Este se observa en la cuenca de Tocaima, en la de Belgar y en la ensenada terciaria de Coyaima. Tanto en lo que se refiere al carácter transgresivo fuerte como en lo que respecta a la constitución del conglomerado basal y de los sedimentos arcillo-yesíferos que siguen, se corresponden el piso de Barzalosa con la formación que se pre-

senta en el anticlinal de La Union-Baraya-Alpajarra tan pronto sobre el cretáceo, tan pronto sobre la formacion roja. Por este motivo es mas bien seguro que los sedimentos en cuestion equivalgan al piso de Barzalosa y por ende al piso de Gualanday y al piso de Bogotá. Las dudas que hemos traudo en relacion con este piso desde La Angostura (al E de Carnicerias) hasta Baraya se relacionan con la falta del estudio directo del perfil terciario de La Angostura y con la deficiencia de los afloramientos en el ascenso de Fortalecillas a La Union.

Aun cuando así creemos haber resuelto el problema de la posicion estratigráfica de los conglomerados y sedimentos arcillo-yesíferos del anticlinal de La Union-Baraya-Alpajarra, no hemos definido la separacion entre estos y el piso de Honda de Mettner. Lo hemos observado en fuerte discordancia sobre sedimentos del piso de Guaduas (probablemente) al hacer la travesia de Golondrinas a la quebrada del Doche (1931) y lo hemos encontrado fosilífero (mamíferos) en los altos que se hallan al SE de Coyaima. La dificultad en cuanto a la separacion entre los pisos de Bogotá y de Honda evidentemente consiste en que aquel presenta en la region de Carnicerias hasta Alpajarra sedimentos tobáceos hacia la parte alta, siendo que el piso de Honda está esencialmente formado de material tobáceo. Agregamos que Weiske anota una discordancia entre el piso de Girardot (Honda de Mettner) y el piso de Barzalosa a algo menos de 2kms aguas abajo de Girardot, a orillas del rio Magdalena.

Como no hemos logrado definir este problema hasta el final del viaje, conviene hacer una revision de la subdivision del terciario de la hoya andina del Magdalena en el curso alto del rio.

-----

#### Décimo primer dia. Alrededores de Alpajarra.

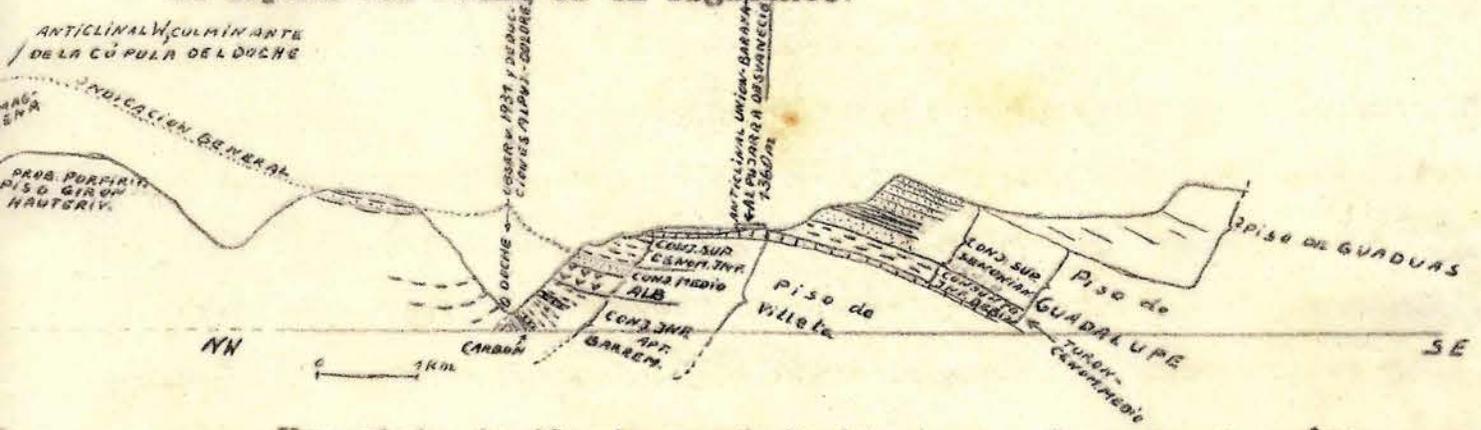
Hemos aprovechado este dia para estudiar los alrededores de Alpajarra, en especial para conocer a fondo el desarrollo de la parte alta del cretáceo. La poblacion se halla en un gran planada inclina-

nada de NE (divorcio de aguas con la zona hidrográfica de Dolores) hacia SW (descenso del filo al río Cabrera). Hacia el W y NW se extiende el terreno de igual y mayor altura que ha sido erosionado por la quebrada del Doche, afluente del río Cabrera, y que desciende bruscamente a la región de Golondrinas. Se vé que el alto geográfico que se forma entre Golondrinas y Alpujarra equivale también a un alto geológico, es decir a la parte culminante de una cúpula compleja, compuesta de plegamientos de orientación predominante NE-SW que descienden hacia la cuenca de Neiva y, lentamente, hacia la región de Dolores-Prado. Esta cúpula compleja, en cuyo borde occidental surge el piso de Giron, según veremos adelante, equivale a una usurpación de terreno de la hoya del Magdalena de parte de la Cordillera Oriental. El fuerte levantamiento del terreno en esta parte se explica isostáticamente. Una vez se trata de la compensación del hundimiento que sufren los plegamientos de la cúpula compleja del Doche, como la llamaremos en vista de que la quebrada del Doche corta su eje, en dirección hacia el interior de la cuenca de Neiva. Otra vez se trata de la compensación de la ensenada geológica de <sup>Chaparral</sup> Coyaima, la cual representa una entrante de la hoya del Magdalena hacia la Cordillera Central. Es natural que la compensación del levantamiento de dicha cúpula también ha de sentirse hacia la Cordillera Oriental, como en efecto el sinclinal que se halla al E del anticlinal de La Unión-Alpujarra muestra una ampliación considerable al Oriente de Alpujarra y en la travesía por el río Cabrera. En estas condiciones no puede sorprender que dicho sinclinal esté compuesto del terciario, formación que, a continuación SW evidentemente va extinguiéndose como compensación del levantamiento del flanco occidental de la Cordillera Oriental a causa del hundimiento geológico en la cuenca de Neiva. Hemos tenido ocasión de cerciarnos en tantas ocasiones y de manera tan nítida de los efectos de la isostasia que consideramos que ellos son el mejor medio para definir rápidamente la geología del país y hacer presupuestos geológicos en relación con regiones desconocidas.

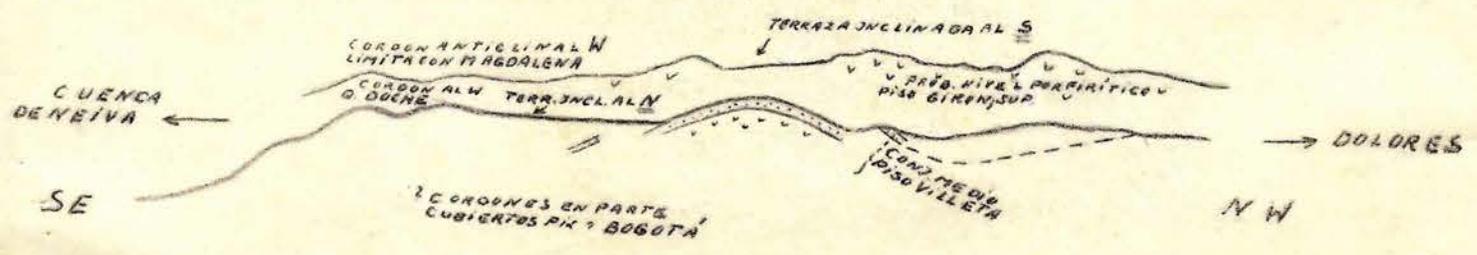
Siendo que Alpujarra se halla sobre el lado oriental alto de la cúpula del Doche, no puede sorprender que el anticlinal de La Union-Baraya-Alpujarra, en esta trayecto, se convierta, en su lado occidental, en parte de la cúpula, es decir que se desfigure. En efecto vemos que dicho flanco se vuelve mas o menos plano y traspasa apenas en ondulaciones suaves al pligue que sigue hacia el Oeste.

De las observaciones hechas entre Alpujarra-Dolores y el Magdalena se deduce que los elementos que vienen a congregarse en la cúpula del Doche son tres anticlinales y dos sinclinales intermedios, o sea la misma cantidad y calidad de plegamientos que se congregan a nudos andinos y cordilleranos en Colombia (congregacion de las Cordilleras Occidental, y Central y Oriental y de las hoyas andinas del Cauca y del Magdalena hacia el nudo Ecuatoriano; congregacion de los tres cordones y de las dos hoyas andinas menores de las Cordilleras Oriental y Occidental en los nudos Santandereano y de Frontino, respectivamente). Una particularidad de la cúpula del Doche es que su culminacion no coincide con el anticlinal central sino con el anticlinal occidental que limita con el plano del Magdalena. Los plegamientos constituyentes se pueden derivar del perfil Dolores-Trado.

El perfil que se observa entre la parte central y oriental de la cúpula del Doche es el siguiente:



Una vista de Alpujarra al Occidente complementa el gráfico anterior en el sentido longitudinal de la cúpula:



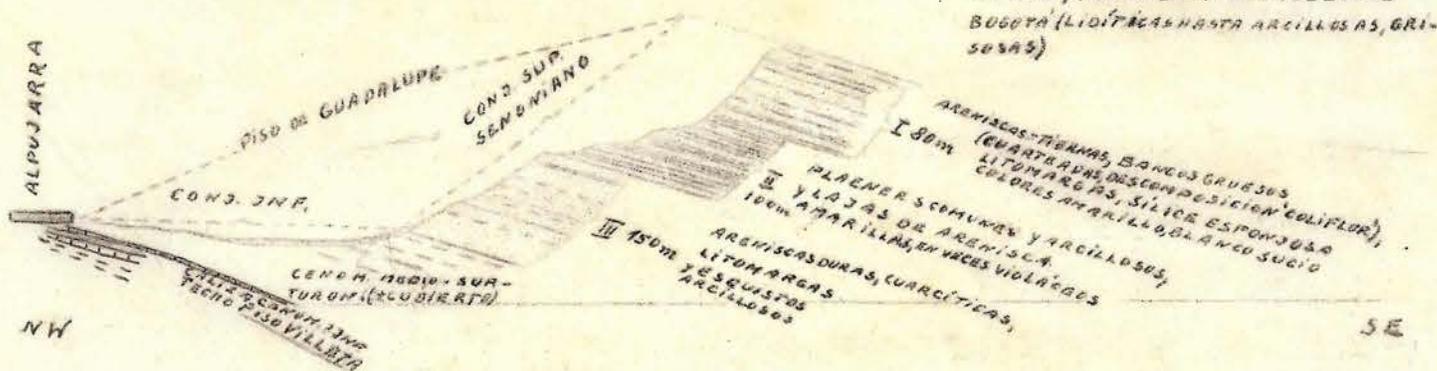
Con respecto al segundo perfil llama la atención la presencia de dos terrazas, situadas a unos 1000 metros sobre el nivel del Magdalena, una de las cuales se inclina hacia el Sur y la otra hacia el Norte, particularidad que ofrece el mayor interés con relación a la paleogeografía. Consideramos que estas terrazas puedan reflejar el tiempo de Mesas (Popayan en el Occidente), de las cuales no habíamos encontrado vestigios a partir de La Angostura. Sin embargo se puede tratar también de vestigios de tiempos más remotos.

Con el fin de reconocer el piso de Guadalupe desde su contacto con el piso de Villeta hasta la superficie, hicimos exploraciones por el camino que recorrimos el día anterior y en dirección Este de Alpujarra.

La caliza superior del piso de Villeta, documentada en exceso por *Exogyra hermeti* Coqu. y *E. Polygona* v. Bush, aflora en trayectos desde la salida de la población hasta unos 3 o 4 kms abajo (SW). Encima y más en medio del nivel que se compone de bancos delgados de cal, se observan liditas, lo cual prueba que el nivel limítrofe entre los pisos de Villeta y de Guadalupe está caracterizado vastamente por la aparición de cal junto con lidita. En esta forma hemos observado el límite citado entre Carnicerías y La Angostura y en otras ocasiones lo hemos visto entre Tena-Azolaina-Alban. En esta última parte, la caliza suele desaparecer y resta la lidita como índice.

Encima de la caliza superior del piso de Villeta se desarrolla el conjunto inferior esquistoso del piso de Guadalupe que está cubierto casi siempre y que se caracteriza por esquistos arcillosos. En cambio el conjunto superior de dicho piso está expuesto de lo mejor en el filo que se halla al E de Alpujarra. Así se distinguen los tres horizontes que componen el piso en conjunto en la Sabana de Bogotá, es decir el horizonte inferior de areniscas duras, el intermedio de plaeners y el superior de areniscas tiernas. Este último es más abundante en litomargas que en Bogotá, pero contiene muchos banquitos de 'sílice espumosa', como hemos llamado los plaeners y a veces también las areniscas formadas de un tejido poroso de foraminíferos, y de restos de equiní-

deos (articulaciones) y probablemente de esponjas silíceas. Así tenemos que la facies bogotana del piso de Guadalupe se deja perseguir por la via del cordón de Subia, de Melgar, Prado hasta Alpujarra. Mas al Sur, según lo observamos en la cúpula de Nátaga, el horizonte superior es análogo en su desarrollo como en Bogotá, pero el resto está representado por porfiritas. Con respecto a la magnitud se vé que el conjunto superior y mas el conjunto inferior del piso de Guadalupe son menos gruesos que en la region de Bogotá y en conjunto con llegan a unos 450 m. Para mejor ilustracion damos enseguida las características del piso de Guadalupe en el perfil de Alpujarra:



Desde el filo donde se hizo la investigacion se tiene el siguiente perfil que aclara mejor los detalles del perfil levantado al ascender por la quebrada de San Pedro al filo de Alpujarra.



Debido a que el terreno al E de las areniscas del piso de Guadalupe está cubierto (curso medio y alto de la q. San Pedro), no fué posible ampliar los datos sobre el desarrollo del terciario. Esto es deplorable porque la faja del terciario sigue hacia el Oriente de Dolores, con la tendencia de empatar con la faja terciaria que asciende por el rio Prado hacia Cunlay y de ahí hacia la cuenca de Fusagasugá.

El suelo agrícola de la planada inclinada en que se halla Alpujarra, se distingue por una feracidad notable, consecuencia de la descomposición de las calizas, esquistos piríticos y probablemente de los bancos con restos de peces (fosfato; ocurren en turoniano y cenomaniano, pero no se determinaron en Alpujarra). Debido a que el clima de Alpujarra es bastante húmedo, la productividad del suelo se presenta vigorosa. Juzgamos que la posibilidad de cultivar papas y trigo a estos niveles (1350-1500 m), pertenecientes al clima templado, es efecto de la bondad del suelo. Los ensayos hechos en el altiplano de Popayan (1700-1800 m) de sembrar trigo y papas hasta ahora no han sido satisfactorios, a pesar de que el clima es relativamente mas frío. Parece, pues, que para lograrlo, se necesita dar vida a la capa gredosa, intrínsecamente fértil, que forma el suelo del altiplano. Un inconveniente con que tropieza el cultivo de papas y trigo en Alpujarra, es lo que llaman 'helada', resultado de 'paramitos que vienen del Oriente'. El tubérculo se vuelve negro por dentro y fuera y se chamusca la mata. La espiga del trigo se quema como si fuere efecto de fuego. En cuanto a minas se refiere un yacimiento de cobre que se trabajaba anteriormente en la region de Alpujarra, pero que hoy está abandonado.



El siguiente croquis tectónico sirve para ilustrar con respecto al desarrollo del anticlinal La Union-Baraya-Alpujarra y al sinclinal (artesado) que se agerga al Este. En dicho sinclinal, el terciario se pierde a medida que el eje asciende por la quebrada San Pedro; frente a Alpujarra solo se vé la superficie del piso de Guadalupe.



Décimo segundo día. Alpujarra-Dolores-Prado.

El estudio del cretáceo a partir del río Paez ha demostrado que los caracteres petrográficos y la abundancia de fósiles de guía permiten correlacionar rápida y eficazmente los niveles del alto Magdalena con los de la Cordillera Oriental al NE de la Sabana de Bogotá. Estas ventajas dan lugar a determinar los niveles volcánicos que hemos encontrado hasta ahora. Debido a las circunstancias geológicas, no habíamos tenido ocasión de revisar un perfil continuo desde el senoniano hasta el bajo cretáceo, ni habíamos podido examinar la parte media del piso de Villeta. En el viaje de Alpujarra a Prado hemos podido complementar el estudio en este sentido y además logramos fijar dos niveles volcánicos, uno de los cuales equivale al asquel que se halla en la parte alta del piso de Giron (Hauteriviano, aproximadamente); el otro no lo habíamos observado aun y corresponde a la parte baja del conjunto medio (de Une) del piso de Villeta, es decir al albiano. En cambio el piso de Guadalupe, a esta latitud ya no presenta facies volcánica. Según las observaciones hechas hasta ahora, parece que el nivel volcánico del Hauteriviano es el que más al Norte se extiende desde el nudo Ecuatoriano; ha sido determinado por nosotros hasta Miraflores (Revira) en el departamento del Tolima, pero es probable que se prolongue de ahí más al Norte, siguiendo el borde de la Cordillera Central con la hoya del Magdalena. El nivel albiano que por cierto no aflora en la ruta desde el Paez hasta Alpujarra, llega hasta la latitud de Dolores, pero no pasa al Norte de Santa Rosa (Suarez). El nivel cenomániano hasta senoniano probablemente no pasa de la latitud de Neiva y ya no existe sobre la línea Coyaima-Baraya. Esto demuestra el decrecimiento de la intensidad magnética sobre el lado oriental andino de Colombia desde el nudo Ecuatoriano hacia la cuenca Caribe (interior), circunstancia que está de acuerdo con el decrecimiento correspondiente de la intensidad tectónica. Al mismo tiempo se observa que, del cretáceo inferior al cretáceo superior disminuye el radio de la actividad volcánica, la cual parece apagada en el terciario inferior y en parte del terciario medio.

El camino de Alpujarra a Dolores asciende en el primer trayecto por la planada inclinada de Alpujarra hasta el divorcio de aguas con la zona de Dolores. De ahí el camino desciende por el Escalon hacia la quebrada Los Angeles, cortando diagonalmente las formaciones y vuelve a ascender para dirigirse a la población de Dolores. Desde esta población se desciende con rumbo NNW hasta NW a la hoya erosiva que corre hacia el Norte y luego el camino trepa al cordón que separa la hoya erosiva del plano del Magdalena. Por este cordón se avanza un buen trayecto al N, verificando enseguida el descenso pésimo al plano del Magdalena, donde pernoctamos a unos 5 kms al S de Prado.

El ascenso por la planada de Alpujarra muestra pocos afloramientos de la parte media y baja del conjunto superior del piso de Villeta por el cual se avanza. Se vé sin embargo que, a parte de los esquistos arcillosos son frecuentes los bancos de arenisca. En el boqueron mismo, los esquistos, próximos al conjunto medio del mismo piso, se hallan bien expuestos y son bastante limoníticos. El piso de Guadalupe sigue constituyendo el cordón que avanza de Alpujarra al NE y muestra inclinación suave al Oriente, tal como sucede con los esquistos arcillosos limoníticos del boqueron. Esto demuestra que, desde el cordón de Alpujarra hacia el boqueron existe una sucesión regular que pertenece a un tendido oriental (tendido de la cúpula del Doche) y que se percibe desde la población de Alpujarra.

Al descender desde el boqueron, el camino se desarrolla en la falda de un paredón formado en la parte alta de arenisca y en la parte baja por ferrames de porfirita parda hasta grisosa y de aglomerados y tobas de la misma especie. La inclinación oriental persiste, de manera que es óbvio que se trata de un conjunto, inferior al conjunto superior del piso de Villeta. El carácter granuloso de las areniscas y el contenido de detrito vegetal confirman luego que el nivel por el cual avanzamos pertenece al conjunto medio del piso de Villeta y que refleja las areniscas de Une (al E de Bogotá), antracíticas. Abajo del boqueron Alpujarra-Dolores sin embargo no todo el grueso del conjunto de Une

es areniscoso, sino únicamente la parte superior, mientras la inferior es porfirítica. Esto demuestra, como lo dijimos, el decrecimiento de la actividad volcánica desde el núcleo ecuatoriano hacia el Norte. Al mismo tiempo, la presencia del nivel volcánico indica una intensificación de los movimientos tectónicos, lo cual se respalda con la observación de que en este tiempo se acentúa la diferenciación entre la hoya del Magdalena y la Cordillera Oriental. En efecto vemos que, al Oriente de la Sabana de Bogotá (región de Une-Ubaque) el conjunto medio del piso de Villeta es antracítico y areniscoso, mientras que es esquistoso marino (indicios de mar relativamente profundo: sedimentos arcillosos piríticos, amonitas, ausencia de bivalvas de mar bajo) en el declive de la Sabana de Bogotá hacia el Magdalena. Ahí mismo, el conjunto de Une, colocado en Une entre niveles aptianos y del cenomaniano que contienen los fósiles característicos, tiene un horizonte lidítico-pizarroso, negro, pirítico en que abundan sobremanera las Schloenbachias y el *Inoceramus concentricus* del Albiano. - Luego veremos que, debajo del nivel albiano que se destaca entre el boqueron y la bajada a la quebrada Los Angeles, se encuentran los bancos de calizas que forman el horizonte de Colombiceras el cual, en la región de Viotá, se coloca debajo del horizonte de Schloenbachias albianas (horizonte de Hiló). Así no cabe duda que las areniscas y porfiritas en cuestión forman el conjunto medio, albiano del piso de Villeta y se presentan en facies areniscosa porfirítica, agregando que las areniscas en esta combinación tienen franjas lenticulares ripiosas hasta cascajosas.

En vista de que la jornada coincidía con la revisión de los datos geológicos reunidos por Stille entre Natagáma y Dolores, prestamos atención especial a la presencia de dislocaciones que dicho investigador ha introducido - tan erradamente - en el plano y en los perfiles del alto Magdalena. En la bajada del boqueron existe tan solo una falla secundaria de rumbo NW, la cual corta diagonalmente el conjunto medio del piso de Villeta, levantando la parte septentrional en unos 50 metros.

