

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA CORDILLERA  
OCCIDENTAL. SECCION CARRETERA CALI - BUENAVENTURA**

POR  
**H. WOLFGANG NELSON**  
PETROLOGO

---

INFORME No. 1051

---

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL  
BOGOTA, 1962

## CONTENIDO:

RESUMEN . . . . .	85
I. INTRODUCCIÓN . . . . .	87
II. OBSERVACIONES FISOGRÁFICAS DE LA ZONA RECORRIDA. . . . .	89
III. ESTUDIOS ANTERIORES . . . . .	90
IV. GRUPO DEL DAGUA:	
1. Observaciones generales . . . . .	91
2. El miembro grafitico . . . . .	92
3. El miembro calcáreo . . . . .	92
4. El miembro arcilloso-tobáceo . . . . .	93
5. El miembro silicificado (Formación del Espinal, de <i>Hu- bach-Alvarado</i> ) . . . . .	94
V. GRUPO DIABÁSICO:	
1. Observaciones generales . . . . .	95
2. Características petrográficas . . . . .	96
3. Intercalaciones sedimentarias . . . . .	98
4. Características geológicas de los derrames basálticos . . . . .	99
5. Propilitización. . . . .	102
VI. LA INTRUSIÓN TONALÍTICA. . . . .	104
VII. LAS FORMACIONES CENOZOICAS:	
1. Formación del Cauca . . . . .	105
2. Terciario Superior . . . . .	106
VIII. OBSERVACIONES ESTRATIGRÁFICAS Y TECTÓNICAS . . . . .	106
PLANCHAS:	
1. Corte Geológico (preliminar) de la Cordillera Occidental entre Cali-Buenaventura.	
2. Croquis que indica la situación geológica en el sector Cali- Queremal-La Elsa-Dagua (Cordillera Occidental),	

## R E S U M E N

Durante una exploración corta del trayecto Cali-Buenaventura, se elaboró un estudio petrológico de las formaciones más antiguas de esta sección de la Cordillera Occidental.

En el Capítulo IV se trata de los esquistos del Grupo del Dagua, los cuales —según su facies— fueron subdivididos en cuatro miembros, a saber: el miembro grafítico, el miembro calcáreo, el miembro arcilloso-tobáceo y el miembro silicificado.

En el Capítulo V se definen las características de las rocas volcánicas e intercalaciones sedimentarias del Grupo Diabásico; luego se tratarán los efectos de una propilitización, que ha alterado las diabasas cerca de la cumbre: allí se indica la importancia económica que puede tener dicha propilitización.

El Capítulo VI trata de una intrusión tonalítica en el Grupo del Dagua, y de sus efectos de contacto.

Al final, en el Capítulo VIII, se dan los conceptos acerca de la constitución tectónica del terreno recorrido. Se expone, que las fajas de esquistos silíceos, encontradas en la margen izquierda de los ríos Dagua y Jordán, y al W de Queremal, se presentan debido al fracturamiento en escamas grandes, en el flanco oriental de un sinclinal comprimido y fracturado. Luego se presume, que las diabasas que se extienden a partir de la falla del Dagua-Jordán hasta el Terciario inferior cerca de Cali, se hallan plegadas en una estructura anticlinal.

## I — INTRODUCCION

*El presente estudio fue realizado en relación con las labores actuales de la Sección de Fotogeología, para el desarrollo minero de las zonas carboníferas del Departamento del Valle del Cauca. Geológicamente, las vetas productivas forman parte del Terciario inferior. Esta formación bordea como una faja estrecha el extremo lado oriental de la Cordillera Occidental, donde sus estratos se hallan fuertemente plegados contra las formaciones mesozoicas de la propia Cordillera. La actual configuración estructural se debe al plegamiento andino.*

*En una comisión combinada, que se llevó a cabo del 10 al 23 de diciembre de 1953, el fotogeólogo, doctor Jan Keizer, practicó el estudio detenido del flanco oriental de la Cordillera en la vecindad de San Antonio (Municipio de Jamundí), especialmente en la zona productiva. En esa labor fue ayudado por el Petrólogo-auxiliar H. Villegas G. Al mismo tiempo, el suscrito, ayudado por el Petrólogo-aspirante, A. Restrepo J., llevó a cabo un levantamiento preliminar de la región interior, siguiendo la carretera al mar (Cali-Buenaventura) y algunos de sus ramales.*