Para facilitar la comprensión de lo anterior y de las observaciones siguientes, insertamos en este lugar el perfil desde el plano del Magdalena hacia Dolores, tomando como línea de referencia la banda meridional de la quebrada Los Angeles, y en la parte occidental, la banda septentrional. Se advierte que de lado y lado de dicha quebrada, la tectónica, salvo diferencias de inclinación, es la misma.

PERFIL AL S.W. - ANTICLINAL DE ESTADOU



El primer nivel fosilífero que se halla debajo de las materias porfiríticas, cerca a la base de este, está representado por una arenisca de color olivo oscuro con abundantes lamelibranquios, la cual forma de dos a tres bancos colocados entre esquistos arcillosos. Ella es micácea y contiene, entre otras bivalvas, una especie de trigonia que no se ha podido determinar en vista de que se trata de núcleos (no se conserva la impresión de la superficie de la valva).

A unos 100 metros debajo de este nivel que no se determinó en Viotá siguen los banquitos de cal, formada de amonitas, raros en el cretáceo de Colombia y determinados hasta ahora tan solo en Viotá, donde se trata del mismo nivel como en la bajada a la quebrada Los Angeles, a juzgar por la presencia de amonitas del tipo Colombiceras, Hoplites-Acanthoceras y otros. La presencia de amonitas del tipo Schloenbachia (Gytrápídoceras) en este nivel indica que debe tratarse más o menos de la transición del aptiano al albiano. La abundancia de amonitas es grande y se obtienen ejemplares perfectos, pero por escasez de tiempo no hemos podido reunir una mayor cantidad, como tampoco nos fué posible investigar de cerca el nivel de cal que se halla unos 200 m debajo del nivel anterior y que debe contener

los fósiles aptianos típicos en gran abundancia. Juzgamos que se trate del mismo nivel como el que aflora en el curso medio alto de la quebrada del Doche, en el lugar de las cintas de carbon, donde se hallan las cuculeas (brevis y dilatata) y trigonias que probablemente equivalen a la subrenulata. Posteriormente, debido a que el terreno se halla mayormente cubierto de acarreo, no hemos logrado ver descubierto este nivel, el cual asoma en un subanticlinal que, hacia SW debe coincidir con el anticlinal del Doche.

Al ascender de la quebrada Los Angeles, se cruzan los estratos a la inversa, es decir del nivel amonítífero del límite aptiano-albiano hacia el piso de Guadalupe, en cuya parte media está ubicada la población de Dolores. El conjunto medio del piso de Villeta se halla cubierto de bloques y otra clase de material de acarreo y no asoma sino al W de la población de Dolores. Los afloramientos vuelven a ser buenos en el primer trayecto al N de Dolores, donde abundan las lilitas y areniscas del conjunto superior del piso de Guadalupe. De ahí mismo se domina el paisaje hacia el N, S y W y se vé claramente que no existen las dislocaciones con que Stille ha distinguido la hoya erosiva de Dolores. Además se observa que, en el cordón que limita la hoya hacia el Magdalena, influye, en dirección a Prado, un sinclinal NW que en principio origina el descenso geológico de ese cordón hacia Prado (piso de Giron en la travesía de Piedra Gorda y piso de Guadalupe frente a Prado).

En el siguiente trayecto que desciende geológicamente en dirección NNW, el acarreo cubre el terreno densamente. La vista hacia el Norte sin embargo demuestra que los estratos se inclinan suavemente hacia el Oriente, al parecer de manera continua hasta el cordón Oeste en que se halla el caserío de Piedra Gorda donde la inclinación oriental es fuerte (flanco oriental del cordón). Esto mismo indica que el anticlinal del Doche, débil ya en la banda Sur de la quebrada Angeles, desaparece.

En la primera quebrada que se cruza en el descenso, se hallan

abundantes rodados de cal y de arenisca margosa con *Ex-ogyra* *Mermeti*, provenientes del cordón que sigue de Dolores al NE (rumbo 30-40°). Es importante esta determinación porque sobre el mismo los estratos de este nivel están cubiertos. En la siguiente quebrada, antes de emprender el ascenso al cordón occidental de la hoya, ocurren también rodados de cal aptiana y asoman esquistos arcillosos negros.

El ascenso a Piedra Gorda, situado sobre el lado oriental de la cumbre del cordón que flanquea la hoya erosiva de Dolores por el Occidente, es fuerte. Los bancos muestran buenos afloramientos que en su mayor parte son de esquistos arcillosos oscuros. En la mitad del ascenso aflora un banco de cal compacta de 1 m, la cual contiene bivalvas, entre ellas *cuculeas*, difíciles de extraer. Debajo siguen cuarcitas en alternación con areniscas arcillosas y esquistos oscuros, con colores rojos y blancos de descomposición. — Antes de llegar a Piedra Gorda, el camino se desarrolla un trayecto en plano, colocado en un filo de esquistos arcillosos negros que contienen unos bancos de cal y pocas amonitas mal conservadas. Inseguida el camino se dirige transversalmente a Piedra Gorda y pasa por esquistos arcillosos negros que tienen banquitos de cal y amonitas. Advertimos que en esta parte puede haber subplegamientos estrechos.

Adelante de Piedra Gorda, el camino asciende en curvas a la cumbre del cordón occidental que llamaremos cordón de Piedra Gorda. El ascenso se inicia desde un principio por el conjunto horizonte de Cáqueza, o sea por la arenisca que forma la parte más alta del piso de Giron. Estas areniscas que se vuelven conglomeráceas hacia el contacto con el nivel porfirítico yacente, reposan en concordancia bajo los esquistos con cal que forman la parte más baja del piso de Villeta. En la parte alta llama la atención un o varios bancos de arenisca, hasta de 6 m de grueso, divididos en planchas paralelas de 15 cm, que en veces suelen compactarse. La estratificación es ligeramente ondulosa. En la parte media el tamaño de grano se vuelve más grueso y aumenta irregularmente en la parte baja donde tanto la estratificación como los colores son variados. Al lado de bancos más o menos lenticulares de arcilla

(no esquisto arcilloso) de colores blanco, rojizo, gris morado y azulejo, se hallan bancos de arenisca granulosa gris, verdosa y amarillenta y lentes de cascajos y ripios los cuales engranan con la parte alta del nivel porfirítico. Lo friable de los sedimentos, su carácter túfico y los conglomerados dan la impresión de que se trata del piso de Honda, como lo ha supuesto Stille, pero el material porfirítico por sí demuestra que se trata de cretáceo. El hecho de que el nivel viene a coincidir con las areniscas de Cáqueza que, en este lugar yacen regularmente bajo el piso de Villeta, demuestra que se trata de la parte alta del piso de Giron.

Debajo de los sedimentos abigarrados de la parte inferior del horizonte de Cáqueza sigue el potente nivel porfirítico, el cual constituye el terreno del camino, casi hasta llegar al plano del Magdalena. Como es natural en relación con los derrames, aglomerados y tobas porfiríticas y como ya se ha visto en el descenso del lomo de Mataga a Carnicerías, la estratificación es en sumo grado irregular. La mayor parte del nivel porfirítico está compuesto de derrames cuya descomposición arenosa hasta arcillosa es avanzada. En segundo término aparecen aglomerados y tobas. La porfirita con feldespatos medianos es de color pardo rojo hasta gris; tan solo por excepción se encontró un derrame (?o intrusión) de carácter diabásico en el descenso al plano del Magdalena. Stille consideraba estas porfiritas como equivalentes del piso de Guaduas, lo cual ya Grosse puso muy en duda en vista de que el terciario inferior no se ha observado todavía en facies volcánica.

La vista que se tiene desde la parte alta del cordón hacia el N y hacia el Sur demuestra, sin lugar a error, que dicho cordón forma un anticlinal, constituido principalmente hacia Tinajas y Golondrinas de las areniscas de Cáqueza y del nivel porfirítico hauseriviano. El eje viene a quedar en el borde del cordón hacia el plano del Magdalena, lo cual demuestra la fuerte erosión que ha sufrido el plegamiento. Stille ha deducido de esta particularidad el que debiera pasar por ahí una fuerte falla longitudinal, la cual no existe como la casi totalidad de las fallas que determinó este investigador, cuyo mérito con-

siste en haber decifrado las bases geotectónicas de Colombia, lo que equivale a prestarle el servicio mas importante a la geología del país. La obra de Stille (véase bibliografía), elaborada a raíz de una estadia de medio año en Colombia, se puede decir que tiene los defectos y los méritos de la concepcion genial.

Necesitamos complementar la presente informacion con una que hizo Stille al recorrer el terreno entre Natagáima y Dolores. Debajo de las porfiritas del cordón que nosotros hemos llamado de Piedra Gorda, asoma un macizo de granito que Stille, desde luego, coloca entre fallas, pero que seguramente muestra la misma relacion con el cretáceo como el batolito del <sup>Pez</sup> Pez. La edad post-hauteriviana del granito del cordón de Piedra Gorda al parecer se comprueba con la intrusion de pórfiro cuarzoso de color rojo de carne que <sup>B</sup>ergt describe del alto Magdalena y que hemos encontrado en rodados entre Fortalecillas y La Union. Este <sup>lo</sup> <sup>lo</sup> considera Stille según el perfil Natagaima-Dolores como apófisis del granito. En la travesía no hemos encontrado intrusiones de pórfiro, pero si hemos observado la cornubianización de un banco de arenisca en la travesía del caserío de Piedra Gorda a la zona porfirítica. Como Stille confunde ~~el piso de Giron~~ con el piso de Guaduas, no es de sorprender que considere los pórfiros cuarzosos como terciarios (posteriores al piso de Guaduas), siendo probable que ellos no sean mas antiguos que el cretáceo, o al menos que la transición del cretáceo al terciario. Stille refiere las porfiritas de derrame, del Pedregal cerca de <sup>atagaima</sup> Natagáima y entre Natagáima y Ataco (Saldaña), y anota que son frecuentes hacia la Cordillera Central. No se puede decir si ellas son equivalentes ~~de~~ la parte alta del piso de Giron o de niveles mas altos, pero de todas maneras son cretáceas.

El último trayecto del descenso (2 kms) se hizo de noche de manera que no se pudo apreciar directamente la superposición del piso de Honda el cual forma el plano del Magdalena, sobre el cretáceo, pero como este se levanta siempre en discordancia hacia el <sup>CRETACEO DEL</sup> cordón de Piedra Gorda hasta donde los hemos recorrido (Santa Rosa), es de suponer que lo propio

suceda en nuestro camino.

Enseguida resumimos los datos estratigráficos obtenidos en la jornada:

GUADALUPE	CONJUNTO	Horizonte superior: Areniscas tiernas, litomargas y 'sílice esponjosa'
	SUPERIOR	Horizonte Medio: Litomargas (plaeners) y areniscas lajosas
	Senoniano	Horizonte inferior: Areniscas duras, cuarcíticas con litomargas y esquistos arcillosos
GUADALUPE	CONJUNTO INFERIOR Turon-Cenoman medio (aprox)	Se observó solo en globo: Esquistos arcillosos con bancos de arenisca y lentes de cal Base frecuentemente lidítica
Piso de	CONJUNTO Superior Cenom. inf. aprox.	Caliza (y liditas) con <i>Exogyra Mermeti</i> , <i>E. Polygona</i> , etc. Debajo esquistos arcillosos y areniscas.
	CONJUNTO MEDIO. Propiamente albiano	Arenisca granulosa hasta cascajosa, con restos vegetales Nivel porfirítico (derrames, aglomerados, tobas)
	CONJUNTO INFERIOR. Alb. inf.-aptiano-barremiano, ? medio.	Arenisca color olivo con bivalvas, entre esquistos arcillosos Nivel del Colombíferas (prob. parte alta) con <i>Schloenbachias</i> propiamente albianas. Mas o menos límite albiano-aptiano Potente sucesión de esquistos oscuros, porfiríticos, amonitíferos, con niveles de cal y de cuarcita. Aptiano hasta barremiano, ? medio.
Piso de	CONJUNTO Superior	Horizonte de Cáqueza: Areniscas de estratificación paralela. ? inferior Areniscas granulosas hasta cascajosas y arcillas, abigarradas
	SUPERIOR	Horizonte porfirítico: Derrames, aglomerados, tobas de porfirita. Mas o menos Hauteriviano
GIRON	Nota: Los conjuntos siguientes que abarcan hasta el jurásico superior no asoman Base de granitos post-hauterivianos, según Stille.	

-----

La region recorrida se caracteriza por un clima mas o menos húmedo en el trayecto de Alpujarra hasta Názares y es seca desde este último punto hasta la hoya del Magdalena. La fertilidad del suelo se

destaca bien en el primer trayecto, en especial sobre la parte baja del piso de Guadalupe y sobre la parte alta del piso de Villeta. El terreno de porfiritas y de arenisca del conjunto medio del piso de Villeta no es señaladamente productivo y es además escarpado. En el segundo trayecto, el clima árido impide la demostración de la fertilidad del suelo que debe ser muy buena en los terrenos aptiano-barremiano medio y deficiente en el nivel de areniscas de Cáqueza. El nivel hauteriviano, en sí fértil, parece ser un desierto y solo hacia la falda magdalense está cubierto de selva. La roca porosa deja infiltrar fácilmente el agua, sin almacenarlo como las areniscas de Cáqueza que dan origen a algunas quebraditas en lo alto del cordón de Piedra Gorda.

Al salir de Alpujarra habíamos abrigado la esperanza de volver a encontrar el nivel carbonífero aptiano (hasta barremiano) que determinamos anteriormente en la quebrada del Doche, donde es muy débil e inexplorable. Sin embargo, sobre la ruta no hemos encontrado los afloramientos de este nivel que están cubiertos. En cuanto al conjunto medio del piso de Villeta (conjunto de Une) no hemos visto demostración de antracita, ni tampoco las averiguaciones dieron resultado. Esta ausencia del nivel antracítico es interesante porque se reparte vastamente por el lado oriental de la Sabana de Bogotá y ocurre también en la parte Sur del Valle de Leiva.

Con respecto a las investigaciones petrolíferas, el perfil del cretáceo entre Dolores y el plano del Magdalena, concede orientaciones valiosas, tanto en relación con la génesis como en relación con el almacenamiento (areniscas de color olivo, por ejemplo). Es notable que en esta región el cretáceo manifieste alternativas de facies límica y marina.

En cuanto a minerales metálicos no hemos obtenido datos. En el nivel porfirítico del albiano se distinguen débiles impregnaciones de cobre que parecen relacionarse con las porfiritas mismas porque vuelven a presentarse en el nivel hauteriviano. En este caso no tendrían, probablemente, importancia comercial.

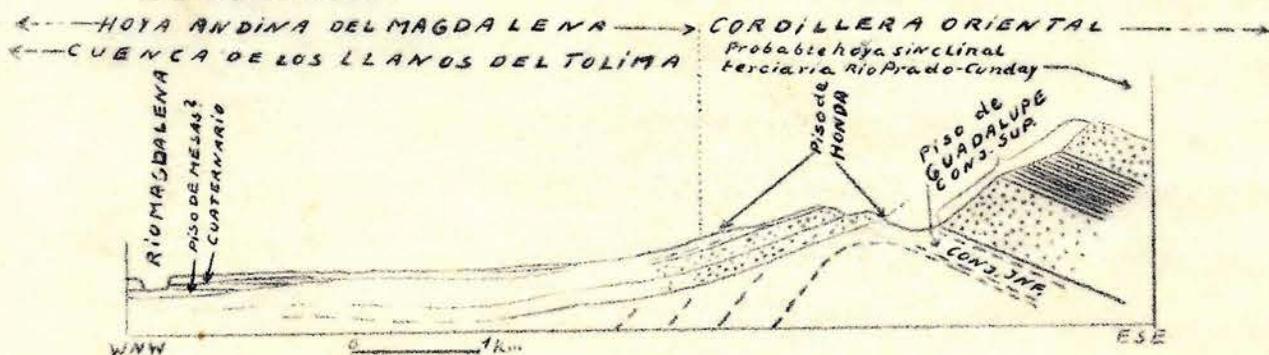
Décimo tercero a décimo quinto día. Prado-La Mata-Santa Lucia-Santa Rosa(hoy Suarez).

Después de cruzar el límite geológico de la Cordillera Oriental con la hoya del Magdalena en el pie occidental del cordón de Piedra Gorda, se sigue en la parte oriental de los Llanos del Tolima, en sentido paralelo al citado cordón que se prolonga hasta más al Norte de Santa Rosa. Después de haber atravesado el cordón que represa la cuenca de Neiva hacia el Norte, entramos a la cuenca de los Llanos del Tolima, muy semejante en sus caracteres fisiológicos y geológicos a aquella. Constituida en el interior por el piso de Honda y remanentes cuaternarios y del piso de Mesas, además por sollevamientos cupulosos (lado occidental del Magdalena) formados del cretáceo superior y bordeados por el terciario inferior y medio, los bordes hacia las Cordilleras Oriental y Central corresponden a plegamientos cretáceos que se levantan rápidamente. En el Sur, el límite está dado por los cordones geológicos complejos del Saldaña y de Subia el cual se prolonga a la cúpula del Doche. Según investigaciones de paso, hechas en Golondrinas, ambos cordones están separados por una faja del piso de Honda que sirve de canal geológico de comunicación entre las cuencas de los Llanos del Tolima y de Neiva. Sin embargo, como en Golondrinas asoman las porfiritas en un anexo del propio cordón de Piedra Gorda, la separación entre las dos cuencas, según puntos de vista del cretáceo, parece ser más pronunciada de lo que acusa el canal del piso de Honda. — Hacia el Norte, la cuenca de los Llanos del Tolima va bordeada por los cordones cretáceos que se hallan al NW de Chicoral-Coello y de Girardot-Tocaima. En Girardot-Tocaima, la cuenca tiene una entrante NE semejante a la que avanza en la cuenca de Neiva hacia la quebrada del Doche; además se halla al Sur de dicha entrante la artesa (cuenca menor) de Melgar que conoceremos con motivo de la travesía Santa Rosa-Melgar.

A causa del cansancio de las bestias que habían trabajado durante siete meses, demoramos un día en Prado, pero no pudimos hacer recono-

cimientos que hubieren merecido interés especial. Dejamos anotado que, de Prado se puede subir en canoa por el río Prado donde los afloramientos son buenos y deben conducir, al E del cordón de Piedra Gorda, al piso de Guaduas y al piso de Bogotá. Según referencias, existe ahí un manto de carbon favorable, ubicada probablemente en el piso de Guaduas. Se trata ahí de una expectativa de explotar carbon en el departamento del Tolima, utilizando la vía fluvial del Prado hacia el río Magdalena.

Todo el trayecto del camino entre Prado y Santa Rosa conduce por terreno plano ondulado, formado del piso de Honda con sus areniscas tobáceas de estratificación mas o menos lenticular en la parte baja donde además se hallan bancos ripiosos hasta cascajosos (pudingas). Entre las areniscas se intercalan algunos bancos arcillosos, grises hasta rojos que tienden a prevalecer hacia la parte alta. Se trata de los mismos sedimentos como los que contienen los restos de mamíferos - un bone-bed joven - cerca de Coyaima; estos por su parte tienen relación con el piso de Combia que se desarrolla al E de Cartago-Bugalagrande-Buga-río Sonso y que, aparte de ser tobáceo, contiene también restos de mamíferos (carretera Sevilla-Bugalagrande). - Tal como lo hemos visto en la cuenca de Neiva, también en la de los Llanos del Tolima, el piso de Honda ofrece suaves ondulaciones que se levantan en discordancia hacia el cretáceo del cordón de Piedras Gordas. Un perfil levantado en la región de la quebrada Consuelo muestra este tipo de superposición.



El cordón de Piedra Gorda, en este trayecto, está formado del piso de Guadalupe y forma seguramente un anticlinal, cuyo flanco W se

halla erodado. Esto se deduce del hecho de que, mas al Sur, el mismo anticlinal muestra su forma de manera inequívoca. El eje del anticlinal muestra en general niveles constantes de la parte alta del piso de Guadalupe. Frente al caserío de La Mata, al N del rio Prado se forma una cúpula, a juzgar por el levantamiento cupuloso del flanco oriental del anticlinal. Esta cúpula sin embargo es de poco relieve, en contraposición a las que se hallan sobre el lado oriental de la cuenca de los Llanos del Toplima, donde Stille construyó un sistema de fallas en un terreno de plegamientos fuertemente ondulados (San Luis-El Valle).

Los rodados que llevan las quebradas que bajan desde el cordón de Piedra Gorda hacia el Magdalena no llevan sino sedimentos del piso de Guadalupe, ante todo plaeners y areniscas, y en veces arcillas que demuestran que también debe asomar el conjunto inferior del piso de Guadalupe. A este conjunto seguramente corresponden unas calizas areniscas con bivalvas roedoras y unas inclusiones arenosas de forma regular que pueden ser orgánicas, encontradas en la quebrada Agua Clara (también Agua Blanca). Ahí mismo ocurren restos de peces en unas lilitas que probablemente también corresponden al conjunto inferior.

Al NE del caserío de Agua Blanca, se observa el empate del cordón de Subia-que viene desde el Salto de Requendama- con el cordón de Piedra Gorda, el cual en esta parte tiene rumbo N y que, allende la depresión de Girardot, se prolonga con el mismo rumbo hacia el cordón del Sargento que queda en el lado occidental de la hoya sinclinal de San Juan-de rio Seco-Guaduro. Es notable que también en esta prolongación el anticlinal de Piedra Gorda tan solo muestre su flanco oriental, mientras el flanco occidental está erodado.

Por lo visto, el trayecto Prado-Santa Rosa ofrece gran uniformidad geológica, tanto en lo referente a la cuenca de los Llanos del Toplima como en lo relativo al borde de la Cordillera Oriental, formado en esta parte todavía por el cordón de Piedra Gorda. Santa Rosa, población situada sobre la ribera oriental del Magdalena, está colocada en cuaternario y en parte sobre el piso de Mesas que cubre el de Honda.

En la ruta de Prado a Santa Rosa, el suelo está formado esencialmente de la descomposición del material andesítico del piso de Honda. Como el clima es seco, se podría suponer que el suelo mostrara producción escasa. Sin embargo interviene un factor importante en poner de relieve la feracidad del suelo, consistente en la parcelación del terreno y en la consiguiente población agrícola densa. Salvo algunos trayectos áridos (lomajes) y algunas zonas de pastos, el camino recorre caseríos que se extienden largamente por la vía y que se hallan en medio de cultivos agrícolas y de pequeños potreros, bien empastados. Árboles frondosos ocupan las orillas del camino y los alrededores de las casas. Unas pocas quebradas, de agua gruesa (piso de Honda) atraviesan el terreno, pero muchas de ellas tendían a secarse. Este inconveniente de seguro podrán aliviarse con poco costo, en vista de que la constitución petrográfica y la tectónica del piso de Honda son muy favorables a perforaciones artesianas. El costo de ellas seguramente es reducido porque la friabilidad de los sedimentos de dicho piso permite emplear máquinas perforadoras sencillas. Se presenta ahí un campo de acción para los propietarios de perforadoras que están trabajando en la Sabana de Bogotá, donde las condiciones de obtención de agua son inferiores a las de la zona Prado-Santa Rosa. La importancia que tiene el agua en dicha zona se pone de relieve en los cultivos de arroz que se ven, espléndidos en algunas partes, como al Sur de Santa Rosa, gracias a que el año ha sido húmedo. En cambio se han visto otros arrozales que fueron sembrados muy tarde y que se estaban perdiendo a causa de la sequía que se iba pronunciando en los días de nuestro viaje. Disponiendo de riego artificial—ya sea por perforaciones, de presas o por bombeo del Magdalena con las maquinarias económicas de hoy día—la región de Prado-Santa Rosa puede ser una de las más productivas de tierra caliente, en vista de que la población es densa al tiempo que el suelo es fértil.

Al Oriente de Santa Rosa, al pie (c) del anticlinal de Piedra Gorda, asoman dos manas de petróleo, una de las cuales se halla en

San Joaquin y la otra en la parte alta de la quebrada Consuelo. Este último afloramiento vierte petróleo asfáltico (neme), el otro petróleo parafínico (petróleo 'monó'). Asoaman hacia el límite del conjunto superior con el inferior del piso de Guadalupe, de manera que se puede tener por segura la procedencia cretácea. Entre los niveles de expectativas petrolíferas del cretáceo que tienen interés para esta región señalamos el de la parte alta del piso de Villeta y aun de la parte baja del piso de Guadalupe, además el de la arenisca olivo de la región de Dolores, el cual posiblemente se debilite hacia Santa Rosa, volviéndose arcilloso, y el del piso de Giron que en esta parte probablemente ya no es volcánico, sino sedimentario (observaciones en Apulo y al S de Guataquí). - Con respecto a las particularidades del ondulado del anticlinal de Piedra Gorda a esta latitud, no hemos podido hacer observaciones especiales. Las ondulaciones axiales son muy suaves y requieren un estudio detenido. - Interesa saber que, como el trayecto N del anticlinal de Piedra Gorda se prolonga hacia la región que queda entre Guataquí y Guaduas (cordon del Sargento y cordon al E de la hoya del rio Seco de San Juan), donde las manifestaciones son frecuentes, existe un plegamiento petrolífero prolongado que acompaña, en un largo trayecto, el Magdalena. Las perforaciones hechas entre Honda y Guataquí que es de facies esquistosa arcillosa desde la parte baja del piso de Guadalupe hasta casi a la base del piso de Villeta (unos 2500m o mas de sedimentos) y donde la hoya del Magdalena ofrece una angostura tectónica, desfavorable para yacimientos comerciales de petróleo, no han dado resultado satisfactorio, pero conviene poner de presente que la facies petrolífera mejora, tanto tectónica como petrográficamente a medida que se asciende al alto Magdalena, donde el cretáceo muestra un desarrollo mas o menos costanero (costas de la Cordillera Central y de la parte Sur de la Cordillera Oriental), el cual muestra intermitencias límnicas. Consideramos que Santa Rosa ya puede formar parte de esta zona favorable, pero mejores seguramente son las cúpulas y estribaciones cupulosos que se desarrollan en el lado oriental de la cuenca, hacia la Cordillera Central.

Décimo sexto día. Santa Rosa-Cármén de Apicalá-Melgar-Girardot.

El camino se dirige unos 4 kms en dirección NE por el borde de la cuenca del Tolima y luego asciende al cordón de Piedra Gorda. Este se trasmonta por el paso de las vertientes de una quebrada (Aguas Claras, distinta a la que queda entre Prado y Santa Rosa) y se baja por un camino bastante cómodo hacia la artesa bien definida de Apicalá o Melgar. El camino sigue por la artesa a la población de Cármén de Apicalá, unida por carretera con Girardot. En seguida se toma el camino de herradura, paralelo más o menos al cordón de Subia (prolongación SW), el cual conduce a Melgar. Desde esta población abandonamos las mulas y nos dirigimos en camión a Girardot, atravesando la artesa y recorriendo luego la entrante terciaria de Girardot-Tocaima hasta llegar a Girardot. -El viaje dió una sorpresa en el sentido del desarrollo más completo del terciario en la falda oriental del cordón de Piedra Gorda, en contraposición a la falda occidental donde solo asoma el piso de Honda. La exposición de los estratos sobre y al lado del camino es excelente, de manera que, con más tiempo, se puede levantar un perfil estratigráfico completo. Con todo, debido a la facies extraña de los estratos colocados sobre las areniscas del piso de Guadalupe, no hemos podido resolver el problema de la subdivisión del terciario.

En el trayecto de Santa Rosa hasta el pie occidental del cordón de Piedra Gorda, el piso de Honda se levanta apenas hacia el Oriente, pero comienza a ascender con fuerza en la parte baja del cordón. Esta se halla cubierta de bloques de arenisca y de acarreo de plaeners, de manera que no se puede identificar la sucesión estratigráfica. Los afloramientos que se hallan al Sur y al Norte demuestran que, en principio, el perfil geológico es el mismo como entre Prado y Santa Rosa (véase gráfico anterior). Parece que originalmente, el piso de Honda trasmontaba el cordón y se comunicaba con los equivalentes en la artesa de Melgar. -Debido al acarreo, las areniscas duras inferiores

del piso de Guadalupe no afloran sino ocasionalmente. En cambio se manifiesta mejor el horizonte de plaeners que se atraviesa en el boqueron (lado occidental), el cual muestra participacion de areniscas. Luego encontramos sobre el filo una formacion cascajosa, la cual no puede pertenecer al piso de Guadalupe y que probablemente corresponde a la base del piso de Honda (o del piso de Bogotá). En seguida de estos cascajos cuarzosos y lidíticos se presenta la arenisca tierna, superior del piso de Guadalupe en una magnitud apreciable, de unos 200 m o mas. Esto fué, para nosotros, una sorpresa porque considerábamos que, a esta latitud las areniscas tiernas ya habrian desaparecido a favor de la facies lidítica. En vista de que ellas aun se presentan hacia Girardot, la observacion de R. Scheibe referente a la superposicion discordante del piso de Guaduas sobre el piso de Guadalupe en la region de Tocaima, fundada ante todo en la ausencia de las areniscas superiores del piso de Guadalupe y en la colocacion directa del piso de Guaduas sobre las liditas del piso de Guadalupe, es correcta. Pero en vista de que, hacia Chimbamuy y Guaduas las areniscas inferiores duras del conjunto superior del piso de Guadalupe, se vuelven lidíticas, no se puede descartar la posibilidad de que, al Norte de Tocaima, tambien las areniscas tiernas se vuelvan lidíticas. El siguiente perfil de Santa Rosa hacia la artesa de Melgar, aclara las observaciones anteriores y las siguientes. Ponemos de presente que, a partir de las areniscas tiernas, la inclinacion de los estratos es fuerte hacia el Oriente (50 a 60°).



Al llegar al contacto del cretáceo con el terciario, se vé que

súbitamente se presenta encima de las areniscas tiernas del piso de Guadalupe un nivel areniscoso muy semejante, pero dotado de fragmentos pequeños, angulosos de plaeners del piso de Guadalupe. Se destaca, pues, una transgresión discordante del terciario sobre el senoniano, a la cual sigue un horizonte arcilloso abigarrado con areniscas que tiene alrededor de 70 m, y que se halla bien expuesto a poca distancia al Sur. Hacia arriba, el horizonte está limitado por un nivel de areniscas ripiosas y arcillas abigarradas que constituye un filo del terreno. A este sigue otro horizonte preferentemente arcilloso, abigarrado de 60 m de magnitud, y tan solo encima de este comienza un grueso conjunto de cascajos ripiosos (lilitas y cuarzos) que refleja la parte baja del piso de Bogotá (conjunto de Chicoral del piso de Gualanday), aunque debe tenerse en cuenta que la intercalación de bancos arcillosos es relativamente abundante. El conjunto seguramente tiene más de 300 m, pero lo hemos fijado en esta cifra como medida preliminar. Después de atravesar la angostura formada por el filo que constituye este conjunto, se encuentran primero un horizonte arcilloso, <sup>lucio</sup> un horizonte grueso de cascajos, otro de arcillas y uno bien caracterizado por areniscas granulosas claras, al E del cual deben seguir todavía arcillas, abigarradas como en todo el perfil. Al comenzar a entrar al plano de la artesa de Melgar, se presentan sedimentos tobáceos, cascajosos en la parte baja y areniscosos hasta arcillosos en seguida. Debido a que la inclinación ya es suave y ondulosa, no se destaca un perfil de mayor magnitud de estos sedimentos que son evidentemente los representantes del piso de Honda.

La primera conclusión que se obtiene del perfil es que, sobre el flanco occidental del anticlinal de Piedra Gorda, se halla el piso de Honda (de Hettner) en contacto discordante sobre el piso de Guadalupe, mientras en el flanco oriental se conserva un paquete de sedimentos terciarios de unos 650 m (según la medida mínima hecha en la travesía), colocado entre el cretáceo superior y el piso de Honda. En el

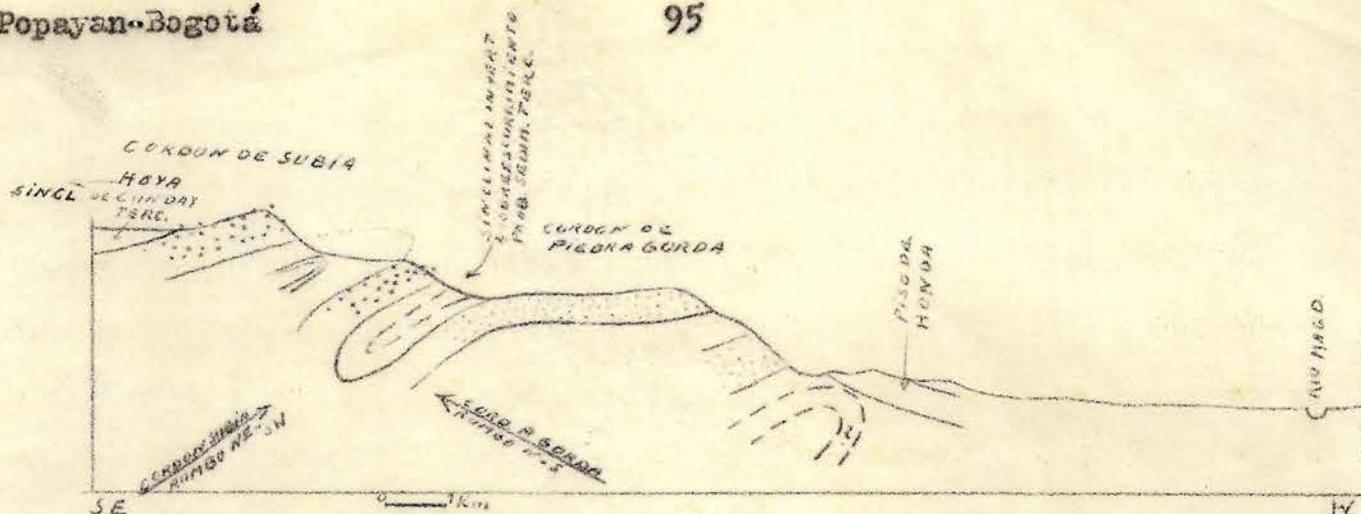
flanco occidental, dicho paquete ha sido destruido, pues, antes de la deposición del piso de Honda, y más, también el conjunto superior, senoniano, del piso de Guadalupe ha sido víctima de la erosión, particularidad que se debe probablemente a la erosión del Magdalena en el tiempo de pre-Honda. Del lado de la artesa de Melgar en cambio, donde los estratos hasta hoy día se hallan bastante bien abrigados contra la erosión, los efectos destructivos del agua no se han hecho notar y, además conforme a las particularidades del interior de un artesa bastante amplia y regular como la de Melgar y a su preformación, el piso de Honda se coloca en concordancia o aproximada concordancia sobre sedimentos que sin duda son del terciario medio. Parece que en esta parte sucede lo mismo como hacia el talweg de la hoya andina del Magdalena donde, según observaciones de Stützer en el curso medio del Magdalena y según nuestras observaciones en la Angostura (al E de Carnicerías; alto Magdalena), el piso de Honda de Hettner-conjunto superior andesítico del piso de Honda de Stützer-se coloca en concordancia aproximada sobre el terciario medio, propiamente dicho. Esta concordancia hacia las partes geológicamente bajas, ha motivado la reunión que hizo Stützer del piso de Gualanday (terciario medio) y del piso de Honda de Hettner (parte del terciario superior). El perfil demuestra que la transgresión fuerte del piso de Honda de Hettner/obliga a considerarlo como grupo estratigráfico individual, el cual claramente forma parte de la propia fase de erección de los Andes en Colombia. Stützer mismo observa que, en el curso medio del Magdalena el conjunto andesítico de su piso de Honda transgriende sobre rocas antiguas de la Cordillera Central.

La segunda conclusión debe considerarse como preliminar; ella se refiere a la correlación de los grupos estratigráficos terciarios del flanco oriental del perfil geológico con los pisos del alto Magdalena.-A primera vista, las areniscas con fragmentos pequeños de plaeners se asemejan a los cascajos acantilados (brecha de plaeners) que forman la base del piso de Barzalosa, por ejemplo en Portillo, al SE de

Tocaima, es decir en una region próxima. Sin embargo el hecho de que los cascajos que ocurren en la parte media de la seccion terciaria del perfil y que se asemejan mucho a la base de piso de Gualanday (equivalente del piso de Barzalosa), obliga a considerarlos, preliminarmente, como anteriores al terciario medio. Como ellos se superponen en leve discordancia (placers en las areniscas) al piso de Guadalupe, juzgamos que pueda tratarse de un facies especial del piso de Guaduas el cual, como ya lo dijimos, se coloca en leve discordancia sobre el piso de Guadalupe en la region de Tocaima (R. Scheibe). Sin embargo, esta determinacion no tiene bases seguras y bien puede ser que se trate únicamente del piso de Barzalosa, en cuanto a los sedimentos que se hallan entre la superficie del piso de Guadalupe y el piso de Honda.

En vista de la indecision que hemos experimentado con respecto a la separacion de los grupos del terciario, insinuamos la siguiente exploracion del alto Magdalena: Banda oriental: 1) estudio de la artesa de Melgar (perfil, de la angostura del rio Fusagasugá en la carretera Girardot-Melgar, perfil Melgar-Icononzo y estudio detallado del perfil Carmen de Apicalá-Santa Rosa), 2) estudio de la hoya del rio Prado entre Cunday y el codo del curso inferior, iniciado por Stutzer de manera general, 3) estudio del terciario al Oriente de la línea Dolores-Alpujarra-Baraya y al Occidente del trayecto Alpujarra-Baraya-La Union, 4) estudio del perfil entre el lado oriental del puente del Colegio y la Angostura del curso inferior del rio Paez. - Banda occidental: 1) estudio detenido del terciario desde la base de Gualanday-Chicoral hacia San Luis y la entrante terciaria de Coyaima, 2) estudio del terciario en la parte occidental de la cuenca de Neiva (Aipe-Yaguará). -

Al descender desde el cordón de Piedra Gorda hacia el interior de la cuenca de Melgar, se tiene una vista buena sobre el empate de los cordones anticlinales de Piedra Gorda y Subia que se verifica hacia el Sur. Segun parece, el anticlinal de Subia que parece estar invertido hacia el NW (rumbo general NE), estrecha fuertemente el sinclinal que asciende hacia el empate de los dos cordones. Lo que pudimos observar es lo siguiente, naturalmente sin poder asumir la garantia de que lo observado es exacto:



Al seguir a Carmen de Apicalá, el terreno va siendo plano y está formado de conglomerados cuaternarios que en parte también pueden ser residuos del piso de Mesas (tipo no volcánico: La Mesa, en PC. Girardot). Además se observan algunos montículos del piso de Honda. Hacia el Sur, la artesa va limitada por el cordón anticlinal de Subia, cuyo flanco que cae hacia Cunday y el río Prado es regular, mientras el que desciende hacia la artesa de Melgar es parado hasta invertido y muestra varios subplegamientos. De especial interés es el anticlinal al Sur de Carmen, donde muestra un espón anticlinal que desciende rápidamente en dirección a la población, ampliando y suavizándose al mismo tiempo. El siguiente croquis muestra las particularidades del espón y el sinclinal que afecta el cordón de Subia.



En el camino de Carmen de Apicalá hacia Melgar, se vuelve a encontrar el piso de Bogotá, cubierto localmente por el cuaternario y posibles residuos del piso de Mesas, el cual debe tener un desarrollo considerable al NE de la población de Melgar en la mesa alta que se extiende ahí. Según observaciones que hicimos en otra ocasión, parece que el piso de Bogotá (Gualanday o Barzalosa) se coloca directamente encima del cretáceo del cordón de Subia, hasta cerca a la parte alta del piso de Villeta. En relación con la tectónica del piso de Bogotá en el lado NE del río Fusagasugá, conviene advertir que este se levanta suavemente en la dirección mencionada, pareciendo que en sentido transversal (NW), la estratificación es más o menos plana.

El primer trayecto del viaje de Melgar a Girardot se verifica a través de la parte septentrional de la artesa de Melgar, desde el anticlinal de Subia hasta el anticlinal que va de Agua de Dios hacia Ricaurte y que forma la angostura del río Fugasugá antes de llegar a Ricaurte. Los sedimentos que afloran pertenecen al piso de Bogotá y al cuaternario, en parte quizá también al piso de Mesas. Suavemente ondulado el piso de Bogotá, se levanta con más fuerza hacia el anticlinal de Ricaurte, en cuyo flanco suroriental asoman probablemente las areniscas tiernas y luego, hacia el eje, los plaeners del piso de Guadalupe. En el flanco noroccidental vuelve a asomar el piso de Bogotá y luego se sigue por el piso de Honda, bien expuesto por ejemplo en la cañada profunda del curso bajo del río Bogotá. Girardot mismo se halla sobre el piso de Honda, según ya lo constató Weiske quien llamó esta formación piso de Girardot.

Para complementar la información geológica sobre la jornada, describimos enseguida la forma artesada que tiene el terreno de Melgar-Carmén de Apicalá. Esta artesa tiene forma paralelepípedica, hallándose limitada hacia el Occidente y hacia el Oriente por cordones que tienen orientación general N, y hacia el Occidente por cordones de rumbo NE, con declive axial hacia el SW. Dichos cordones tienen forma anticlinal irregular hasta compleja y son el cordón de Piedra Gorda, cuyo carácter anticlinal tuvimos oportunidad de conocer en la travesía de Santa Rosa a Melgar; el cordón que viene de Apulo hacia el Sur y que en general es parte del anticlinal complejo del Trigo (según el Alto del Trigo al E de Guaduas), el cual forma, hasta el NE de Melgar, el descenso brusco de la Cordillera Oriental hacia la hoya andina del Magdalena (plegamiento descendente) y que se puede estudiar bien en la región de Apulo; el anticlinal de Ricaurte y el anticlinal de Subia. Desde los bordes citados, <sup>formados de sedimentos cretáceos</sup> el piso de Bogotá desciende regularmente hacia la artesa de Melgar en cuyo interior predominan el piso de Honda y el cuaternario y residuos del piso de Mesas. La única parte irregular

que se manifiesta en los contornos de la artesa se halla al NE de Melgar, donde el terciario de la artesa penetra mas al nororiente de lo que corresponde al propio límite del anticlinal del Trigo, observacion que hemos deducido del estudio de la siguiente jornada.-De acuerdo con la menor altura geológica que tienen los bordes de la artesa hacia los anticlinales de Ricaurte y de Piedra Gorda, ella tiene declive general hacia N/ y hacia SW, siendo probable por lo tanto que su centro se desplace en direccion NW, o sea hacia la proximidad del empate de los cordones de Ricaurte y de Piedra Gorda.

-----

En cuanto a los terrenos agrícolas hemos de decir que, debido a la relativa sequedad y al caracter arenisco de los cordones de Ricaurte y Piedra Gorda, ellos constan en su mayor parte de suelos improductivos. En cambio, la fertilidad parece ser buena hacia los cordones de Subia y del Trigo, donde la intensificación de la humedad se manifiesta por restos de la selva. El interior de la cuenca que dispone de bastantes quebradas con agua corriente, lechosa donde se notan los pisos de Bogotá y de Honda, muestra una producción buena, salvo en los montículos y en los lomajes de los bordes donde se siente la sequía. De acuerdo con la forma de artesa que tienen la region de Melgar-Cármén de Apicalá, la obtencion de agua artesiana puede hacerse en condiciones favorables. Como fuentes de agua deben considerarse el piso de Honda y el piso de Bogotá, constituidos de sedimentos porosos que alternan con capas impermeables.

Con respecto a las expectativas de petróleo, vale en general lo que dijimos al tratar de las manifestaciones de Santa Rosa, pero advirtiéndole que la facies desmejora hacia los cordones de Ricaurte y del Trigo, según se desprende del estudio de la region de Victá que hicimos en otra ocasion.-En cuanto a carbon hemos tenido referencia que este asoma en la region de Nilo, o sea en la parte N de la artesa de Melgar. Se trata ahí seguramente del piso de Guaduas, el cual aflora localmente en el flanco W del cordon del Trigo, hallándose <sup>correcto</sup> ~~de~~ <sup>dragado</sup> en otras partes por el piso de Bogotá.

Décimo séptimo día. Girardot-Bogotá.

Después de siete meses de estudios lentos en mula y a pié se siente la necesidad de disfrutar de las grandes ventajas que ofrece la exploración rápida por la vía aérea. En otros vuelos habíamos tenido ocasión de experimentar la utilidad de este método; además las fotografías aéreas estereo-oblicuas que la Scatta había tomado sistemáticamente de la región del Catatumbo, contribuyeron de manera esencial en completar y ampliar los resultados del reconocimiento terrestre. Como base para la apreciación aérea de la geología se tiene el desarrollo de los niveles estratigráficos que se perciben sobre gran distancia y que se identifican fácilmente mediante el recorrido a pié o montado a lo largo de líneas de perfil características. Si se agregan al estudio aéreo las fotografías estereo-oblicuas, las investigaciones ocupan una pequeña parte del tiempo que demanda el estudio terrestre, obteniéndose al mismo tiempo una precisión mayor en la representación gráfica. Durante nuestro vuelo de Girardot a Bogotá no hemos podido tomar fotografías y por este motivo tenemos que restringirnos a describir los rasgos generales.