*Los trabajos realizados en el campo llevaron a un concepto acerca de la constitución tectónica de esta zona, el cual se halla expuesto en el perfil adjunto. Los estudios microscópicos, practicados en el laboratorio, permitieron definir más detalladamente la índole de las distintas formaciones encontradas. El doctor J. Keizer analizó las fotos aéreas, que cubren parte de la región recorrida, y logró trazar los límites observados entre las formaciones principales, por una mayor extensión. Gracias a este hecho fue posible confeccionar un croquis-geológico más amplio. Para su perfeccionamiento se necesitan más observaciones en el terreno, así como también para la subdivisión litológica más detallada, especialmente del Grupo del Dagua. Tal investigación intensificada contribuirá indudablemente a un mejor entendimiento de los sucesos durante el desarrollo geosinclinal del Occidente Andino. Además, es muy bien posible que durante esas labores se encuentren fósiles, pues el grado de metamorfismo de esta Cordillera es relativamente débil y su facies es marina.*

*Al terminar este informe, quiero dejar constancia de mis agradecimientos, en primer lugar hacia mi colega y amigo, el doctor J. Keizer, con quien discutí muchos de los problemas, de manera fructífera; y luego agradezco el espíritu con que colaboraron los señores A. Restrepo J. y H. Villegas G., durante los trabajos en el campo y en la oficina. También quedo muy agradecido a la Dirección de la Corporación de Carbones, en Cali, la cual me facilitó en forma considerable la realización de los trabajos. Los dibujos anexos fueron elaborados cuidadosamente por la señora Blanca Gómez M.*

## II — OBSERVACIONES FISIOGRAFICAS DE LA ZONA RECORRIDA

En vista del carácter preliminar de este informe, nos limitaremos a referir sólo algunos apuntes, tomados a lo largo de la ruta recorrida.

Al salir de Cali, la carretera al mar sube de manera continua, siguiendo primeramente el valle del río Cali, para pasar pronto a la cuenca del río Aguacatal, hasta llegar a la cumbre. Durante este trayecto se tiene una vista magnífica del valle interandino del Cauca, situado entre las Cordilleras Occidental y Central. Este valle alcanza unos 200 kilómetros de largo, y tiene cerca de Cali una anchura de 30 kilómetros, siendo de una belleza excepcional por su lisura perfecta.

La cumbre que se alcanza, es llamativa por su forma morfológica, que es la de una cuchilla larga y angosta. Además, desempeña el papel de línea divisoria de aguas entre el Pacífico y el Cauca. La desigualdad en la anchura de ambos flancos de la Cordillera Occidental, es muy notoria: el flanco caucano mide unos 10 kilómetros, en tanto que el opuesto alcanza unos 40 kilómetros; por consiguiente, en este flanco costanero nacen los ríos más importantes.

El paso de la carretera por la cumbre recibe el nombre de “Mares”, y se halla a una altura de 2.000 metros sobre el nivel del mar, o sea aproximadamente 1.000 metros sobre el nivel del valle caucano.

Al continuar el viaje hacia el Occidente, la carretera se desvía en dos grandes curvas de otras tantas cuchillas, que se elevan hasta la misma altura que la del divorcio de aguas principal. Durante este trayecto llama la atención la planicie alargada, en cuyo extremo meridional se halla construída la población El Salado. La caída brusca de la loma al Occidente, hacia la planicie, es muy notoria, y la bordea casi, según una línea recta. Evidentemente esta línea indica una falla importante, por la cual se hundió el bloque oriental; la depresión producida se rellenó luégo con sedimentos diluviales.

A partir de Queremal, la carretera sigue la hoya hidrográfica del río Anchicayá, hasta llegar al plano costanero. Se observa que los ríos han cortado profundamente esa vertiente de la Cordillera. Además, las pendientes están cubiertas por selva densa; en total, el terreno es poco accesible.

El plano costanero mismo no fue recorrido por falta de tiempo; se extiende por unos 30 kilómetros, hasta llegar al Pacífico.

Geológicamente la Cordillera está constituída esencialmente por dos formaciones. Es decir, en la parte oriental predominan diabasas, con excepción del extremo este, donde afloran estratos muy erguidos del Terciario Inferior. En cambio, la parte occidental está formada principalmente por esquistos, débilmente metamórficos. En ellos se observa una intru-

sión bastante grande de tonalitas, con contactos bien desarrollados. Entre las formaciones más modernas hay que señalar la extensa capa de laterita, que cubre gran parte de la superficie. Esta, así como las formaciones diluviales y aluviales, no ha sido considerada en este estudio.