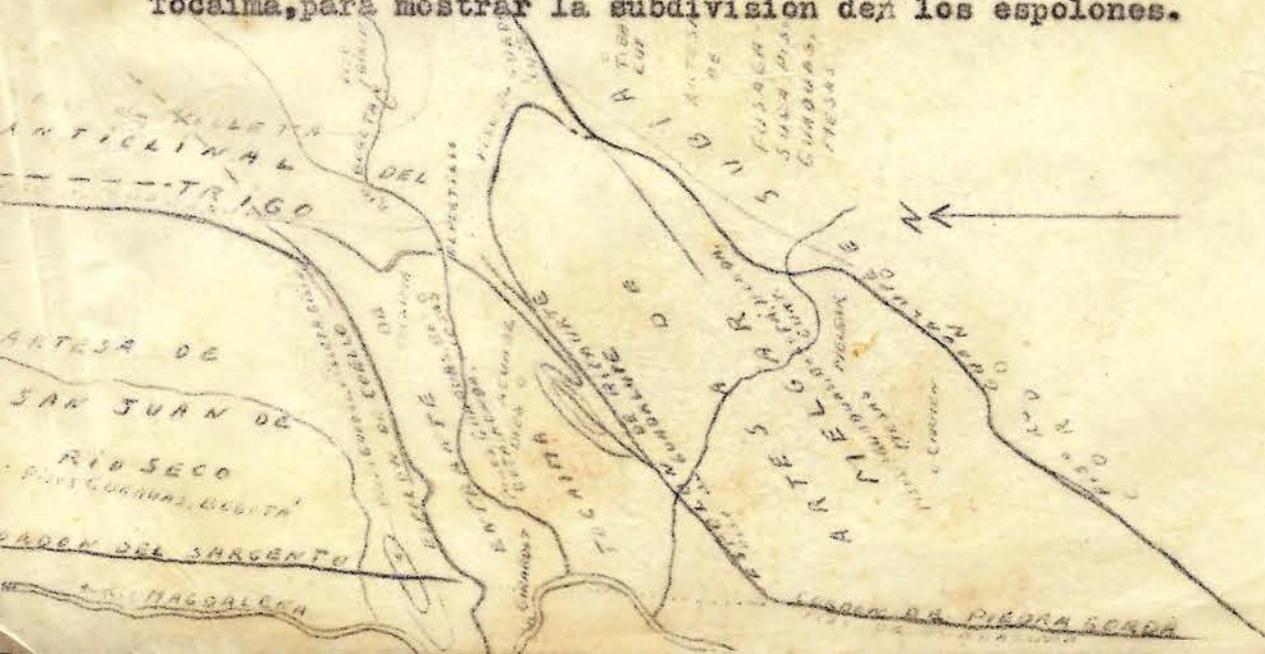
Teníamos especial interés en observar el engranaje de las prolongaciones SW (espulones) que avanzan desde el borde de la Cordillera Oriental, o sea desde el trayecto correspondiente del cordón del Trigo, con la hoya del Magdalena. Primeramente se vé que el espulón anticlinal de Rácurte que muere al empatar con el anticlinal de Piedra Gorda en la esquina noroccidental de la artesa de Melgar no es uniforme en dirección hacia Agua de Dios, población situada en su flanco NW. Ahí se divide en dos ramales, uno de los cuales (el occidental) parece que decae frente a la citada población. Además el cordón parece ser bastante ondulado. Enseguida se vé que la entrante sinclinal que avanza hacia el Nordeste por la banda occidental del cordón de Subía penetra considerablemente en el anticlinal del Trigo, más de lo que habíamos

pensado. Al mismo tiempo se advierte que dicha entrante parece estar subplegada, a raíz de un anticlinal que se aparta de la región cupulosa de Tibacuy y que se pierde hacia la mesa que se halla al  $\frac{1}{2}$  NE de Melgar. La entrante en lo demás llega más o menos a la latitud de Tibacuy.

Hacia el Oriente se destaca la amplia artesa de Fusagasugá, limitada por el cordón de Subia que ahí presenta en general un tendido hacia el SE, formado del piso de Guadalupe, además por los muros que se levantan de Fusagasugá hacia el Nordeste y que parecen ser una fuerte dislocación, tratándose en realidad de un flexura brusca que descende hacia la artesa. El borde oriental de la artesa se hallaba entre neblina y el borde Sur (Icononzo-Pandi) lo habíamos podido reconocer en otra ocasión. El terreno de Victa-La Mesa-Tena por el cual se verifica el vuelo, no muestra rasgos demasiado complicados, pero se necesita de la fotografía aérea para fijarlos. Advertimos que el estudio terrestre de este terreno se dificulta grandemente a causa de lo escarpado y de la dificultad que hay para orientarse.

Al remontar los muros de areniscas del piso de Guadalupe que bordean la Sabana hacia Zipacon-Tena y que envían un vector SW por el cordón de Subia hasta el Magdalena, se disfruta de la vista sobre el campo de la amplia vuencia de la Sabana de Bogotá, la cual se halla representada en el croquis geológico que acompañamos a este trabajo.

Enseguida reproducimos el croquis de la región de Melgar a Tocaima, para mostrar la subdivisión de los espolones.



## CONCLUSIONES GENERALES.

## A. ESTRATIGRAFIA.

## 1) Cordillera Central.

Es sabido que la Cordillera Central está formada esencialmente de esquistos cristalinos y de rocas intrusivas, cubiertas en extensiones considerables por productos volcánicos y sedimentos conglomeráceos neoterciarios hasta cuaternarios y recientes (proximidad de los volcanes de actividad histórica). Hacia el flanco caucano se hallan potentes sucesiones de productos volcánicos con escasa intercalación de sedimentos comunes, pertenecientes al mesozóico. Los mismos ocurren hacia el flanco magdalense, con la diferencia de que los sedimentos superan la materia volcánica.

Apoyado en los precedentes establecidos por Tulio Ospina que adoptó en general R. Scheibe, E. Grosse pudo determinar la edad cretácea del grupo estratigráfico volcánico que se halla en el flanco caucano de la Cordillera Central y esto mismo nos dió la orientación para perseguirlo a lo largo de este flanco en los departamentos del Valle y del Cauca. Pero no fué posible identificar la edad de los esquistos cristalinos por la falta de pruebas convincentes.

Con respecto a los esquistos cristalinos se han formado dos opiniones. Una de ellas, sustentada por Hettner, Tulio Ospina y R. Scheibe, considera que parte de los sedimentos metamórficos son mesozóicos. La otra, desarrollada por Bergt, ~~Stüben~~ y Grosse, supone que se trata de rocas paleozóicas hasta prepaleozóicas. En vista de que el cretáceo suele encontrarse en la Cordillera Central en facies inalterada, parecía evidente que la segunda de las opiniones iría a confirmarse y nosotros mismos nos inclinábamos a ella - después de muchos esfuerzos para probar lo contrario - cuando encontramos amonitas en un nivel probablemente aptiano cuyos sedimentos no esta-

ban transformados y que se hallan próximos a esquistos grafiticos, filíticos y sericíticos con intercalacion regional de cal cristalina de los cuales suponíamos que corresponderian al cretáceo, antes de encontrar dichas amonitas. Esta determinacion se hizo al E de Popayan (ramal de Coconuco), al terminar la propia exploracion del Valle y del Cauca, y ella era en apariencias tan convincentes que, sin el estudio de la Cordillera Central entre Pitayó y el rio Paez, habríamos tenido que aceptar la opinion relativa a la edad paleozóica o prepaleozóica de los esquistos metamórficos. En esta relacion se comprende la admiracion que causa a Bergt (pg. 218) la opinion de Hettner. Dice: "De lo que arriba hemos dicho, se deduce que el autor (Bergt) no comparte la opinion de Hettner con respecto a la edad de las rocas que constituyen la Cordillera Central, especialmente con respecto a los esquistos cristalinos y las rocas macizas (eruptivas) mas antiguas. Hettner resume sus observaciones hechas sobre la parte septentrional de nuestra region, de la siguiente manera:

"La Cordillera Central consiste esencialmente de neis y esquistos cristalinos, de granito y otras rocas macizas cristalinas; ademas de rocas sedimentarias comunes las cuales probablemente pertenecen, todas o en su mayor parte, a la formacion cretácea... El observador se inclina a suponer que, sobre el lado occidental de la cumbre existieran fallas longitudinales, fundándose al respecto en el cambio frecuente de zonas cristalínicas y sedimentarias. Sin embargo dicho cambio puede explicarse tambien de estas dos maneras. No es imposible que se trate de plegamientos complicados; por otro aspecto es posible que los esquistos cristalinos y las formaciones sedimentarias comunes representen el desarrollo distinto del mismo horizonte geológico(1), es decir que el cambio no implica, de manera alguna, la presencia de irregularidades tectónicas. Hasta ahora no se ha dado prueba positiva alguna con respecto a la edad arcaica de los esquistos cristalinos; al contrario, al Oeste de la cumbre se tiene muchas veces la impresion, como si estos traspasaran paulatinamente a los estratos cretáceos... Las rocas encajantes eruptivas

I) Véase O. Stutzer: Beitrage zur Geologie des Cauca-Patia-Grabens. N. Jahrbuch. BB. LVII. - Abt. B. 1927. pg. 143-144. --- Nota de Hubach

vas habria que paralelizarlas con las rocas andinas de Stelzner." "

(Prosigue Bergt:)"Hettner no expresa claramente, hablando de manera general de la construccion de la Cordillera Central colombiana, si dicha opinion vale en relacion con toda la extension de esta cordillera. En vista de la absoluta igualdad de los esquistos cristalinos y medio-cristalinos, y de los sedimentos y de las rocas macizas antiguos en la zona estudiada por Hettner y en la que abarcamos nosotros, la generalizacion de la opinion que da Hettner en relacion con la Cordillera Central parece un hecho. En consecuencia, toda la Cordillera Central colombiana estaria formada de solo estratos cretáceos y de formaciones superpuestas del terciario y del cuaternario. Lo increíble de este concepto (*Ungheuerlichkeit dieser Annahme*) resalta bien, si se tiene presente cuanta multiplicidad de rocas existe en esta cordillera que tiene mas de 600 kms de largo (zona abarcada por nosotros) y hasta 110 kms de ancho. Antes de transformar en cretáceo la totalidad de las formaciones que se deben tener en cuenta y en que ya las diferencias de edades resaltan hasta cierto punto segun las investigaciones petrográficas, deben aportarse pruebas seguras y ~~ya~~ e indiscutibles con respecto a las localidades, lo cual hasta la fecha no se ha verificado."

Esta es la opinion de un petrógrafo quien ha querido generalizar la opinion de Hettner en relacion con toda la Cordillera Central. Pero tambien un geólogo tan experimentado como Grosse, tanto en el estudio de Antioquia como en el del Huila-Caquetá, considera que los esquistos metamórficos son antiguos, y aun mas antiguos de lo que opina (en parte) Bergt; es decir precámbricos, a pesar de que la facies esquistoseada de la Formacion Porfirítica antigua en la cuenca de Sopetran debería haberlo inducido a la precaucion. Grosse, al considerar las citadas rocas como precámbricas, se ha fundado en la opinion de Steinmann quien ha observado en vastas extensiones de los Andes, del Perú al Sur, ante todo sobre el lado oriental, que los sedimentos anteriores al siluriano y aun al cambriano son metamórficos, mientras los del bajo paleozóico no lo son, añadiendo sin embargo que se trata de una separacion relativa

En contraposición a Grosse y Bergt, Tulio Ospina y R. Scheibe consideran que parte de los sedimentos metamórficos debería pertenecer al mesozóico. Tulio Ospina los considera a base de reflexiones que hoy día vienen a comprobarse como jura-triásicos, edad que R. Scheibe adopta provisionalmente, agregando que en parte se trata probablemente de cretáceo. Las observaciones en la Cordillera Oriental, relativas a que la sedimentación regionalmente no comienza con el cretáceo inferior sino con el jurásico superior, y el hecho de que el jurásico y el triásico (facies marina) se presentan de preferencia y con bastante regularidad sobre el lado occidental de los Andes (de la Cordillera Central al Occidente), respaldan el concepto genial de Tulio Ospina quien, por falta de datos paleontológicos, venció las dificultades en forma que seguramente vendrán a comprobarse. En otra *oportunidad* tendremos ocasión de apreciar más de cerca la labor de este distinguido científico colombiano quien definió las bases geológicas para la zona más complicada del país. -- La apreciación que erradamente dió Bergt en relación con la opinión de Hettner, vale, pues, de igual manera para Tulio Ospina y R. Scheibe.

En contra de la opinión de Steinmann y E. Grosse, según la cual el paleozóico y el mesozóico de los Andes no pudiera sufrir una metamorfosis avanzada, está el hecho de que el cretáceo, por ejemplo, se presenta metamórfico no solo en Venezuela (Barquisimeto) sino también en Tierra del Fuego. Además Tulio Ospina refiere ejemplos de metamorfismo en los Andes de Norteamérica, referentes al jura-triásico. Además se han determinado nuevas e importantes regiones de metamorfismo <sup>del</sup> cretáceo en los Alpes y en el Cáucaso.

Las anteriores anotaciones y en general los estudios hechos en la Cordillera Central demuestran cuán difícil es obtener datos con respecto a la determinación de la edad de las rocas antiguas, metamórficas. Nosotros mismos nos dimos cuenta de ello al remontar, de ida al estudio del Valle y del Cauca, la Cordillera Central por el Cucuana. Ahí las calizas del piso de Villeta y los conglomerados de la parte alta

del piso de Giron se perciben mas o menos hasta la confluencia del Cucuana con el Cucuanita, es decir hasta cerca a la cumbre de la Cordillera Central, pero en facies de metamorfismo de contacto y sin que resalten los afloramientos que muestren la relacion con el metamorfismo dinámico.

En estas condiciones se puede decir que la travesia Pitayó-río Paez es excepcional para resolver el problema del metamorfismo y que estuvimos acompañados por la buena suerte al hacer ese recorrido.

Fundamentalmente, la cuestion del metamorfismo se resuelve con el desarrollo del cretáceo en el flanco suroccidental del batolito y anticlinal del Paez. Con toda la regularidad del caso, los niveles calizas del conjunto inferior del piso de Villeta, pertenecientes al aptiano y quizá tambien a parte del harremiano, se extienden desde Belalcazar, siguiendo la banda derecha del río Paez, hasta la confluencia del río Paez con el río Moras. En este último lugar, el conjunto inferior pasa por el curso inferior del río Moras hacia Vitoncó y sigue por la banda izquierda de este río, en un trayecto importante. Enfrente de Belalcazar, las calizas no se hallan alteradas y contienen una gran abundancia de fósiles, entre ellos *Cuculea dilatata* y *Ptycomya*, características para el aptiano. En Vitoncó, la caliza ya se ha transformado en marmol (cal cristalina) y los esquistos que abajo no muestran metamorfismo, se han vuelto esquistos <sup>s</sup> lustrosos, grafiticos hasta filíticos. Igual cosa sucede con los esquistos arcillosos aparejados con caliza y lidita, los cuales yacen bajo la caliza al E de Belalcazar (q. San Antonio) y que, al E de Vitoncó son lustrosos. A medida que se asciende por el río Paez, o sea a medida que se asciende geológicamente por el anticlinal NW del Paez hacia la parte alta de la Cordillera Central, el metamorfismo del cretáceo se acentúa.

Luego, al comparar el desarrollo petrográfico del cretáceo de Belalcazar con los sedimentos metamórficos que existen en Pitayó y en la calera del mismo nombre, se llega a conocer una facies considerablemente mas transformada que la de Vitoncó-Mosoco. Se trata en Pitayó de

esquistos altamente filíticos y sericíticos, muchas veces de aspecto néisico que de vez en cuando revelan el caracter original grafítico. Entre estos esquistos, ya no medio sino holocristalinos, se hallan los bancos de cal de la quebrada La Calera. Aquel que aflora hacia la parte alta de la quebrada va acompañado de un banco delgado de cuarcita granulosa (originalmente arenisca granulosa) que también se halla entre las filitas del filo que bordea la quebrada hacia el Sur. El hecho de que ocurran juntos dos clases de roca tan típicas como la caliza marmolizada y la cuarcita granulosa y de que todo el grupo de esquistos filíticos yace sobre rocas néisicas verdosas que acusan un grado de metamorfismo más avanzado y probablemente una edad más antigua, demuestra claramente que se trata de equivalentes metamórficos del conjunto caloso que se halla frente a Belalcazar, donde también la cal va aparejada con arenisca granulosa en mantos delgados y donde el cretáceo (cuesta del Granadillo) se coloca sobre rocas (metamórficas) más antiguas.

Desde luego la caliza cristalina de Pitayó se extiende hacia el Norte y ocurre a través de Toribío y Tacueyó hasta el río Güengüé el cual baja al valle del Cauca entre Corinto y Miranda. Los sedimentos que ocurren junto con ella, según las investigaciones de Bergt y según nuestro estudio entre Corinto y Tacueyó son en general las mismas como en Pitayó, mostrando a veces un grado más alto de metamorfismo. Esto demuestra que el cretáceo metamórfico constituye, según estos solos datos, una parte importante de la Cordillera Central, siendo además probable que el marmol que se halla en la travesía de Manizales al Magdalena sea del mismo tiempo.

Desde Pitayó hacia el Sur, o sea hacia Popayan, la intensidad del metamorfismo de la misma clase de sedimentos, menos calosos o faltos de cal, disminuye paulatinamente y en la región de Popayan (al E) se trata de esquistos grafíticos a los cuales siguen sedimentos inalterados del albiano que se presentan en el ramal de Coconuco. Mas hacia el Sur, el metamorfismo se mantiene más o menos suave y vuelve a asomar la cal cristalina al SSE de Dolores (calera de La Esmita), pero menos alterada que en Pitayó, y limitando con las diabasas que ocupan un

un nivel geológicamente mas alto dentro del cretáceo que las calizas de Belalcazar.-Tambien ocurre la cal cristalina, esta vez ~~en~~ en un medio tan metamórfico como lo muestra la region de Pitayó, en la calera de Los Cerrillos, en el curso bajo del rio Palacé, es decir hacia la parte occidental de la hoya andina del Cauca que ofrece en esta parte un dintel geológico semejante al de Suarez-Quilichao y al de Titiribí hasta Yarumal. Segun lo demuestra la contraccion de los pliegues del terciario carbonífero en el dintel de Quilichao-Suarez, estas partes acusan mayor intensidad tectónica, la cual explica el grado de metamorfismo avanzado de Cerrillos.-Desde luego, el metamorfismo, <sup>del cretáceo</sup> sobre el lado occidental no se reduce a la Cordillera Central y a partes de la hoya del Cauca, sino abarca tambien la Cordillera Occidental porque parece evidente que el conjunto lidítico de la region de Dagua-Espinal que en partes es lustroso, en otras partes inalterado, es equivalente del conjunto lidítico que se halla debajo de la caliza aptiana al E de Vitoncó. Desde luego, el conjunto de esquistos lustrosos, estrechamente contraído que se halla en la angostura del Dagua no puede ser otra cosa sino cretáceo muy bajo hasta jurásico.-Ponemos de presente que el conjunto del Espinal es anterior al grupo diabásico-lidítico que abarca una parte del cretáceo medio colombiano y la mayor parte del cretáceo superior. Su equivalente en Antioquia (hoya del Cauca y Cordillera Occidental) debe ser la formacion porfirítica antigua de Grosse, parte del juratriásico de Tulio Ospina.-En cambio vemos que, en el borde de la Cordillera Central que da hacia el Magdalena, el metamorfismo disminuye rápidamente, comprobacion que tambien hemos hecho en la region del Cucuana, Gualanday.

Lo expuesto demuestra que la Cordillera Central, al menos en una parte importante está formada de cretáceo, metamórfico hasta mas arriba del aptiano, o sea hasta mas o menos al albiano donde comienzan los derrames volcánicos con intercalacion de sedimentos inalterados, segun observaciones hechas hasta ahora. El grado variado del metamorfismo que se observa entre el rio Paez-Pitayó-Popayan-Dolores demuestra que es muy difícil separar el cretáceo de sedimentos mas antiguos. Sin embargo creemos que, con el tiempo, las dificultades desapareceran porque

se vé en Pitayó que debajo del cretáceo metamórfico siguen néises que evidentemente son mas antiguos, los cuales pueden representar los esquistos metamórficos precretáceos, yacientes ~~en~~ ~~el~~ ~~lado~~ ~~del~~ ~~cretáceo~~ abajo de Belalcazar, en la cuesta del Granadillo. Además parece que la transgresion del área sedimentaria en la region de la Cordillera Central, no se verifica sino alrededor del final del tiempo de Giron, como lo demuestran los afloramientos de Granadillos-Coetando y en la region de Miraflores (Rovira). Sin embargo, el asunto debe estudiarse aun mas ampliamente y ante todo hay que observar el mesozóico en el lado occidental de la Cordillera Central donde los sedimentos de este tiempo pueden ser mas completos que sobre el lado oriental.

En cuanto a la edad de las rocas precretáceas de la Cordillera Central hemos de poner de presente que, si el bajo cretáceo ya muestra un grado avanzado de metamorfismo, los del resto del mesozóico y los del paleozóico deben serlo en mayor grado. Por lo mismo, no hay razon para considerar que los neises sean prepaleozóicos o arcáicos. En pequeña escala pueden serlo, pero en general se tratará de rocas mesozóicas hasta paleozóicas (1)

De las observaciones hechas entre Popayan y el rio Paez, se deduce la siguiente columna estratigráfica; relativa a la Cordillera Central.

	Cuaternario.....	Escaso
Piso de Popayan	.....	Frecuente, en veces plegado. Facies de
Plioceno aprox.		mes (aglomerados y Tobas) andesíticos.
	Parte alta.....	Arriba: derrames picríticos, etc
CRE-		Debajo: derrames de diabasa, aglomerados y tobas id.; pocas lilitas.
	Parte media.....	Derrames porfíricos, porfiríticos, felsita, brechas y conglomerados id. y pizarras liliticas y esquistos arcillosos, etc, con amonitas probablemente albianas
CEO	Parte inferior..	Sedimentos metamórficos: esq. grafíticos, filitas, sericitas, esq. néisicos, mármol.

1) El hecho de que en la Cordillera Central tambien ocurren sedimentos paleozóicos inalterados, está comprobado con el hallazgo de siluriano p por Boeckh en el km. 13 del F8 de Pto. Berrio-Medellin. Esto sucede en la parte septentrional de dicha cordillera y cerca a su límite con la hoya andina del Magdalena. En otra parte volveremos a referirnos a los caracteres regionales del metamorfismo en relacion con los caracteres de la intensidad tectónica.

Continuacion: Parte inferior. Sedimentos metamórficos: esq. grafiticos, filitas, sericitas, esq. néisicos, mármol.

Precretáceo (Eomesozóico- paleozóico, y prepaleozó- ico)	Esquistos arcillosos, esquistos cristali- nos y néises. Los esquistos arcillosos probablemente raros y restringidos a parte septentrional-magdalense Cordillera Central.
--	--

Finalmente cabe hacer una observacion con respecto al contraste que ofrecen la parte alta y media del cretáceo donde las rocas no muestran metamorfosis y son altamente volcánicas, con la parte inferior que es metamórfica y que en general carece de intercalaciones volcánicas. En vista de que las observaciones hechas en Colombia demuestran que la actividad eruptiva es una funcion de la intensidad tectónica (cuando esta arrecia, arrecia tambien la actividad eruptiva, respectivamente el volcanismo), hemos de considerar que las partes media y alta del cretáceo se formaron en un tiempo de gran intensidad tectónica que se manifiesta por la abundancia de los productos volcánicos y que se refleja por el metamorfismo que ha sufrido la parte baja.

Advertimos que la subdivision del cretáceo, hecha en la columna es provisional. Con el tiempo hay que buscar la relacion de la subdivision sencilla del cretáceo del lado oriental andino (pisos de Giron, Villota y Guadalupe) con el cretáceo del lado occidental. En el lado occidental, la division se dificulta en vista de la intensidad del volcanismo y de la consiguiente escasez de sedimentos y fósiles, pero tambien por la irregularidad vertical de la reparticion del material volcánico, el cual encierra, segun las determinaciones de Grosse el aptiano-barremiano de Antioquia, nivel que en la region de Popayan no es volcánico. Ademas hay que contar con la probabilidad de que las calizas que se presentan en el cenomaniano y en el aptiano-barremiano de la facies oriental, deben disminuir rápidamente desde la Cordillera Central hacia la Occidental, o sea a medida que aumenta la distancia de la costa latente, representada por la Cordillera Central.

2) Hoya andina del Magdalena y borde magdalense de la Cordillera Oriental.

La hoya andina del Magdalena bordea la Cordillera Central por el Oriente, en igual forma como lo hace la hoya andina del Cauca por el Occidente. En vista de que la Cordillera Central representa una de las costas latentes del cretáceo y del terciario, la facies de los sedimentos de estos tiempos que se hallan en la hoya andina del Magdalena y en la del Cauca, pueden considerarse como costaneros. La Cordillera Oriental en el mismo tiempo, salvo algunas partes terrestres y excepción hecha del terciario superior, representaba el área sedimentaria, alejada de la costa. La Cordillera Occidental cuya evolución tectónica era más agitada que la de la Cordillera <sup>Oriental</sup> Central, comenzó a erguirse sensiblemente en el terciario y por este motivo guarda pocas extensiones de sedimentos de este tiempo. La hoya del Cauca que también se halla en el terreno de evolución intranquila y que ha resultado en un nivel más alto que la del Magdalena, conserva el terciario menos bien que la hoya del Magdalena y no ofrece la amplitud como esta. — La hoya del Magdalena es, pues, la mejor faja andina para estudiar la ~~facies~~ facies costanera del cretáceo y del terciario, como la Cordillera Oriental lo es con respecto a la facies alejada de la costa de dichos tiempos(1).

De la descripción del viaje se desprende que no nos fué posible resolver el problema de la subdivisión del terciario en la hoya del Magdalena y en el borde occidental de la Cordillera Oriental. En cambio, la subdivisión y la correlación con el cretáceo de la Sabana de Bogotá no presenta dificultades, tanto según puntos de vista paleontológicos, como según los caracteres de los niveles petrográficos. Esto demuestra

---

1) Deducciones del estudio general de la geología de Colombia.

que la sedimentación durante el período <sup>geosinclinal</sup> sinclinal, cretáceo de los Andes ha sido más regular que durante el terciario que representa la transición entre el período geosinclinal y geanticlinal de los Andes. Sin embargo tenemos la convicción de que, mediante un estudio en la forma como lo insinuamos en página 94 de este trabajo, se resolverán los problemas que no logramos definir de paso.

Para la mejor comprensión de lo siguiente, referimos el lector al cuadro estratigráfico general que hemos insertado al ~~principio~~ principio del informe.

En el trayecto de la ruta que sigue por la hoya del Magdalena y por el borde de la Cordillera Oriental, no afloran las rocas precretáceas y la única parte donde ellas se han observado en la proximidad es en la cuesta del Granadillo, al atravesar el batolito del Paez desde Belalcazar hacia Nátaga. Se trata ahí de esquistos filíticos y cloríticos, distintos en su aspecto físico de las rocas que componen el piso de Quetame, yacente del <sup>jura-</sup>cretáceo al E de Bogotá. En vista de las experiencias hechas con el cretáceo metamórfico en la Cordillera Central, creemos que dichos sedimentos no sean prepaleozóicos sino paleozóicos y aun no se excluye la posibilidad de que sean mesozóicos.

Del piso de Giron solo hemos encontrado afloramientos que se refieren a la parte alta, o sea al conjunto superior, el cual, colocado encima del nivel con fósiles valangianos (a bastante distancia) y debajo del nivel barremiano-aptiano de calizas, según el perfil básico de Bogotá-Quetame, debe abarcar la parte alta del hauteriviano y la parte baja del barremiano. Los lugares donde asoma el conjunto superior son: la travesía por el cordón de Piedra Gorda entre Dolores y Prado (borde de la Cordillera Oriental) y el lado occidental del batolito del Paez (borde de la Cordillera Central). En la propia hoya del Magdalena, siguiendo nuestra ruta, el piso de Giron no asoma.

Los dos afloramientos son interesantes desde el punto de vista de que ambos muestran en la parte baja del conjunto superior un potente nivel de porfiritas y material porfirítico de color

rojo hasta gris, con bastante cantidad de fenocristales de feldespatos. El material diabásico es escaso, cosa común en relación con los derrames cretáceos de la hoya del Magdalena y notable porque dicho material predomina fuertemente en el flanco occidental de la Cordillera Central hasta la Cordillera Occidental. Se revela de esta manera una diferencia muy palpable entre la calidad del volcanismo en el Occidente y la del Oriente andino de Colombia, obrando como línea divisoria de los magmas la cresta de la Cordillera Central. Como dicha cresta también divide el terreno oriental hemitectónico del terreno occidental eutectónico, la diferencia de los magmas es un valioso indicio con respecto a la determinación de las relaciones calidad del magma-grado de intensidad de la tectónica.

El horizonte superior del citado conjunto, o sea el horizonte de Cáqueza, es conglomerado hacia el lugar de la Cordillera Central y se vuelve arenoso, con participación secundaria de cascajos, hacia el lugar de la Cordillera Oriental. Se ve que la Cordillera Central, al finalizar el tiempo de Giron, era costa, mientras la Cordillera Oriental era área sedimentaria, alejada de dicha costa. La misma determinación la hemos podido hacer más al Norte, desde el Tolima hacia Cundinamarca. En Miraflores, el horizonte de Cáqueza es conglomerado; al avanzar desde el borde magdalense de la Cordillera Central <sup>hacia el E</sup> se vuelve arenoso cascajoso en El Diamante, al E de Apulo, y es netamente arenoso en Cáqueza, al E de Bogotá. - También en los bordes de las demás masas terrestres latentes (latentes porque tempralmente estaban invadidas por el área sedimentaria) el horizonte de Cáqueza es conglomerado, por ejemplo en los bordes del núcleo Santandereano de la Cordillera Oriental, en la serranía de Merijá, en la de Mérida y en la sierra Nevada de Santa Marta. Después de la deposición del horizonte de Cáqueza, los cascajos desaparecen como síntomas costaneros, pero en cambio resaltan como tales las potentes calizas que bordean dichos núcleos o nudos.

En vista de que el recorrido por la hoya del Magdalena apenas revela la parte más alta del piso de Villeta, tenemos que seguir el estu

dio comparativo de este piso sobre la base de los afloramientos del anticlinal del Paez y del cordón de Piedra Gorda. El conjunto inferior del piso de Villeta al E de Melalcazar se destaca por potentes niveles de cal que forman altas murallas sobre la banda derecha del río Paez. Estas calizas no se hallan inmediatas a horizontes de Cáqueza sino están separadas de él por una potente sucesión de sedimentos esquisto arcillosos, lidítico-calcíticos y de un débil nivel caloso que se encuentra hacia la parte alta. Este nivel lidítico debe tener mayor importancia en relación con la determinación del cretáceo del Occidente andino de Colombia porque parece que coincide con el nivel del Espinal, en la región de Dagua del FC. d Cali a Buenaventura. Dicho nivel del Espinal que yace bajo los derrames en general diabásicos de la parte media y alta del cretáceo, se ha vuelto a encontrar al W de Bolívar (V.) y en la región de Toro-Anserma Nuevo, término septentrional de nuestra exploración. Luego se esparce vastamente en la sección antioqueña de la hoya del Cauca, donde dicho nivel se ha llamado Formación Porfirítica Antigua (Grosse), y abunda en el nudo de Frontino de la Cordillera Occidental donde baja hasta el curso medio del Sinú y del río Sucio de Dabeiba. Se trata, pues, de una formación de alta importancia para la determinación estratigráfica del Occidente, fácil de reconocer. Ella posiblemente no solo refleje el nivel bajo del piso de Villeta en el Occidente, sino también parte del piso de Giron porque se observa por ejemplo entre Cáqueza y Quetame que la parte media de este piso también es lidítica. Una formación muy semejante del Occidente andino de los Estados Unidos, llamada Franciscan, ha sido considerada por Bailey Willis en 1912 como perteneciente al jurásico superior o al cretáceo inferior.

Al comparar los dos niveles que constituyen el conjunto inferior del piso de Villeta en el río Paez con los del perfil al Occidente de Dolores, vemos que el inferior o lidítico, es esquisto-arcilloso y contiene leves bancos de cal y de cuarcita. Mas marcada es la diferencia con respecto al nivel caloso (aptiano-barremiano) que presenta bancos gruesos en Melalcazar y bancos delgados al W de Dolores. Solo un banco de cal de Dolores parece ser mas grueso, pero su estudio en la quebrada

del Doche demuestra que es mas bien arcilloso que caloso. Este demuestra que el nivel caloso aptiano-barremiano se vuelve arcilloso a medida que aumenta la distancia de la masa terrestre latente de la Cordillera Central. En la region de Miraflores-Payandé, situada mas al Norte y sobre el borde de la Cordillera Central, las calizas aptiano-barremianas, transformadas en cal cristalina a raiz del contacto con las masas dioríticas, son de gran potencia, siguiendo en esta forma hasta mas al N del curso inferior del rio Nare. En direccion a la Cordillera Oriental, la magnitud disminuye rápidamente, de manera que en la region de Uña-Ubaque-Choachí (E de Bogotá) los bancos desaparecen en parte, en parte se debilitan a 1 m y menos. La gran magnitud de dichas calizas tambien se conoce de la parte alta del nudo Santandereano, de las serranías de <sup>K</sup>erijá y <sup>M</sup>érida hasta cerca a Trinidad y tambien de la sierra Nevada de Santa Marta. Este ejemplo y el que se refiere al horizonte de Cúaqueza demuestran que la contemplacion de las masas terrestres latentes hasta perenes que se hallan dentro del área sedimentaria es indispensable para reconocer la subdivision del cretáceo, como tambien para la del terciario, y para darse cuenta de la facies con la cual se relacionan los minerales sedimentarios (en especial el carbon y el petróleo).

El conjunto medio del piso de Villeta solo logramos observarlo en el perfil de Dolores, como llamaremos el que se presenta en la travesia de Dolores a Prado. Se divide ahí en dos horizontes: el inferior porfirítico y el superior areniscoso, levemente cascajoso. Al comparar el desarrollo que tiene en esta parte, con el que muestra mas al Norte, entre Viotá-Apulo-Hiló-Sasaima-Pacho (borde W de la Cordillera Oriental) vemos que se vuelve lidítico-pizarroso y esquisto-arcilloso, circunstancia que se relaciona con el hecho de que la hoya del Magdalena (que entónces comprendia el flanco Oeste de la Cordillera Oriental) se profundizaba hacia el Norte, o sea hacia aquella parte que se halla situada entre las partes geológicamente mas altas de las Cordilleras Oriental (nudo Santandereano) y Central (nudo Antioqueño). Evidentemente se trata en ese trayecto de efectos isostáticos. De igual modo como

la hoya Magdalense del tiempo albiano se volvía mas baja desde la región de Pacho-Viotá hacia la región de Dolores, ella se levantaba hacia la parte oriental de la Cordillera Oriental, donde la facies del conjunto medio (albiano) del piso de Villeta es netamente areniscosa y contiene mantos de antracita, siendo posible perseguirla en esta forma (areniscas con material carbonáceo o antracítico) desde la región de Uña-Choachí via de Duitama-Kaploná hasta la cúpula de Santiago en el Norte de Santander. Hacia el interior de la Cordillera Oriental, especialmente hacia los bordes SW y W del nudo Santandereano, la facies se vuelve esquisto arcillosa, pero revela bien los mantos de antracita (región de Máquira y Tunungá, zona de Chiquinquirá). En resumen, el conjunto medio del piso de Villeta presenta 4 facies: 1) la facies arenicosa-porfirítica que, de Dolores debe extenderse hacia las cabeceras del alto Magdalena; 2) la facies areniscosa antracítica que va del Oriente de Bogotá hacia el Oriente del Norte de Santander; 3) la facies areniscoso-arcillosa-antracítica que se halla en los bordes SW y W del nudo Santandereano y 4) la facies arcilloso-lidítica con abundancia de amonitas determinada desde Viotá hasta Pacho. La facies costanera de la Cordillera Ventral no la logramos observar.

El conjunto superior del piso de Villeta, no asoma bien en la ruta, excepcion hecha del horizonte superior de cal, el cual se ha observado entre Carnicerías y La Angostura y en el camino de La Unión-Baraya-Alupjarra-paso de Alupjarra-Dolores. Siempre este horizonte lleva en gran cantidad fósiles tan característicos como *Exogyra Mermeti* y *Polygona*, los cuales se hallan en igual forma al E de Bogotá (Chipaqué), en algunos puntos del lado oriental de la cuenca de la Sabana de Bogotá y se perciben hasta Capitanejo. Se ve pues que, igual al conjunto medio del piso de Villeta, también el conjunto superior se desarrolla en determinada facies desde la región de Dolores hacia la Sabana de Bogotá y de ahí hacia el NE. Hacia la región de Viotá-Pacho en cambio, las calizas desaparecen y se sustituyen por esquistos arcillosos, en parte calcíticos. Se ve, pues, que la preformación de la hoya del Magdalena entre Viotá y Pacho prosigue, mientras la zona de Dolores

hasta la Sabana de Bogotá y Capitanejo presenta un mar bajo. Es notable que la facies de mar bajo coincide hoy día con plegamientos de orientación NE-SW que descienden desde la región de la Sabana de Bogotá hacia la región de Neiva y de Carnicerías. De igual modo la facies en general arcillosa del piso de Villeta baja por el flanco occidental y de acuerdo con el rumbo general NE-SW de los plegamientos hacia la región de Viotá-Pacho. Por lo visto existen relaciones íntimas entre la facies del cretáceo y el rumbo NE-SW de los plegamientos de la parte cundinamarquesa-boyacense de la Cordillera Oriental, lo cual merece una investigación especial, máxime que a continuación SW se halla la parte cretácea de la Cordillera Central que recorrimos entre Popayán y el Páez y que Grosse reconoció más al Sur, en las vertientes del río Magdalena (piso de Guadalupe volcánico).

En cuanto al piso de Guadalupe hemos visto que este es volcánico desde la parte baja hasta las areniscas tiernas en el anticlinal de Nátaga. Entre La Unión y Alpujarra, y al E de Prado-Santa Rosa, el carácter volcánico ha desaparecido y la facies es la misma como en la Sabana de Bogotá. Se repite pues la misma cosa como en lo relativo al piso de Villeta de la región de Dolores que también es igual (excepto el nivel volcánico albiano) a la facies de la Sabana y del lado oriental de ella. De Santa Rosa hacia el Norte, el piso de Guadalupe se vuelve esencialmente lúdicico, incluso las areniscas duras del conjunto superior y la mayor parte del conjunto inferior. Este tipo de piso de Guadalupe se puede observar en el cordón del Trigo desde Apulo hasta más al Norte de la angostura de Útica. Agregamos que, al E de Bogotá, el conjunto inferior del piso de Guadalupe contiene un nivel carbonífero (horizonte del Cerezo, parte media del conjunto), el cual apenas se reconoce en unos rasgos hacia el lado occidental de la Sabana (La Arabia, Zipacón). En el cordón del Trigo, este nivel ya no existe de acuerdo con la mayor profundidad de esta sección magdalense del área sedimentaria. En la región de Santa Rosa-Prado y de Alpujarra-La Unión no lo hemos observado, pero creemos posible que al menos esté indicado por detrito vegetal. Una facies notable, asfáltica, se destaca en el Saldaña, entre Coyaima y Ataco.

Con respecto al terciario vale decir que, si hubiéramos podido recorrer la ruta en el lado Sur de la Angostura del río Paez, probablemente el problema de la subdivisión del terciario habría quedado arreglado satisfactoriamente, en vista de que ahí se presenta un perfil estratigráfico que abarca desde el cretáceo superior hasta el terciario superior.-

El piso de Guaduas, o sea el terciario inferior (aproximadamente eoceno-oligoceno), no se observó de cerca en la banda occidental del río Magdalena, pero es probable que resalte en el perfil de la Angostura, entre los niveles inequívocos del cretáceo superior y de la base del piso de Bogotá. El grupo de estratos que debe corresponder a dicho piso se vé bien expuesto en la banda meridional del río Paez (Angostura).-En el ascenso desde La Bodega, en el río Cabrera, hacia Alpujarra se atraviesa un grupo de estratos rojos, arcillosos en la parte baja y areniscosos encima. Como estos se hallan colocados sobre el conjunto superior del piso de Guadalupe, probablemente en ligera discordancia, y yacen debajo de los cascajos que deberían corresponder al piso de Bogotá, suponemos que se trate del piso de Guaduas, aun cuando no parecen ser carboníferos, cuestión explicable si se tiene en cuenta que tanto de la región de Guaduas hacia el Sur (hoya del Magdalena) como desde la Sabana hacia el SW la facies carbonífera del terciario inferior desmejora en término medio. Parece que al E de la faja cretácea de Alpujarra Dolores, dichos sedimentos forman un sinclinal pando que se extiende al Norte y que empata, directa o indirectamente, con la faja terciaria que remonta por el río Prado hacia Cunday y a la cuenca de Fusagasugá. Recordamos que se refiere un yacimiento de carbon del río Prado, aguas arriba de la población del mismo nombre, el cual puede pertenecer al piso de Guaduas. Si bien la faja a que acabamos de hacer alusión puede considerarse como perteneciente probablemente al terciario inferior, solo podemos decir que es posible que el grupo de sedimentos que atravesamos entre Santa Rosa y Carmen de Apicalá corresponda a la misma edad. Si se comprobara que dichos sedimentos pertenecen al terciario inferior, tendríamos que la facies, tranquila en la Cordillera Oriental, variaría considerablemente en el alto Magdalena, ante todo hacia la costa de la Cordillera Central.

Esta variabilidad se respalda con la observación de R. Scheibe en la región de Tocaima, donde existen sedimentos ripiosos en el piso de Guaduas los cuales faltan en la Sabana. Dichos ripios, en parte cascajosos y desarrollados en un banco de unos 15 m de grueso, se vuelven a determinar en San Luis (lado W del Magdalena, Tolima) donde se hallan a unos 70 m encima de las areniscas tiernas del piso de Guadalupe y muy por debajo de la base del piso de Gualanday-Bogotá. Advertimos que la facies carbonífera del terciario inferior decae al menos fuertemente - si bien no se anula - hacia la costa de la Cordillera Central, observación que también vale con respecto a la costa caucana de la Cordillera Central en el terciario inferior. En efecto, el desarrollo de los mantos de carbón es ahí deficiente, en tanto que es bueno hacia el pie caucano de la Cordillera Occidental. En cambio parece que, durante la deposición del terciario medio, la facies carbonífera es relativamente mejor hacia las costas de las masas terrestres y deficiente hasta nula en los terrenos alejados de ellas. Así tenemos mantos de carbón en el terciario medio de Antioquia, mantos débiles en el terciario medio del alto Magdalena, regulares en el terciario medio del Norte de Santander y de Venezuela (siempre cerca a masas terrestres), mientras ~~ya~~ que en la Sabana de Bogotá por ejemplo, zona alejada de las masas citadas, el terciario medio (piso de Bogotá) apenas muestra localmente un manto de arcilla carbonácea.

El piso de Bogotá solo lo hemos podido reconocer en un punto de manera inequívoca. Este punto se halla en la Angostura del bajo río Paez, don de asoma el conjunto inferior de dicho piso en la misma forma como en Chicoral. Como posible equivalente del piso de Bogotá hemos considerado el terciario, cascajoso en la base y areniscoso-arcilloso-tobáceo en la parte media que cubre el primer trayecto del anticlinal La Unión-Baraya-Alpujarra y que luego se aparta para dar campo a la formación roja que hemos considerado como equivalente del piso de Guaduas. En vista de que no hemos tenido oportunidad de reconocer si ya participa material volcánico en el terciario medio, no estamos seguros si se trata ahí del piso de Bogotá-Gualanday o si los sedimentos corresponden al piso de Hon-

da. La travesía entre la Angostura y el puente del Colegio hace suponer que puede ocurrir material tobáceo en la parte alta del piso de Bogotá.

El genuino piso de Honda lo observamos por primera vez al E del puente del Colegio, cerca al río Magdalena. La parte baja consta de cascajos lidíticos y cuarzosos con cemento en parte tobáceo. La parte media está formada de areniscas tobáceas y la superior de arcillas abigarradas, en su mayor parte rojas. -- Otra vez asoma dicho piso de manera inequívoca entre Santa Rosa y Prado donde se recuesta sobre distintos niveles del piso de Guadalupe.