### III — ESTUDIOS ANTERIORES

Los datos geológicos, en cuanto a la constitución de la propia Cordillera, son muy escasos. La información más completa la debemos a E. HUBACH y B. ALVARADO (1931 - 1932), quienes durante una exploración intensiva de la hoya del Cauca, con fines económicos, extendieron las investigaciones hasta la angostura del Dagua. Los esquistos mesozoicos (prediabásicos), que asoman allí, fueron descritos y definidos como las formaciones del Espinal y del Dagua.

Anteriormente al mencionado estudio, O. STUTZER (1926) efectuó una travesía completa por esta sección de la Cordillera, siguiendo la línea del ferrocarril Cali-Buenaventura. El recorrido rápido no permitió establecer las relaciones precisas entre las formaciones geológicas encontradas, y los datos se redujeron principalmente a la descripción de los afloramientos sucesivos.

Luégo, en el año 1948, ROYO y GÓMEZ tuvo la ocasión de recorrer la carretera al mar, durante una comisión en los Departamentos del Valle y del Cauca. El tiempo disponible de sólo dos días, no le permitió establecer datos fundamentales, sino proporcionar más bien un concepto erróneo, especialmente por lo que se refiere al trayecto W. de Queremal.

Aunque es de finalidad distinta, merece citarse la obra de A. GANSSER (1950) sobre la isla Gorgona, en el Pacífico, cerca de la costa colombiana. Esta publicación va acompañada de un mapa geológico de la parte NW. del Continente suramericano. Aunque este mapa es de escala 1:5.000.000, sorprende la cantidad de detalles que nos proporciona, así como su exactitud.

A continuación citamos algunas publicaciones sobre la Cordillera Occidental, en las cuales algunos se refieren a otras zonas, distintas de la visitada:

- A. GANSSER, 1950.—Geological and Petrographical notes on Gorgona Island in relation to NW. South America, S. M. P. M., vol. 30, 1950.
- E. GROSSE, 1926.—El Terciario Carbonífero de Antioquia.
- E. GROSSE, 1934.—Acerca de la geología del sur de Colombia, II. (Cuenca del Patía y Nariño). *Comp. Est. Of. de Col.*, Tomo III.
- E. HUBACH y B. ALVARADO, 1932.—“La altiplanicie de Paletará (Departamento del Cauca)”. *Comp. Est. Of. de Col.*, Tomo VI.
- E. HUBACH y B. ALVARADO, 1934.—“Geología de los Departamentos del Valle y del Cauca, en especial del carbón”. *Informe número 87*, Archivo del Instituto Geológico Nacional.
- E. HUBACH, 1952.—“Informe geológico preliminar sobre los túneles de Felidia y Mares (Ferrocarril Cali-Buenaventura)”. *Informe número 842*, Archivo Instituto Geológico Nacional.

- J. KEIZER, 1954.—“Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental; la geología del flanco oriental de la Cordillera Occidental en la región de San Antonio, Municipio de Jamundí (Valle del Cauca)”. *Informe número 1.046*, Archivo Instituto Geológico Nacional.
- ROYO Y GÓMEZ, 1948.—“Datos geológicos de la carretera al mar, Vali-Buenaventura”. *Informe número 665*, Archivo Instituto Geológico Nacional.
- R. SCHEIBE, 1919.—“Geología del sur de Antioquia”. *Comp. Est. Of. de Col.*, Tomo I.
- O. STUTZER, 1926.—“Acerca de la geología de la Cordillera Occidental entre Cali y Buenaventura”. *Comp. Est. Of. de Col.*, Tomo II.
- O. STUTZER, 1926.—“Contribución a la geología del foso del Cauca-Patía”. *Comp. Est. Oficiales de Colombia*, Tomo II.
- V. SUÁREZ HOYOS, 1943.—“Informe geológico sobre el proyecto de la planta hidroeléctrica del río Anchicayá, Valle del Cauca”. *Comp. Est. Of. de Colombia*, Tomo VIII.