En vista de que Grosse y Stutzer hacen una subdivisión distinta a la nuestra del terciario, queremos poner de presente los puntos de vista que nos guían para proceder con respecto a esta subdivisión. En primer lugar tenemos en cuenta los grandes movimientos epirogénicos del terciario. Después de la deposición del cretáceo superior, la transgresión más fuerte que afecta el terreno es la del eoceno que solo se manifiesta en discordancia hacia los bordes de las masas antiguas. La transgresión del eoceno superior, tan fuerte y discordante en la costa norperuana, no se manifiesta en los terrenos colombianos sino en la hoya del Cauca, donde parece que le corresponde el nivel marino del terciario inferior que se extiende de Calí hacia el alto Patía. En la Sabana de Bogotá recién se ha encontrado en un nivel equivalente una náutica (túnel de Belén de Bogotá). Sin embargo, la transgresión no se manifiesta en discordancia y por lo mismo no hay razón para hacer un piso nuevo, debiendo ser la tendencia en la geología de Colombia de mantener una subdivisión sencilla. La siguiente grande transgresión comienza alrededor del oligoceno medio (costa del Perú, Jamaica, etc), pero por lo común no se pone bien de manifiesto sino alrededor de la transición del oligoceno superior al mioceno inferior. Debido a que esta transgresión no se manifiesta petrográficamente bien en el propio oligoceno medio, pero sí en la transición al mioceno inferior (conjunto del Cacho, respectivamente conjunto de Chicoral), hemos resuelto colocar la división entre el terciario inferior y el terciario

medio en la base de lo que se puede considerar transición del oligoceno superior al mioceno inferior. A raíz de esta división, cuya cronología ha sido deducida de la paralelización del terciario de la Cordillera Oriental (trayecto colombiano) con la zona venezolana, el piso de Guaduas de Hettner que abarcaba el terciario inferior y medio en la Sabana de Bogotá quedó ~~dividido~~ separado en dos pisos. Para el inferior se ha conservado el nombre de piso de Guaduas y para el superior, ya que la capital de la república se halla en él, se ha tomado el nombre de piso de Bogotá. Este, en la facies costanera de la hoya del Magdalena, está representado por el piso de Gualanday, siendo peculiar que el conjunto inferior, arenoso en la Sabana de Bogotá, es cascajoso en el alto Magdalena y ripioso hacia el borde de la Cordillera Oriental (Raizal, región Guaduas). La variación de la facies es la misma como con respecto al horizonte de Cúqueza, cascajoso en el borde de la Cordillera Central, ripioso-arenisco hacia el contacto de la hoya del Magdalena con la Cordillera Oriental y arenisco en el interior de dicha cordillera. -- Para separar el terciario superior del terciario medio, se partió de la observación hecha por Liddle en Venezuela según la cual la transgresión más fuerte que sucede en la región baja es la del mioceno superior aproximadamente. A ella corresponde evidentemente el piso de Honda, tal como se presenta entre Prado y Santa Rosa, mientras en la Cordillera Oriental su equivalente es el piso de Tilatá (R. Scheibe) que se coloca, por primera vez en el terciario de la Cordillera Oriental - en fuerte transgresión sobre los pisos de Guaduas y de Guadalupe. Esto mismo demuestra que a la deposición del piso de Tilatá u Honda precedió el primer movimiento de erección fuerte de los Andes.

En cuanto al piso de Mesas - piso de Popayan en el Occidente - no hemos encontrado bases convincentes para enmendar la opinión de Grosse, según la cual el piso de Mesas es equivalente del piso de Combia, o sea el representante occidental del piso de Honda. <sup>Ac</sup>acia las vertientes del Magdalena, el piso de Mesas - Popayan muestra plegamientos, lo mismo que localmente hasta el río Palo (abajo de Tacueyó), presentándose plano en

el altiplano de Popayan, cerca de Cali (W), en el planalto del Quindio, etc. Además el piso de Popayan lleva abundantes derrames de andesitas hacia la parte meridional de la Cordillera Central. Estas dos particularidades, es decir el plegamiento local y los derrames, dan un criterio para correlacionarlo con el piso de Combia. Sin embargo este muestra plegamientos mucho más intensos y se halla típicamente representado hacia el Sur de la faja antioqueña del Cauca por la formación cascajosa-conglomerácea, tobácea y lignítica que se desarrolla al E de Cartago-Buga. Esta por su parte es más antigua que los sedimentos casi netamente tobáceos que forman el planalto del Quindio, equivalentes claros del piso de Popayan y también (via de la meseta de Ibagué) del piso de Mesas. Por estas razones consideramos nosotros que el piso de Mesas-Popayan es más nuevo que el piso de Honda-Combia. La edad de este último piso se podrá identificar mediante la determinación de los fósiles de la facies marina que Weiskea reconoció en el curso bajo del Magdalena, cerca de Zambrano.

-----

### 3) Edad de las granodioritas.

En la travesía de Popayan a Mosoco, tuvimos ocasión de estudiar las rocas volcánicas del piso de Popayan y un probable centro de ascenso, ubicado en El Peñon, sobre el paso de Silvia a Pitayó. En el descenso hacia Mosoco ocurren diques (en parte silos) de una roca diorítica-andesítica que posiblemente tiene la misma edad de las andesitas del piso de Popayan. Ellas atraviesan el cretáceo metamórfico, pero su edad definitiva del postcretáceo, no se puede fijar aun por falta de sedimentos terciarios y también por falta de una investigación microscópica que demuestre claramente su relación con el magma andesítico común.

La roca eruptiva de más vasta extensión a lo largo del borde magdalense de la Cordillera Central, pero también del mismo borde de la Cordillera Oriental (al menos de Dolores al Sur) es la granodiorita. En nuestra ruta, ella constituye el batolito del Kaez, el cual según las observaciones de Grosse en La Plata prosigue hacia el Sur, además el grueso de la Cordillera Oriental, al Oriente del trayecto de Puente Colegio hasta cerca de Neiva, y asoma, según Stille, en el eje geo-

lógico del cordón de Piedra Gorda, al SE de Natagaima. Por el lado oriental de la Cordillera Central, los afloramientos de esta roca evidentemente se extienden considerablemente al N de Ibagué. En el borde caucano de la misma cordillera, lo hemos reconocido al E de Buga y Grosse los estudió en la sección antioqueña.

La granodiorita, tal como en el Perú y otras partes de los Andes consiste de una masa inhomogénea, granítica, diorítica, sienítica y monzonítica (Lehmann). Las investigaciones en el batolito del río Peaz pueden indicar que esta inhomogeneidad se debe no a la diferenciación magmática sino sino al ascenso de magmas en distintas épocas. En efecto se observa que el magma diorítico sienítico penetra a las calizas del aptiano-barremiano, mientras el granítico apenas manifiesta su influencia sobre la parte más baja del piso de Villeta (nivel lidítico) por la mineralización pirítica en la parte granítica del contacto. Sin embargo, la determinación de Stille al SE de Natagaima, según la cual se apartan apófisis porfíricas desde la masa granítica hacia la parte alta del piso de Giron, hace suponer que también los granitos sean cretáceos, o eventualmente postcretáceos. Además, los estudios en el Perú (Chicama, Stappenbeck) demuestran que frecuentemente el efecto de contacto de las granodioritas es mínimo. También suponemos que los derrames porfíricos cuya edad probablemente albiana determinamos cerca de Coconuco, al E de Popayan, sean demostración del magma granítico, o mejor dicho del magma granodiorítico en vista de que no solo participan pórfiros sino también porfiritas dioríticas. Al ser esto así, podríamos precisar en parte la edad de las granodioritas como albianas (1). Según Grosse (Huila-Caqueta), ellas también alterarían el piso de Guadalupe (región de Tarabita) y serían por lo tanto postcretáceas en ese punto. Sin embargo, la determinación del piso de Guadalupe no se puede

1) La edad albiana se deduce primeramente de los fósiles, que se hallan entre los sedimentos del nivel porfírico-porfirítico. Entre las amonitas, aplastadas, hay tipos de Oxytropidoceras. Además el carácter de los sedimentos es muy semejante al albiano de Viotá-Pacho (horizonte de Hiló) donde también ocurren los Oxytropidoceras. Finalmente, el nivel porfírico-porfirítico se halla encima del nivel aptiano-barremiano y debajo de las rocas básicas que forman la parte alta del cretáceo (cenomaniano hasta probablemente senoniano), según se desprende de la exploración Popayan-Pitayó.

considerar como bien segura, a base del material porfirítico, porque seguramente también ocurren otros niveles porfiríticos en la zona estudiada por Grosse, como el del albiano de Dolores y el del hauteriviano de las regiones de Belalcazar y del cordón de Piedra Gorda. Según el mapa de Grosse, el nivel porfirítico de Tarabita también puede corresponder al hauteriviano, nivel bastante constante porque se halla hasta el Cerú.

#### 4) Los niveles volcánicos del cretáceo.

Las investigaciones hechas entre Popayan y Pitayó demuestran que, del albiano al senoniano tuvo lugar en esa parte del flanco caucano de la Cordillera Central una actividad volcánica extraordinaria, la cual contrasta con la ausencia aparente o real de material volcánico en el tiempo prealbiano. El nivel más bajo es porfirico-porfirítico, luego sigue en gran magnitud el material diabásico, y finalmente los derrames son ultrabásicos (picríticos). Estos últimos no los hemos observado entre Popayan y Pitayó, pero se hallan siempre entre las diabasas y el terciario inferior sobre muchos lugares de la banda occidental de la Cordillera Central (p.e. en La Vética, al S de Quilichao) y de la banda oriental de la Cordillera Occidental (p.e. Vijas). Su edad, de acuerdo con el nivel estratigráfico, puede considerarse como senoniana. Llama la atención la basicidad progresiva de los derrames desde el albiano hacia el final del cretáceo y también el fuerte predominio del material básico.

Sobre el lado magdalense de la Cordillera Central, en la hoya del Magdalena y en la banda occidental del Magdalena, donde los sedimentos fosilíferos del cretáceo admiten la determinación más precisa de los niveles volcánicos, la actividad volcánica se manifiesta ya en la parte alta del piso de Giron, luego en la parte media del piso de Villeta y finalmente en la parte media y baja del piso de Guadalupe. Las edades aproximadas correspondientes son el hauteriviano, el albiano y el cenomaniano-senoniano inferior, interesantes con respecto a los movimientos constructivos del cretáceo en vista de que todo indica que el magmatismo es una función tectónica. También en este lado, a juzgar por los rodados de la Cordillera Oriental ocurren los derrames porfiricos, acompañados de conglomerados de la misma especie, pero en lo demás todos los niveles

constan de material porfirítico pardo rojo hasta grisoso en que abundan los fenocristales de feldespatos, mientras el material diabásico es escaso. <sup>1)</sup> Existe, pues, un contraste notable entre la facies volcánica al E de la cumbre de la Cordillera Central-relativamente ácida- y la que se halla al W de dicha cumbre y que se percibe hasta la Cordillera Occidental-básica. La mitad oriental de los Andes que mira hacia el continente brasileño se distingue en el cretáceo por la producción volcánica más ácida que la mitad occidental que mira hacia el Pacífico, sometida a una intensidad tectónica mayor, especialmente a partir del albiano cuando comienza la gran intensidad volcánica que perdura hasta el senoniano.

Con respecto a la apreciación de los niveles volcánicos del cretáceo es necesario tener en cuenta la variabilidad de su aparición tanto en el espacio como en el tiempo. Parece que en el alto Magdalena los derrames no abarcaban un campo continuo, como también en la Cordillera Occidental hemos tenido ocasión de ver que localmente (W de Jamundí) la intercalación de sedimentos se abulta. Para la variación dentro del tiempo es significativo el que los derrames de la banda caucana de la Cordillera Central se dejen perseguir hasta el aptiano-barremiano y aun hasta la formación porfirítica antigua de Grosse que precede el nivel aptiano-barremiano y que puede abarcar hasta el jurásico.

En relación con la dependencia del volcanismo de la intensidad tectónica tendremos ocasión de hacer un resumen en el siguiente capítulo.

1) En relación con probables derrames porfíricos del cretáceo en el Sur del Huila, véase Grosse (l.c. pg 431) quien dice: Entre los fragmentos de tobas aglomeráticas coloradas, un kilómetro abajo de la quebrada (Oritoguaza), llaman la atención pórfidos cuarzosos, y parece que de un derrame de estas rocas se trata en la peña en ambos lados del puente sobre el río Guachicas, al Este de Criollo; pórfido blanco a rojizo, con pequeños fenocristales aislados. Véase también la relación sobre pórfiros del alto Magdalena que hace Bergt.

## B. Tectónica.

### 1) Caracter tectónico.

Muchos geólogos que han estudiado el país, tienen una verdadera manía de interpretar como dislocamientos aquellas partes donde se presenta una aparente o real complicación tectónica. Ante todo se trata de interpretar las hoyas anfinas como fosos y dentro de ellas se construyen sistemas de dislocamientos que transforman la construcción geológica en algo semejante a una brecha de mayores dimensiones. Es natural que existen fallas de todas clases, pero en general el tipo tectónico del país está representado por plegamientos, comprendidos desde las ondulaciones y los plegamientos ondulados hasta los plegamientos estrechos. Ellos son efectos de una evolución tectónica continua que podemos perseguir a través del cretáceo hasta la erección definitiva de los Andes y que seguramente prosiguen hasta hoy día. Ejemplos para la continuidad del movimiento constructivo por ejemplo del cretáceo son: la preformación de la hoya del Magdalena y hasta cierto punto también de la Cordillera Oriental durante el tiempo de Villeta, a la cual nos hemos referido en el texto; además el hundimiento lento de la masa terrestre santandereana (actualmente nudo Santandereano) y el hundimiento rápido de la región de la actual cuenca de la Sabana, a raíz de los cuales hundimientos, la magnitud de los estratos cretáceos aumenta de unos 500 a 1000 m en el Norte de Santander a unos 5000 m en la región Bogotana. Estos movimientos que no se manifiestan tan bien como los que acompañan la fase de erección andina porque se realizan en medio de una fase de hundimiento (geosinclinal) que implica la sedimentación copiosa, demuestran la razón por qué la tectónica del país ha sido relativamente poco afectada por dislocaciones.

El límite de la hoya del Magdalena con la Cordillera Oriental, de Honda al Sur, ha sido interpretado por Stille como sistema dislocado. El primero en llamar la atención hacia este error manifiesto ha sido E.A.

Scheibe quien observa que el límite entre la hoya y la cordillera no se verifica a lo largo de una falla, sino mediante un pliegue que asciende desde el sinclinal de Guaduas hacia el anticlinal del Trigo, en gran parte invertido. Este plegamiento sigue en la misma forma hacia el Sur, mediante la particularidad de que localmente se colocan niveles distintos del terciario sobre el piso de Guadalupe. En Portillo, al SE de Tocaima intervienen algunas fracturas diagonales de escasa importancia y que no se relacionan con el 'foso'. Mas al Sur, hasta La Union, o sea cerca de Neiva, el límite entre la hoya y la Cordillera sigue determinada por plegamientos, incluso en las espolones, en contraposición a lo que supone Stille. Desde la latitud de Neiva hasta la del puente del Colegio, el límite entre los dos ramales andinos puede estar fallado o sobreescorrido en vista de los contrastes fuertes de niveles estratigráficos que existen entre uno y otro, pero no hay seguridad al respecto. En el límite de la hoya del Magdalena con la Cordillera Central donde el levantamiento es mas brusco que hacia la Cordillera Oriental, hay que contar con dislocaciones. Parece que una de estas forma el confin septentrional de la entrante terciaria de Coyama-Chaparral, parte de la hoya andina. En la travesía por el anticlinal del Paez hemos visto que el flanco oriental está fallado, lo cual tambien resalta en el mismo elemento cerca a La Plata (Grosse, Huila-Caqueta). En cambio sobre el lado occidental de dicho anticlinal, el cretáceo se coloca con toda regularidad sobre la granodiorita (intrusiva) y sobre esquistos metamórficos. Sobre el mismo lado, en el camino a Inzá, Grosse figura un sobreescorrimiento, pero la interpretación es dudosa en vista de la manera de determinar dislocamientos. Dice dicho investigador (pg. 462) "El precámbrico entre rio Grande y Santa Rosa y el entre Peñaseca y Quinchana son probablemente partes de la misma unidad tectónica, y es posible que tambien el precámbrico entre el Páramo de Las Delicias e Inzá pertenece a ella. En el lado oriental colinda el precámbrico en todos estos lugares inmediatamente con el piso de Villeta, sin intercalacion de los pisos cretácicos inferiores, es decir, el límite es dislocacion. Lo mas probable en el caso referido es que el cretáceo, c

como sucede en muchas otras partes próximas a las masas terrestres antiguas (Norte de Santander, Venezuela, Perú), no transgrierte en el tiempo de Giron, sino en el tiempo de Villeta. En el mismo anticlinal del Paez se vé que el nivel con que empieza el cretáceo corresponde localmente al piso de Giron (Coetando), otras veces a la parte baja del piso de Villeta (E de Belalcazar, y E de Vitencó), otras veces al nivel barremiano aptiano de calizas, advirtiéndose que en este último caso puede tratarse de intrusión granodiorítica. En ningún caso hay dislocamiento. En la travesía por la propia hoya del Magdalena, entre Nátaga y Neiva, no hemos observado un solo dislocamiento, en contraposición a E. Grosse quien, poco más al Sur de la línea Nátaga-Angostura incluye un gran número de dislocaciones. Nuestras observaciones demuestran que existe un buen número de subplegamientos, en apariencia complicados, pero sencillos desde el momento que se observan bajo el punto de vista de la isostasia. En la parte alta de la Cordillera Central, o sea en el Páramo de Moras, es difícil de decir algo positivo con respecto a la calidad tectónica en vista de que no fué posible identificar la estratigrafía de las rocas antiguas que asoman ahí. En cambio sobre el borde occidental del páramo, hacia Pitayó se distingue un amplísimo anticlinal, formado en la parte alta por cretáceo metamórfico y en la parte baja por neises verdosos. Hacia la quebrada Callera, se complica esta estructura, pero del lado de Pitayó ella es enteramente regular. Luego, el trayecto de Pitayó a Popayan y el estudio al E de Popayan enseñan que, aunque las pliegues son arrugados y no se dejan determinar bien, no hay razón para suponer que el terreno esté fracturado, tanto más cuanto que la repartición de los grupos estratigráficos es bien regular. Lo mismo vale en relación con el límite popayanejo de la Cordillera Central con la hoya del Cauca que Stutzer considera fracturado. Las observaciones extendidas hasta el río Usmita, al Sur de Dolores, no respaldan la opinión apoyada en dislocaciones de la hoya con la Cordillera y aun el límite invertido del terciario con el cretáceo entre el puente de Quilcasé y Dolores es puro plegamiento. Mas al Norte, existe un sobreescorrimiento, de granodiorita sobre el piso de Combia, al E de Buga,

es decir en el contacto de la hoya del Cauca con la Cordillera Oriental. En todo el límite de la citada hoya con la Cordillera Occidental, desde mas al Sur de Tambo hasta cerca de Vijes, se trata de plegamientos. En Vijes ocurren sobreescurrecimientos locales y fallas, de poca importancia. Mas al Norte de esta población, la erosión ha actuado con excesiva fuerza, de manera que la posibilidad de una falla en esta parte no se puede excluir. Frente a este trayecto, es ea al Oriente de Buluá-Cartago, el límite de la hoya del Cauca con la Cordillera Central es otra vez de plegamientos que se perciben hasta la cuenca geológica del Quindío. En la Cordillera Occidental, los dislocamientos parecen ser bastante frecuentes en la travesía de Cali a Buenaventura. Ante todo llama la atención la fuerte falla del río Dagua que se distingue cerca de la población del mismo nombre. Otra ocurre a unos 10 kms al E.

## 2) Movimientos isostáticos.

Para poner de presente la importancia decisiva que la isostasia tiene para los estudios geológicos en Colombia, servirá el siguiente ejemplo: El flanco caucano de la Cordillera Occidental, con pocas variaciones de nivel axial se desarrolla desde la región al E de Tambo hasta la región de Cali, donde existe una depresión, seguramente basada en la tectónica. Desde Cali, dicho flanco comienza a ascender de manera que primero el terciario inferior y luego el cretáceo medio desaparecen bajo la superficie, mientras la cresta geológica, formada al Sur de Cali del cretáceo superior, está constituida del nivel del Espinal y, hacia Anserma Nuevo, del piso de Dagua. A medida que asciende el flanco caucano de la Cordillera Occidental desde Cali hacia el límite del departamento del Valle con el de Caldas, el flanco caucano de la Cordillera Central desciende y a medida que sucede esto se va presentando, de río Sonse-Buga al NNE, el terciario que paulatinamente amplía su terreno hasta hacer retroceder fuertemente la Cordillera Central (a favor de la hoya del Cauca) en la hoya del Quindío. De ahí hacia Manizales, el borde de la Cordillera Central vuelve a ascender y en compensación desciende el trayecto de enfrente de la Cordillera Occidental, presentándose ahí



Dicho principio, expuesto claramente en el trayecto andino comprendido entre el nudo Ecuatoriano y la cuenca (del mar) Caribe, y en la sección de la Cordillera Oriental que abarca desde la cuenca de la Sabana de Bogotá via del nudo Santandereano hacia la cuenca de Maracaibo, se manifiesta en la cúpula del Doche (W de Alupjarra) de la siguiente manera:

Los tres anticlinales que participan en la construcción son, de E a W: el de Baraya-Alupjarra, el del Doche y el del cordón de Piedra Gorda. Ellos van separados por los sinclinales correspondientes que se manifiestan en la hoya erosiva de Dolores. Una particularidad de la cúpula del Doche es que su cima no se forma propiamente sobre el anticlinal central sino sobre el occidental, o sea sobre el anticlinal de Piedras Gorda que se dirige hacia Volondrinas-Cabrera. Además la cima no parece haberse transformado en una ondulación regular, sino muestra aun subplegamientos leves, imperfección que es común en las cúpulas de mayor escala. Desde la cima, los plegamientos descienden con rumbo SW hacia la cuenca mayor de Neiva, dentro de la cual deben confundirse. Debido a la erosión que dichos elementos han sufrido en esta dirección antes de la deposición del piso de Honda y también a causa del encubrimiento discordante con el piso de Honda, el descenso de los plegamientos no se puede determinar claramente, pero el afloramiento de pórfiro cuarzoso (probable) que se halla en el río Fortalecillas(1) indica que el descenso no es tan rápido como se podría suponer a raíz del aspecto orográfico. Hacia el NE, el descenso es muy lento, según lo demuestra la travesía de Dolores hacia Prado, donde el anticlinal del Doche muestra todavía afloramientos del aptiano-barremiano y el anticlinal de Piedra Gorda los del hauteriviano a unos 700 m sobre el nivel del plano del Magdalena.

El mismo principio, reducido a las partes que muestran las figuras I y II, se revela de la Angostura del curso bajo del río Paez hacia el SW. Desde la Angostura se levantan tres anticlinales y dos sinclinales en la citada dirección y se confunden en la cima de un cúpula amplia y bastante regular.

1) Por error, el afloramiento se refirió al río Fortalecillas; se trata del río que se halla al Sur de este, en la carretera Neiva-Villavieja.

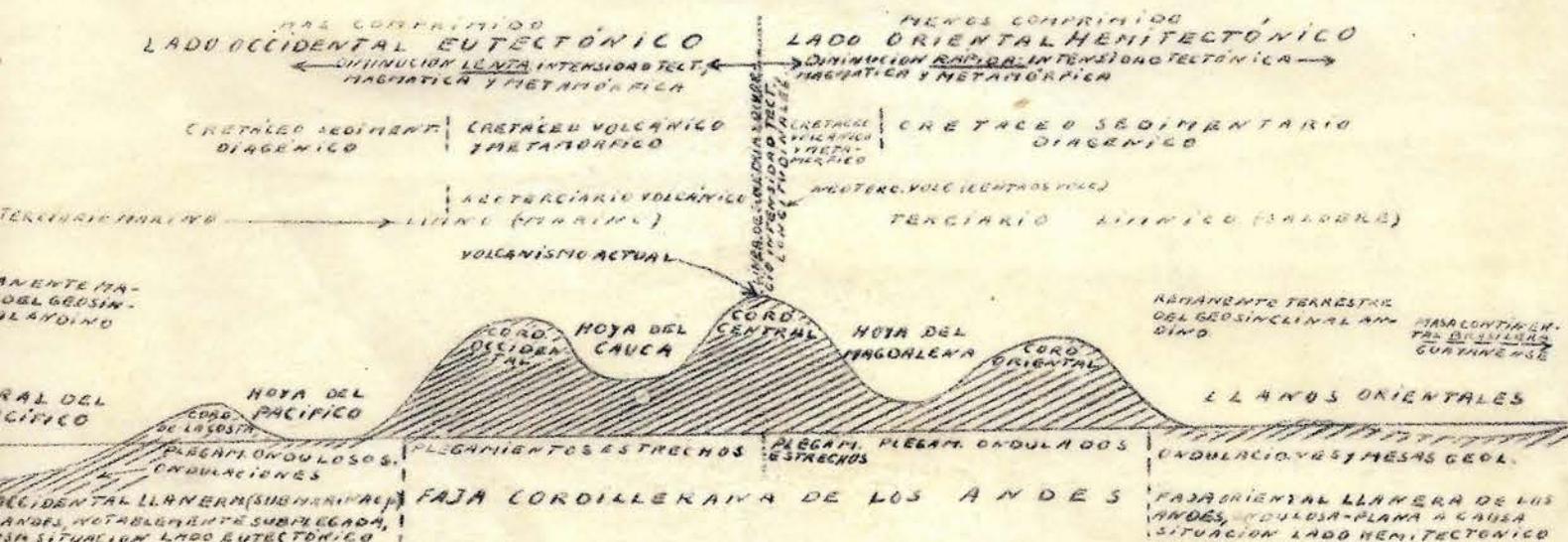
3) La repartición cuantitativa y cualitativa de las rocas y su metamorfosis como función de la evolución tectónica.

Al atravesar la Cordillera Central entre Popayan y el río Paez, se observa que el carácter volcánico del cretáceo es considerablemente menos intenso sobre el flanco oriental de dicha cordillera que sobre su flanco occidental. Además, el material volcánico que predomina sobre el lado oriental es porfirítica de preferencia, mientras sobre el lado occidental es principalmente diabásico. Finalmente, los sedimentos de la parte media y baja del cretáceo que se hallan sobre el flanco occidental son más metamórficos que los del flanco oriental. En especial se observa que el metamorfismo máximo se halla extendido sobre el lado occidental de la cumbre y que de ahí disminuye la intensidad del metamorfismo hacia los flancos, lentamente en el occidental y rápidamente en el oriental. Ampliando esta información y trasladando la línea de observación a la latitud de Cali (hasta Bogotá), vemos que el carácter volcánico del cretáceo se extiende desde la cumbre de la Cordillera Central hasta la Cordillera Occidental, inclusive, mientras sobre el lado oriental, o sea desde la cumbre de la Cordillera Central hacia la Cordillera Oriental el carácter volcánico disminuye de tal manera que es débil en la hoya del Magdalena y prácticamente nulo en la Cordillera Oriental. De igual modo se sostiene la diferencia de acidez y basicidad del material volcánico entre los lados oriental y occidental. En cuanto al metamorfismo del cretáceo medio e inferior se ve que este abarca en el lado occidental de la Cordillera Central hasta la Cordillera Occidental, mientras no se manifiesta en la hoya del Magdalena y menos en la Cordillera Oriental.

Si queremos darnos cuenta de la razón de este fenómeno altamente instructivo, es preciso aplicar a Colombia los puntos de vista que estableció Steinmann sobre la relación de la intensidad tectónica con los ramales andinos y con el magmatismo en el Perú. En Colombia, dicha relación es más sencilla que en el Perú. La Cordillera Central, en especial su cumbre, es la línea longitudinal de mayor intensidad tec-

tónica desde la cual dicha intensidad disminuye mas rápidamente hacia el Oriente y lentamente hacia el Occidente. Esta disminución debe comprenderse en tal forma que ella se verifica de Cordillera en cordillera y de hoya en hoya. Es decir, sobre el lado occidental, la Cordillera central es mas intensamente tectónica que la Occidental y esta a su vez que la Cordillera de la Costa. Por su parte, la hoya del Cauca-en sí poco agitada, con excepcion de los dinteles-estuvo sometida a una intensidad tectónica relativamente mayor que la hoya del Pacífico, colocada entre las Cordilleras Occidental y de la Costa. Lo mismo vale para el lado oriental.

Representado en esquema, las particularidades son las siguientes:



El valor que tiene la relacion del grado de intensidad tectónica con la reparticion de las rocas y con sus particularidades, tropezaria con serios obstáculos si no tuviéramos en cuenta el hecho de que no solo desde la Cordillera central hacia el E y el W ella prima sino tambien de Norte a Sur, o sea desde la cuenca Caribe hacia el nudo ecuatoriano. El interior de las cuencas es terreno tectónico tranquilo, plano hasta ondulado (observacion básica en la cuenca de Maracaibo) y de ahí hacia afuera, ante todo hacia los nudos, la intensidad tectónica aumenta, creando primero plegamientos ondulados y luego plegamientos estrechos y complicados. En efecto vemos que, desde el interior-mejor dicho desde el borde meridional del mar Caribe-de la cuenca Caribe hacia el nudo Ecuatoriano disminuye la participacion de sedimentos y aumenta la participacion de material volcánico asimismo que el grado de metamorfismo (siluriano no metamórfico al W de Puerto Berrio y cretáceo metamórfico de Vitoncó, etc). Es natural que la disminucion no puede ser del

todo regular, sino intermitente, en vista de que se interponen nudos y cuencas menores, donde <sup>la variación del</sup> el grado de intensidad tectónica es igual al que hemos referido en relación con las cuencas y núcleos mayores.

Al haber hecho estas aclaraciones que conceden una orientación rápida con respecto al carácter de las rocas en las distintas partes del país y desde luego con respecto a los minerales sedimentarios y eruptivos, nos cabe dejar constancia de algunas anomalías que demuestran que el magmatismo y el metamorfismo como funciones del tectonismo requieren un estudio más detenido. Hemos dicho que la Cordillera Central en Colombia es el eje de la intensidad tectónica. Pero, al atravesar de Popayan por Pitayó al Páramo de Moras hemos encontrado el amplio anticlinal de Ulquinto, con suaves buzamientos hacia el Oriente y hacia el Occidente. Ahí sin embargo, el cretáceo se halla en un estado más metamórfico que en el terreno arrugado del mismo tipo al E de Popayan. El metamorfismo del Ulquinto tampoco se puede atribuir a la influencia magmática (como en los granitos del Norte de Santander), porque esta no se manifiesta por lado alguno. Además se observa que la mayor parte de las rocas intrusivas de carácter granodiorítico se halla en el borde oriental de la Cordillera Central, menos eutectónico que el lado occidental.

---

Bogotá, Octubre de 1932

Benjamin Alvarado  
Ingeniero-Geólogo

Geólogo del Depto.  
de Minas y Petróleo, Ministerio de Industria

ORIENTACION ESTRATIGRAFICA.

I.-Cuadro estratigráfico general de la subdivision en el Oriente y en el Occidente andinos de Colombia.

EDAD APROX.	ORIENTE....Nomenclatura.....	OCCIDENTE (Línea divisoria nombre Cord. Central)
Reciente	No se usan nombres regionales	
Cuaternario		
Plioceno (y?Eocuaternario)	<u>Piso de Mesas</u>	<u>Piso de Popayan</u>
	Discordancia fuerte	
Mioceno Superior (y prob. parte Mioceno Medio)	<u>Piso de Honda (de Hettner, non Stutzer)</u>	<u>Piso de Combia</u>
	Discordancia fuerte	
Mioceno Medio a	<u>Piso de Bogotá</u>	<u>Piso de Antioquia</u>
Mioceno Inferior	Discordancia regional, hacia masas terrestres (e.p. fuer.)	
Oligoceno a	<u>Piso de Guaduas (enm.)</u>	<u>Piso del Cauca</u>
Eoceno	Discord. regional hacia masas terrestres (leve)	
Senoniano a Cenomaniano Medio	<u>Piso de Guadalupe</u>	<u>Piso de Aldeguera (rudimentario)</u>
Cenomaniano Inferior a Barramiano Sup., o Medio.	<u>Piso de Villeta</u>	<u>Piso del Pesar (rudimentario)</u>
Barremiano Medio a Inf. a Portlandiano	<u>Piso de Giron</u>	<u>Piso o Serie de Dagua (probablemente abarca una mayor parte del mesozoico).</u>
Permo-Carboniano	<u>Piso de Soápage (?Perm.)</u> <u>Piso de Gachalá (Carbon.)</u>	Debido al metamorfismo avanzado, no es posible de identificar el paleozoico y aun el comesoico.
Devoniano	No se fijó aun; probable al W de Bucaramanga.	
Siluriano	No se fijó aun; determinado por Boeckh al W de P. Berrio	
?Cambriano, o ??prepaleozoico	<u>Piso o Serie de Quetame</u>	
Prepaleozoico	? (Se puede dudar de que realmente exista) ?	

A N D I N A  
 FASE GEANTICIONAL  
 RECENTE  
 FASE DE TRANSICION  
 TERCARIO SUPERIOR  
 TERCARIO INFERIOR  
 TERCARIO SUPERIOR  
 TERCARIO INFERIOR  
 FASE GEOSINCLINAL  
 CRETACEO SUPERIOR  
 CRETACEO INFERIOR  
 JURASICO SUPERIOR  
 JURASICO INFERIOR  
 TRIASICO SUPERIOR  
 TRIASICO INFERIOR  
 PERMIANO SUPERIOR  
 PERMIANO INFERIOR  
 CARBONIFERO SUPERIOR  
 CARBONIFERO INFERIOR  
 DEVONIANO SUPERIOR  
 DEVONIANO INFERIOR  
 SILURIANO  
 CAMBRIANO  
 PRECAMBRIANO

## II. Era y fases andinas.

El inicio de la era andina, según Steinmann, coincide más o menos con el principio del mesozóico. En Colombia, ella solo se ha podido determinar hasta ahora desde el jurásico superior, pero es probable que, una vez conocida mejor la estratigrafía del mesozóico, se obtengan puntos de vista equivalentes a los que se definieron en el Perú.

Las fases en que se divide la era andina son claramente tres. La primera es la fase geosinclinal, la cual coincide con un período de hundimiento general que da lugar a la transformación de la actual zona andina de Colombia en área sedimentaria, marina en general, pero también muchas veces límnic hasta limno-marina. El tiempo geosinclinal abarca desde el jurásico superior (conocimientos actuales, emendables ante todo en el Occidente) hasta el senoniano, inclusive. La fase va acompañada de movimientos tectónicos lentos y en suma fuertes, ocultos bajo la capa sedimentaria que siempre vuelve a emparejarse.

Durante la fase de transición (del geosinclinal al geoanticlinal), el hundimiento sigue predominando, pero a causa de los preludios de la erección de los Andes que levantan, en parte definitivamente, en parte temporalmente los actuales relieves por encima del nivel del área sedimentaria, ésta se vuelve límnic en el interior, mientras la facies marina es rechazada hacia los actuales bordes marinos.

La propia fase geoanticlinal se verifica principalmente en el terciario superior y prosigue al parecer con poca intensidad durante el cuaternario. El movimiento erectriz más fuerte, según los actuales conocimientos tuvo lugar entre la deposición de los pisos Honda-Combia y Mesas-Popayan porque estas yacen sobre una superficie erodada que muestra los caracteres orográficos actuales. Se comprende que local o regionalmente también hubo movimientos tectónicos acentuados de erección en las demás fases, pero estas no son generales como en el terciario superior y el cuaternario.

La evolución geológica de la era andina se caracteriza por la continuidad de los movimientos orogénicos, los cuales arrecian y amainan regionalmente y en el transcurso del tiempo.

## III. Subdivision y particularidades de los pisos.

La subdivision estratigráfica, de mayor a menor escala que hemos hecho, es la siguiente: 1) serie-2) piso-3) conjunto-4) horizonte. Se entiende que la aplicacion precisa no se puede hacer todavia en todo caso.

Debido a que la facies del Occidente andino de Colombia es notablemente diferente de la facies del Oriente (véase esquema, pg. 131 y texto), es necesario establecer una nomenclatura especial para cada una de las dos grandes fajas. También hay que tener en cuenta la variacion de facies desde el borde meridional de la cuenca Criebe hacia el nudo Ecuatoriano, explicada en la misma parte del texto.

La determinacion de la edad se ha hecho en parte mediante los fósiles de guia, en parte mediante la correlacion de los niveles petrográficos característicos y constantes entre el Oriente Colombiano y Venezuela y el Perú, respaldándola con los niveles con fósiles de guia. Además se han utilizado los grandes movimientos epigénicos que ocurren en los Andes de Sur y Norteamérica y la variacion de facies se ha controlado a base del estudio de la evolucion tectónica y de sus particularidades regionales, y de la determinacion de las masas terrestres antiguas que aumentan en superficie durante el terciario.

Prescindiendo de los depósitos recientes y cuaternarios, el piso de Mesas, llamado en el Occidente piso de Popayan, es volcánico por lo general a lo largo de la Cordillera Central. Mientras existen derrames de andesita hacia el nudo Ecuatoriano, solo ocurren tobas y aglomerados hacia Caldas y Antioquia (salvo en la proximidad de los volcanes). El detrito volcánico se ha extendido hacia los trayectos intercordilleranos de las hoyas del Cauca y del Magdalena. La facies volcánica en lo demás se deja perseguir vastamente en los Andes. -En las Cordilleras Occidental y Oriental, los equivalentes de estos pisos constan de conglomerados comunes. -La reparticion de los sedimentos de este tiempo es considerable; todo indica que ellos transformaron las cordilleras en escudos. La erosion ha vuelto a destruir la mayor parte de estos sedimentos que forman ahora altiplanos (Popayan, Quindío, seguramente también Bogotá) o mesas (region de Honda, La Mesa, Capitanejo, Norte de Abeiba, etc). El hecho de que los

residuos de este tiempo se hallan en la costa de Urabá a unos 200 m sobre el nivel del mar, indica que la tierra firme abarcaba entonces un campo mayor. -El piso en general se halla plano, o mejor dicho en ligero declive natural. En la parte meridional de la Cordillera Central (grosse y observaciones nuestras) se notan ligeros plegamientos, particularidad que ha inducido a Grosse a considerar que el piso de Mesas pueda equivaler al piso de Combia, opinion que no compartimos. El leve plegamiento del piso de Mesas-Popayan indica que probablemente no se trata de depósitos eocuaternarios como supone Stutzer, sino que el piso pertenece al plioceno. Al pié del cono del Puracé, en la parte mas alta del piso de Popayan, se ve que el último derrame ha sido labrado por los glaciares, de manera que la parte alta del piso de Popayan seguramente es preglaciar, a lo sumo eocuaternario si no ya plioceno.

El segundo piso que integra el terciario superior es el de Honda-Combia, el cual segun puntos de vista de evolucion tectónica, equivale al mioceno superior de Venezuela (Liddle). Como el anterior, <sup>este</sup> es volcánico a lo largo de la Cordillera Central, pero tambien en la seccion caldense-antioqueña de la hoya del Cauca. Al E de Buga-Cartago, la facies es altamente tobácea, ademas es conglomerácea, arcillosa y lignítica. En la parte baja se hallan huesos de mamíferos que tambien ocurren abundantemente en la region de Coyaima (Saldaña, hoya del Magdalena). En la seccion de la hoya del Cauca que corresponde al departamento del Cauca, solo se han encontrado probables vestigios de este piso. La seccion del Nariño no se exploró. -En la hoya del Magdalena, el piso es tobáceo en general, comienza con un conglomerado lidítico-cuarzoso, sigue con areniscas tobáceas y parece terminar con arcillas rojizas. Hacia el bajo Magdalena, el piso ha sido determinado en su facies marina por Weiske, en la region de Zambrano. En la Cordillera Oriental, el piso ha sido llamado de Tilatá, por R. Scheibe. Es tambien expuesto en la region de Villapinzon y, se compone ahí de conglomerados en la base y de ripios, arcillas y areniscas en la parte media y alta. Segun una informacion verbal de Grosse, es probable que una facies volcánica local de este tiempo se halle al E de Tunja. -En la costa del Pacífico, llamamos el equivalente piso de Pacífico (marino) y en Urabá

donde su facies es muy semejante a la que se halla al E de Buga-Cartago, dicha formacion cubre el flanco occidental y la parte noroccidental de la estribacion de la serrania de Abibe.-En el Norte de Santander, el piso de Honda-Combia coincide con el piso del Guayabo de la parte meridional venezolana de la cuenca de Maracaibo.-Es característico para este piso que, hacia el interior de las cuencas muestre suaves ondulaciones y se coloque mas o menos en concordancia sobre los sedimentos anteriores. En cambio, hacia los cordones geológicos y hacia las cordilleras, aparte del plegamiento fuerte, se distingue una discordancia fuerte que tambien es particular para el piso de Tilatá de la Cordillera Oriental. Esto demuestra que, antes de la deposicion del piso de Honda-Combia y despues de la deposicion del terciario medio, tuvo lugar el primer movimiento erectriz fuerte de los Andes en Colombia.-La edad de este piso se ha determinado mediante la paralelizacion de los sedimentos equivalentes de Venezuela que muestran ahí las mismas particularidades tectónicas como en Colombia, con los del Norte de Santander. De ahí la identificacion se siguió hacia la region de Vilapinzon y hacia el alto Magdalena y las demas partes del pais. Segun dicha determinacion, el piso de Honda-Combia pertenece al mioceno superior y puede abarcar todavia la parte alta del mioceno medio.-Agregamos que en la costa noroccidental del Perú, el mioceno superior tambien contiene sedimentos volcánicos, lo mismo que a lo largo de la Cordillera Central y sus bordes.-El piso de Combia-Honda se halla escasamente en las cordilleras, en cambio cubre extensiones muy grandes en las hoyas andinas y en los bajos que descienden hacia el Caribe. Posiblemente, en Cartagena los sedimentos de la Popa son sus equivalentes.

Apartándonos del ensayo que hizo Kartsen para separar el terciario medio, la determinacion de los sedimentos de esta edad se debe a R. Lleras Codazzi y R. Scheibe quienes lo llamaron, con respecto al alto Magdalena, piso de Gualanday. En la Cordillera Oriental, Hettner habia reunido los sedimentos de este tiempo en el piso de Guaduas. Sin embargo, el piso de Guaduas incluye los equivalentes del piso de Gualanday, a partir del ~~nonjuntó~~ del Cacho para arriba. La equivalencia de la parte alta del piso de Guaduas de Hettner con el piso de Gualanday, se puede hacer fácilmente

mediante la comparacion del desarrollo del terciario en la region de Subachoque (al Norte de Facatativá) con el de Guaduas. La diferencia consiste en que el conjunto inferior del terciario medio es areniscoso-granuloso en Subachoque y ripioso en Guaduas, volviéndose cascajoso hacia Gualanday. El conjunto inferior se vuelve, pues, cascajoso hacia la vieja masa terrestre de la Cordillera Central, cosa que es natural. -- Con respecto a la Cordillera Oriental, donde regionalmente la base tambien es ripiosa (E de La Galera, region de Socha-Chita), el terciario medio ha sido llamado piso de Bogotá, en vista de que la capital se halla en dicho piso. Hemos de advertir que, a pesar de que Guaduas tambien queda ya en el piso de Bogotá-Gualanday, hemos conservado el nombre <sup>de piso de Guaduas</sup> para la parte inferior porque ya se ha generalizado en relacion con sus yacimientos de carbon. El piso de Bogotá, a lo largo de la Cordillera Oriental, se divide en tres conjuntos: el inferior (Cacho) formado de dos horizontes de areniscas separados por otro arcilloso; el intermedio caracterizado por arcillas abigarradas que regionalmente contienen yeso (Chocontá, Lenguazaque) y el superior areniscoso. En la region de Gualanday se observan tres conjuntos similares, pero de facies distinta. El inferior (conjunto de Chicoral o Rai-zal) es cascajoso; el intermedio es arcilloso y contiene regionalmente gran cantidad de yeso, y el superior que otra vez es cascajoso. Al ensayar de perseguirlo hacia el Sur, tropezamos con la dificultad de separarlo convenientemente del piso de Honda (alto Magdalena, desde <sup>M</sup>elgar hasta Carnicerías). <sup>H</sup>acia el curso medio del Magdalena, el piso de Bogotá-Gualanday equivale a la parte inferior no andesítica del piso de Honda de Stutzer. Este investigador lo reunió con el propio piso de Honda de <sup>H</sup>ettner, en vista de la concordancia que ahí se observa entre el terciario medio y la parte baja del terciario superior. Igual cosa hizo Grosse en el departamento del Huila. -- En la hoya del Cauca, dicho piso está representado seguramente por la mayor parte de la formacion carbonífera de Antioquia de Grosse cuyos carbones son de valor calorífico inferior a los de Cali que pertenecen al terciario inferior y tambien a los del terciario inferior de la hoya del Magdalena y de la Cordillera Oriental. En la faja terciaria que corre de Cali hacia el alto Patia, solo observam

mos el conjunto inferior, análogo al de Guadalupe (cascajos de lidita y cuarzo, principalmente) y lo hemos llamado conjunto de Cinta de Piedra. Hacia la costa del Pacífico y hacia Urabá donde la facies es marina, el terciario medio no se deja separar todavía bien eficazmente del terciario inferior, pero es probable que en Urabá comience con un conjunto arenoso con carbon lignítico, semejante al de Antioquia. En el Norte de Santander, el terciario medio de igual modo como en Antioquia, es carbonífero y esta particularidad regional se extiende hacia Venezuela, como también ella se presenta en el curso medio y alto del Magdalena. Con respecto a la edad, hemos tenido en cuenta que la transgresión del terciario medio en los Andes, solo viene a manifestarse bien a partir de la transición del oligoceno al mioceno, o generalmente dicho desde la parte más baja del mioceno. En sí ella comienza con el oligoceno medio, pero los sedimentos de este tiempo y del oligoceno superior no presentan característica especial que los permita separar del terciario inferior (en el interior de Colombia) y por este motivo hemos trazado la línea divisoria en el horizonte de arenisca granulosa y de cascajos que corresponde al mioceno inferior, según la correlación con Venezuela. El terciario medio abarca en la Cordillera Oriental más o menos la misma extensión como el terciario inferior y se halla en concordancia con este. Hacia la hoya del Magdalena, en cambio, el carácter costanero, imprimido por la Cordillera Central, se manifiesta por la transgresión regional sobre el piso de Guadalupe y aun sobre el piso de Villeta, hasta cerca a la parte alta del piso de Girón. En la sección antioqueña, según los estudios de Grosse, el terciario medio se coloca aun sobre rocas de aspecto antiguo. En la parte meridional de dicha hoya (Valle, Cauca) no hemos podido determinar la transgresión discordante con precisión, lo mismo que hacia el flanco caucano de la Cordillera Occidental. Sin embargo, el carácter cascajoso de la base (guijarros cretáceos en gran parte) indica que debe haber habido destrucción del terciario inferior y del cretáceo hacia los flancos altos de dichas cordilleras, antes de la deposición del terciario medio. Dejamos constancia de que el terciario medio en Colombia tan solo es carbonífero hacia los bordes (no todos) de las

masas terrestres (Urabá, sección antioqueña de la hoya del Cauca, curso medio del Magdalena, Norte de Santander, Venezuela), pero no tiene carbon en las zonas alejadas de dichas masas, como en Cundinamarca y Boyacá. Es significativo también que, hacia el alto Magdalena y hacia el alto Cauca, terrenos que no se hallan inmediatas a masas terrestres bien pronunciadas como los nudos de Frontino, de Antioquia, de Santander y los venezolanos, la facies carbonífera es débil y mas bien se restringe a lentes.