#### IV — GRUPO DEL DAGUA

##### 1. OBSERVACIONES GENERALES

El “Grupo del Dagua” comprende los estratos potentes de esquistos, que yacen debajo del Grupo Diabásico. La facies de estos esquistos es predominantemente arcillosa y de un metamorfismo débil. Al parecer, están en contacto normal con el Grupo Diabásico. El Grupo del Dagua comprende las formaciones del Espinal y del Dagua, distinguidas por E. HUBACH y B. ALVARADO (1931/2) durante las exploraciones en la vecindad de la población de Dagua y en la angostura del río Dagua, al norte de aquella población. En el presente estudio dichas formaciones fueron unidas en un solo grupo por el motivo de la transición poco susceptible entre ambas.

La participación de este grupo en la constitución de la Cordillera Occidental es muy amplia. En la sección estudiada, aflora en toda la parte occidental. Vuelve a aflorar más al este, debido a complicaciones tectónicas, en donde fue observado en la margen izquierda del río Dagua y —más al sur— del río Jordán. Otra faja semejante se halla un poco al W. de Queremal. Es precisamente en estas fajas, donde se presenta el contacto normal con el Grupo Diabásico supra-yacente. El límite inferior del Grupo no está expuesto y, por consiguiente, se desconoce su magnitud total, así como la constitución de la parte inferior.

No obstante el aparente carácter homogéneo, algunas variaciones en el desarrollo litológico permiten la subdivisión del Grupo del Dagua, así:

El miembro silicificado	(el más moderno).
El miembro arcilloso-tobáceo	
El miembro calcáreo	
El miembro grafitico	(el más antiguo).

Subrayamos aquí, que la mencionada subdivisión tiene sólo un carácter preliminar. Exploraciones futuras deben definir más detenidamente cada miembro, o también pueden llevar a la separación de otros miembros, a medida que se obtenga una idea más amplia del desarrollo de la facies

de este Grupo. Además, el hallazgo de fósiles durante tales investigaciones es muy bien posible, pues la facies es marina y el grado de metamorfismo es más bien débil.

## 2. EL MIEMBRO GRAFITICO

Los estratos más inferiores, que están expuestos del Grupo del Dagua, están formados esencialmente por esquistos grafiticos. En parte se trata de esquistos grafiticos pizarrosos, frecuentemente veteados por cuarzo o con lentes de cuarzo; otras veces se trata de esquistos grafiticos que al tacto son finamente arenosos. De vez en cuando se observan interposiciones delgadas de esquistos arenosos, en los cuales se alcanza a distinguir a simple vista los finos granos constituyentes. Su composición corresponde a una arcosa (de grano fino), pues en la sección delgada se observa su constitución esencialmente por cuarzo y albita (evidentemente plagioclasa albitizada), luego escamas finas de biotita y sericita, y cintas paralelas de material grafitoso. Aunque la estructura es compacta y se observan recristalizaciones debido al metamorfismo dinámico, se distingue todavía claramente el carácter clástico de la roca.

La magnitud de este miembro grafitico debe ser considerable, puesto que aflora en una gran extensión y su carácter homogéneo hace sospechar que continúa aún bastante hacia la base no expuesta. Hacia arriba la proporción en material grafitoso parece disminuir, pero aquí las observaciones se dificultan por la presencia de un cuerpo intrusivo de tonalita. Muy interesante es la corona de contacto, formada por esa intrusión.

*El metamorfismo termal* transformó los esquistos a cornubianitas, las cuales conservan todavía una débil esquistosidad; luego, están atravesadas por apófisis de cuarzo y de pegmatita. Entre las cornubianitas predominan micacitas, de color pardusco y a veces lustrosas por las hojas finas de biotita. En algunas micacitas se formó andalusita, en la variedad de quistolita. Este mineral puede presentarse en porfiroblastos prismáticos bien desarrollados y notablemente frescos, cuyo tamaño alcanza a 2 centímetros; otras veces se observa sólo la pseudomorfosis de este mineral (y entonces en cristales más finos), completamente alterado a sericita.

Excepcionalmente se encuentran, también, cornubianitas calcáreas, integradas principalmente por cuarzo y calcita, y luego por cantidades subordinadas de hornblenda verde poiquiloblástica, la cual es producto del metamorfismo termal. La presencia de esta roca nos indica que en el lugar de la intrusión ya se advierten las primeras intercalaciones calcáreas.