El terciario inferior contiene los principales yacimientos carboníferos del Oriente andino de Colombia y se divide ahí en tres conjuntos: el inferior de arcillas esquistosas franjeadas que por lo comun no llevan carbon; el intermedio, o sea el conjunto carbonífero principal que consta de arcillas esquistosas carbonáceas, bancos de arenisca y de mantos de carbon; y el superior, secundariamente carbonífero, formado principalmente de arcillas, verdosas cuando frescas y abigarradas en estado de descomposicion. En esta forma, el piso y sus conjuntos se perciben con pocas intermitencias desde la Sabana de Bogotá hasta el Norte de Santander, zona esta que admite la correlacion con el terciario inferior de Venezuela. -Hacia el alto Magdalena, el piso muestra la intercalacion de niveles ripiosos hasta cascajoso que ocurren en el conjunto medio (Tocaima, segun R. Scheibe; San Luis del Tolima, segun nuestras observaciones). En general el terciario inferior, o sea el piso de Guaduas reformado, no aflora bien en el alto Magdalena y los pocos afloramientos que hay merecen por lo tanto especial atencion. -En el lado occidental, el terciario inferior, llamado piso de Cauca, asoma de manera inequívoca en la persistente faja que corre de Cali hacia el alto Patia, bordeando la Cordillera Occidental. Los conjuntos son ahí los mismos como en la Cordillera Oriental, y se diferencian solo por un nivel marino en la parte alta del conjunto carbonífero principal y por la presentacion regional de ripios acantilados (raras veces conglomerados) en el conjunto inferior. Es de advertir que recién se ha encontrado una especie como de náutica en Bogotá, en el mismo nivel geológico/<sup>marino</sup> como en la faja Cali-Alto Patia. -Hacia el lado del Pacífico y hacia Urabá, donde la facies es esencialmente marina, el terciario inferior adquiere una magnitud considerable y es esencialmente arcilloso, siendo difícil separarlo del terciario medio y aun del cretáceo (Urabá).

En Bolívar, el terciario inferior ha sido estudiado por Beck y Anderson, y muestra facies limno-marina.-El terciario inferior cubría originalmente la mayor parte de la Cordillera Oriental, salvo la parte que corresponde al nudo Santandereano, además la hoya del Magdalena, la del Cauca, la del Pacífico y los bajos de Urabá y Bolívar. La Cordillera Central, en este tiempo ya ha sido una faja terrestre, lo mismo que al parecer la mayor parte de la eutectónica Cordillera Occidental. Con respecto a las hoyas del Magdalena y del Cauca es notable que, hacia el trayecto que coincide con el curso medio de estos ríos y que se halla entre los nudos Santandereano, Antioqueño y de Frontino, el terciario inferior o falta comúnmente, o ha sido destruido antes de la deposición del terciario medio.- En relación con la facies debemos advertir que ella generalmente es altamente carbonífera en las regiones alejadas de las masas terrestres, en contraposición al terciario medio que lo es en la proximidad de dichas masas. En la Cordillera Oriental, la mejor facies carbonífera del terciario inferior se halla en Boyacá y se debilita de ahí hacia la Sabana de Bogotá, desde donde sigue debilitándose hacia SW, o sea hacia el alto Magdalena. De igual modo hay una disminución apreciable desde Boyacá hacia el Norte de Santander y de ahí hacia Venezuela. También la facies carbonífera desmejora desde la región de Guaduas hacia la de Tocaima y de ahí hacia la sección huilense de la hoya del Magdalena.- Vale decir que, en las pequeñas cuencas profundas de la Cordillera Oriental (Capitanejo y Ramiriquí-Jenesano) la facies carbonífera es muy deficiente y buena hacia los bordes de las mismas cuencas. Esto habla en favor de la preformación de las cuencas durante el terciario inferior.- En vista de que el terciario inferior siempre muestra la subdivisión clara en tres conjuntos, la determinación cronológica no presenta mayores dificultades, en especial al correlacionarlo con Venezuela. De sobra, el nivel marino del eoceno superior, determinado en Venezuela, también se presenta en el Norte de Santander y se halla indicado por la especie de *Naútica* en Bogotá, dentro del mismo nivel estratigráfico (parte alta del conjunto superior medio). En la región de Cali, la edad eocena se ha podido determinar mediante el hallazgo de un ejemplar de *Cardita* (*Venericardia*) *Planicosta* en la facies

calosa de Vives (al NNE de Cali) que se halla, como las <sup>gruesas</sup> calizas aptiano-barremianas, al pié de un nudo, el de río Frio. Al Sur de Cali, el nivel caloso se restringe a la parte alta del conjunto medio, o sea muy probablemente al eoceno superior. -En la Cordillera Oriental, área sedimentaria en su mayor parte durante el terciario inferior, los sedimentos de este tiempo yacen en concordancia perfecta sobre el senoniano, salvo quizá en algunas partes del Norte de Santander, a juzgar por datos venezolanos referentes a la leve discordancia de este piso con el cretáceo en las inmediaciones de las masas terrestres. -Segun la determinacion de R. Scheibe y segun nos ha mostrado la exploracion Popayan-Bogotá, el piso de Guaduas tambien yace en leve discordancia (regional) sobre el cretáceo en el alto Magdalena (Tocaima). En la hoya del Cauca, el terciario inferior seguramente efectúa una transgresion discordante sobre el cretáceo porque con mucha frecuencia se hallan guijarros cretáceos en la parte baja. Sin embargo, la discordancia no ha sido demasiado fuerte, en vista de que no se ha observado lugar alguno en que el piso de Guaduas se coloque sobre el una parte <sup>mas</sup> baja que la parte superior del cretáceo volcánico (albiano-senoniano). Como en la Cordillera Occidental, el terciario inferior es escaso, hay que suponer que esta ya se hallaba mejor preformada que la Oriental. En general se puede decir que el terciario inferior se extiende sobre la mayor parte de la Cordillera Oriental, de la hoya del Cauca y del Magdalena, de la hoya del Pacífico, de Urabá-Bolivar, siendo escaso en la Cordillera Occidental y faltando en la Cordillera Central.

El cretáceo ha sido subdividido segun su desarrollo en la Cordillera Oriental, tomando como perfil básico el que se halla entre Bogotá-Ubaque-Cáqueza y Quetame, ampliado hacia Chipaque y Une. En principio, la subdivision, apoyada en los puntos de vista generales de Hettner, se ha hecho de manera que el piso de Villeta quede comprendido entre los dos niveles calizos mas destacados, es decir el barremiano-aptiano y el del cenomaniano. La parte alta del piso de Giron se ha limitado con el horizonte arenoso-casajoso de Cáqueza, tan persistente a traves del Oriente del pais (y de Venezuela y Texas) como las calizas de las partes baja y alta de Villeta. El piso de Guadalupe se ha hecho comenzar a partir de los estratos esquistosos que siguen a la caliza superior del piso de

Villeta. La subdivision así conseguida está de acuerdo con la de Venezuela y de Tejas y México.

Las particularidades esenciales de la subdivision son las siguientes (Lado Oriental Andino de Colombia):

<p><u>PISO</u></p> <p><u>DE</u></p> <p><u>GUADALUPE</u></p>	<p>CONJUNTO SUPERIOR (Senoniano)</p>	<p>Horizonte superior: areniscas tiernas; facies ?lidítica hacia el curso medio del Magdalena; facies esquisto-arcillosa en el Norte de Santander y Venezuela, ?también en Bolívar.</p> <p>Horizonte medio: plaeners (litomargas), lidíticos hasta arcillosos, ricos en foraminíferos. Facies arcillosa en el Norte de Santander y Venezuela, volcánica en cabeceras Magdalena.</p> <p>Horizonte inferior: areniscas duras con algo de esquistos arcillosos y plaeners. Facies lidítica de Tocaima al Norte (curso medio del Magdalena); facies volcánica hacia cabeceras del Magdalena; arcillosa en el Norte de Santander y Venezuela; areniscosa arcillosa en Boyacá. En Sabana de Bogotá, fósiles del senoniano (Roudairia, etc). (Ostrea abrupta ocurre en este nivel, en Boyacá)</p>
	<p>CONJUNTO INFERIOR (Turoniano-Cenomaniano medio, aprox.)</p>	<p>El conjunto inferior solo al E de Bogotá se ha dividido en tres horizontes a base del horizonte carbonífero regional del Cerezo, reconocido también al N de Chiquinquirá. En general el conjunto es esquisto-arcilloso, pero lleva frecuentemente (alto Magdalena y Norte de Santander) liditas en la parte turoniana (Inoceramus balticus) que también es el nivel de peces más característico del cretáceo oriental-colombiano, de Tejas al Norte y del Oriente del Brasil. De este nivel Fritzsche ha descrito (probablemente Oeste de Guandamarca) Pseudotissia Duvilléi, Thomasites cf Jordani, Th. Rollandi y Fagesia Féroni, Perv. n. Var. Columbiana. El mismo autor describe de la parte baja del conjunto superior Gauthiericeras Margae y Prionocyclus guyabanus (senoniano inferior).</p>
<p><u>PISO</u></p>	<p>CONJUNTO SUPERIOR</p>	<p>El conjunto superior del Piso de Villeta consta de bancos de cal de bivalvas, de arenisca y de arcillas esquistosas. Muy común son la Exogyra Mermeti y la E. Polygona. Preliminarmente se considera que este nivel corresponde al cenomaniano inferior, siendo posible que abarque mayor parte del cenomaniano. -Hacia Viotá-Utica (curso alto-medio del Magdalena) la facies es arcillosa-calcítica y lidítica y la</p>

Existe la posibilidad de leves discordancias entre el senoniano y el alb.

(Cenomaniano inferior, aprox.)

DE

CONJUNTO

MEDIO

(Albiano)

participacion de cal disminuye hacia Boyacá, para volver a aumentar en Capitanaje y en el Norte de Santander.

El conjunto medio del piso de Villeta consta al E de Bogotá de areniscas cuaríticas con intercalacion de esquistos arcillosos y de antracita. En esta forma, pero solo con detrito antracítico, el conjunto se percibe por el lado oriental de la Cordillera Oriental hasta el Norte de Santander. Hacia el curso alto medio del Magdalena, el nivel es arcilloso, pizarroso y lidítico (sin material antracítico) y contiene los grupos Oxytropidoceras y Inflaticeras de las Schloenbachias, junto con Inoceramus concentricus (albiano). Hacia las cabeceras del Magdalena vuelve a presentarse la facies areniscosa, pero en union con la facies volcánica (determinacion en Dolores). Según la presencia de antracita en este nivel, de facies arcillosa-areniscosa ahí, en la region al NE y W de Chiquinquirá y según datos sobre la presencia de antracita al W del curso inferior del rio Suarez, el conjunto medio antracítico, en facies arcillosa bordea el nudo Santandereano hacia S y SW. - La antracita no es efecto de transformacion dinámica o de contacto, sino es resultado de la clase de plantas. Debajo, en el barremiano se halla carbon de piedra.

CONJUNTO

VILLETA

INFERIOR

(Aptiano-

Barremiano

medio, aprox.)

El conjunto inferior presenta los niveles mas constantes de cal que engruesan y aumentan hacia los bordes de las masas terrestres (nudo Santandereano, Cordillera Central, Venezuela, etc) y se debilitan hacia las áreas alejadas de dichos nudos. Hay gran abundancia de fósiles aptianos en parte barremianos. Cuculea brevis y dilatata, Trigonía subcrenulata y Hondaana (otras del tipo gibbosa), Ptycomya, etc. Estos ocurren junto con Pulchellias, denominadas en Europa como barremianas, pero que en Colombia parecen ser aptianas porque son posteriores a Trigonía subcrenulata, la cual mas bien parece bajar al barremiano superior. Ella ocurre en la base del piso de Villeta en Apulo-illeta, en tanto que las Pulchellias abundan en la parte media del conjunto inferior al E de Bogotá. - El viaje Popayan-Bogotá parece demostrar la conveniencia de dividir el conjunto en 2 horizontes, uno superior principalmente calcoso, y uno inferior arcilloso y localmente lidítico. - Hacia la parte alta del conjunto se hallan fósiles que todavía pueden pertenecer al albiano inferior (Douvilléceras, etc).

PISO

En donde el piso de Giron se halla bien desarrollado, como entre Cúcuta y Guetame (unos 3000 m de magnitud), se reconoce una subdivisión en cuatro conjuntos. Frecuentemente, la transgresión jurásica no se verifica sino al final del tiempo de Giron y aun hacia el aptiano (masas terrestres antiguas).

## CONJUNTO

## Superior

(aprox. Barremiano inferior a Hauteriviano superior)

El conjunto superior del piso de Giron, se divide al E de Bogotá en un horizonte superior arenoso granuloso y en la parte baja (varios horizontes) que es esencialmente arcillosa. El horizonte superior es muy característica y se percibe hasta Venezuela y los Estados Unidos y hasta el Perú. Hacia las masas terrestres se vuelve riposo hasta conglomerado. En Apulo-Villota se intercala uno o varios bancos de cal en parte coralífera. La parte baja contiene restos de plantas, y amonitas, semejantes a las del nivel valangiano y por este motivo creemos que ya se trate de hauteriviano. Hacia el alto Magdalena, hacia el borde oriental de la Cordillera Central y de la serranía de Santa Marta y de Perijá, la parte baja es volcánica, lo mismo que quizá en la región de Duitama-Sogamoso en la Cordillera Oriental. También ocurre esta facies volcánica en el Perú.

## CONJUNTO

## MEDIO-ALTO

(Hauteriviano medio a inferior, aprox.)

El conjunto medio está formado de potentes bancos u horizontes de arenisca que alternan con esquistos arcillosos, algo lustrosos (E de Bogotá). Detrito vegetal y amonitas mal conservadas, semejantes a las que creemos valangianas, y otras, son los fósiles comunes. En la parte baja se observan Aucellas dentro de una lidita algo arenosa, gris clara. A este nivel o al conjunto valangiano deben pertenecer los sedimentos metamórficos a que se refiere Liddle en Venezuela (Barquisimeto)

## CONJUNTO

## MEDIO-INFERIOR

(Valangiano, aprox.)

El conjunto medio inferior es pizarroso, visiblemente lustroso y contiene además esquistos arcillosos y uno que otro banquito débil de cal cristalina. En este nivel ocurre una especie de amonitas muy semejante a Neocomites linensis del valangiano del Perú, junto con aucellas y detrito vegetal del Wealden común. Posiblemente el nivel ya abarca el jurásico superior.

## CONJUNTO

INFERIOR  
(Portlandiano, aprox.)

El conjunto inferior está formado de esquistos lustrosos con intercalación de cuarcitas de gran fino, plano-paralelas, hasta de grano grueso. Un banquito de cal se observa hacia la parte baja. El conjunto se inicia con un horizonte conglomerado brechoso, cuarcítico y caloso, y no tiene fósiles determinables. -Reposa al E de Bogotá sobre el piso o serie de Guetame.

GIRON

En via de complemento advertimos que Anderson y Grosse han intercalado un piso especial entre el del Villeta y el de Giron. En nuestro concepto y en bien de la subdivision sencilla de la estratigrafia del pais, consideramos que la subdivision original de Hettner (pisos de Guadalupe, Villeta y Giron) debe conservarse, resultando difícil encontrar una subdivision mas sencilla de la que se consigue sobre esta base, la cual en lo demas coincide con la subdivision general en Venezuela y del interior de los Estados Unidos.

Con respecto al lado occidental andino de Colombia, o sea de la Cordillera Central al Oeste, no hemos logrado establecer una subdivision tan precisa como en el lado oriental, pero en principio se ha logrado fijarla de acuerdo con la subdivision oriental. Las dificultades que hay consisten en el caracter volcánico de la parte alta del cretáceo y en el metamorfismo que han sufrido las sedimentos de la parte baja. Ademas es probable que en la parte alta se presenten discordancias.

La subdivision occidental se funda en la sucesion que sigue:

		<u>Piso del Cauca (eoceno)</u>
		Parte alta: derrames y material picroclásticos con intercalacion rara de sedimentos (Vijes). Localmente (a causa erosion antes de la deposicion del eoceno) en los bordes caucanos de las Cordilleras Central y Occidental, en los departamentos del Valle y del Cauca, asimismo que en la parte meridional de la serrania de Abibe, en Urabá. Probablemente se trata de senoniano.
<u>PISO</u>	Senoniano	
	hasta	
<u>DE</u>	Cenomaniano	Parte baja: derrames y material diabásicos hasta porfirítico-diabásicos. En lado Cordillera Central (Valle, Cauca) muy escasa intercalacion liditas; estas mas abundantes en el lado de la Cordillera Occidental, donde contienen amonitas aplastadas e inoceramus de la especie que ocurre en el conjunto inferior del piso de Guadalupe (p.e. Faldequera)
	medio, aprox.	
<u>FALDEQUERA</u> (lugar al W de Jamundí, Valle)		
		<u>Separacion difícil de establecer a causa caracter volcánico.</u>
<u>PISO</u>	Cenomaniano inferior	Parte alta: volcánica; primero derrames y material diabásicos; debajo derrames de pórfiro y porfiritas con sedimentos pizarrosos y lidíticos con amonitas en el cordon del Pesar, al E de Popayan. Se trata muy probablemente de albiano
	hasta	Parte baja (luego conjunto inferior del piso de Villeta) formada de sedimentos al E y NE de Popayan y de sedimentos mas material volcánico en Antioquia. Facies cañosa hacia Cordillera
<u>DE</u>		

Barremiano  
medio, aprox.

PESAR

(Lugar típico:  
cordon del Pesar  
al E de Popayan)

Central, desde Antioquia hasta mas al Sur del departamento del Cauca. Facies arcillosa y lidítica (y margosa) hacia la Cordillera Occidental. Metamorfismo fuerte hasta regular en Cordillera Central, al E de Popayan-Quilichao y se extiende probablemente hasta el Nevado del Ruiz. Esquistos lustrosos hasta ligeramente filíticos en la Cordillera Occidental. Facies netamente sedimentaria y no metamórfica probablemente en la hoya andina del Pacifico (investigaciones parciales). Facies de metamorfismo de contacto en los residuos altos de la Cordillera de la Costa. Facies arcillosa (probablemente de todo el cretáceo) hacia Urabá-Bolivar, sin metamorfismo. -Se advierte que el nivel lidítico, tal como se halla expuesto entre Dagua y El Espinal (FC de Buenaventura), debido a su relacion mas estrecha hacia la formacion porfirítica antigua de Grosse en Antioquia (probablemente jurásico superior hasta cretáceo mas bajo) que hacia el nivel lidítico de la parte baja del piso de Villeta (barremiano, aprox.), conviene colocarlo preliminarmente en la parte alta del piso de Dagua

PISO, o

SERIE

Barremiano  
Inferior,  
aprox.

DE

hasta

probablemente

DAGUA

Jura-Triásico

El piso o serie de Dagua corresponde seguramente al piso de Giron, o mejor al cretáceo, en lo que respecta al nivel lidítico del Espinal-Dagua. Hacia la Cordillera Central posiblemente tambien ocurre la facies conglomerácea de lo que en el Oriente es el horizonte de Caqueza, segun afloramientos y rodados que se hallan p.e. a la salida del rio Bugalagrade de la Cordillera Central. De acuerdo con las observaciones entre Dagua y la angostura del mismo nombre, pero principalmente a base de la relacion clara entre Toro y Anserma Nuevo, al W de Cartago, los esquistos lustrosos hasta filíticos de gran magnitud ~~que~~ se hallan debajo del nivel del Espinal y son probablemente jurásicos hasta triásicos, en vista de que yacen concordantemente bajo el nivel del Espinal. Por el momento es difícil de reconocer los equivalentes en el borde caucano de la Cordillera Central. Es posible que ellos falten, en vista de que las observaciones hasta ahora demuestran que la transgresion en la Cordillera Central no comienza sino alrededor del barremiano. -Los niveles volcánicos aun no se han definido bien.

Conemos de presente que las edades, colocadas al lado de los pisos en la subdivision del cretáceo occidental, no son en general sino indicaciones en relacion con la paralelizacion hacia la subdivision del cretáceo oriental.