## 3. EL MIEMBRO CALCAREO

El límite entre este miembro y el anterior es arbitrario, debido a la aparente transición gradual que se efectúa por el aumento de las interposiciones calcáreas. Se trata de esquistos calcáreos de color grisáceo, gris-azuloso o también verdoso. A veces son tan finamente esquistosos, que son más bien filitas calcáreas, con lustre débil. Estudiados al microscopio, los esquistos calcáreos están formados por una masa densa de cuarzo



y calcita, en proporciones más o menos iguales; como accesorios se encuentran escamas finas de clorita y biotita, y, además, pocos elementos opacos.

En conexión con los esquistos calcáreos se observan a veces capas de pocos decímetros de ancho, compuestas por cuarzo blanco-lechoso, de aspecto agrietado y esquistoseado. La naturaleza de esta roca se revela al microscopio. En una masa cuarzosa se hallan pequeños cristales romboédricos de dolomita; además, en manchas irregulares, calcita. Obviamente, esta lidita blanca se originó de una roca calcárea y ligeramente dolomítica, cuya masa sufrió una silificación selectiva, de tal manera que se conservaron los cristales de dolomita, gracias a su menor solubilidad. Rocas semejantes ("dolomitic cherts"), también se conocen de otra parte. En muchos casos se pudo comprobar que la silificación se verificó en un principio del diagénesis de la sustancia calcárea, o sea, poco tiempo después de su deposición.

Aparte de los esquistos calcáreos, que caracterizan este miembro, se observan intercalaciones de esquistos grafiticos y esquistos verdes. Una muestra de los esquistos verdes demostró al microscopio principalmente tremolita, en cristales prismáticos con terminación astillosa, y clinozoisita, en cristales más finos. Debe tratarse de una diabasa muy triturada y alterada, o de su equivalente tobáceo. En el párrafo siguiente volveremos a la posición petrológica de estos esquistos verdes.

#### 4. EL MIEMBRO ARCILLOSO - TOBACEO

En la constitución de este miembro los esquistos verdes ocupan un lugar prominente. Interposiciones de ellos ya fueron mencionadas en los esquistos calcáreos infrayacentes. Parece que la participación de los esquistos verdes aumenta considerablemente hacia los niveles superiores. Por su color, ya se distinguen claramente en el terreno de los demás esquistos, con los cuales alternan. Entre ellos predominan esquistos pizarrosos, generalmente algo grafitosos y ocasionalmente veteados por cuarzo. Luégo se asocian esquistos lustrosos con esquistosidad finamente hojosa. Notorios son los esquistos violáceos encontrados a poca distancia al W. del caserío La Elsa, en alternación íntima con esquistos verdes. Se les encontró, también, al sur de la población de Dagua, en la margen izquierda del río Dagua. Parece que estos esquistos violáceos se presentan cerca de la transición del miembro descrito al miembro silicificado, o sea en la transición de la formación del Dagua a la formación del Espinal (HUBACH y ALVARADO). Cerca de La Elsa asoman, también, esquistos pizarrosos silicificados, como se observa muy bien en la quebrada La Cristalina. Por el lecho de la misma quebrada pasa la falla que separa el Grupo del Dagua del Grupo Diabásico.

Con el fin de determinar la índole de los esquistos verdes, se elaboraron unas secciones de ellos. Están formados esencialmente por clorita y actinolita fibrosa, luégo por cantidades variables de albita, y por los accesorios clinozoisita-epidota, titanita (o leucoxeno), calcita y cuarzo. Estos esquistos no pueden haberse derivado de los mismos sedimentos arcillosos que dieron lugar a los esquistos grafiticos, pizarras, etc. Tampoco

se puede suponer que se originaron debido a un grado de metamorfismo mayor, pues alternan con aquéllos. En nuestra opinión, dan testimonio de la actividad volcánica diabásica que se inicia en esa época, y cuyos productos piroclásticos se hallan íntimamente mezclados con los sedimentos arcillosos comunes. Este concepto se respalda también por las interposiciones de derrames diabásicos, comprobadas en este mismo miembro y los cuales son los precursores de las extrusiones basálticas enormes que caracterizan el período siguiente. En atención a exploraciones futuras conviene anotar aquí, que las diabasas de los llamados derrames se distinguen difícilmente de unos esquistos verdes macizos, los cuales son algo menos compactos y duros que aquéllas. Sin embargo, al microscopio las diabasas se distinguen fácilmente, aunque a veces se presentan algo trituradas por los movimientos orogenéticos sufridos; a este respecto se asemejan mucho a las diabasas encontradas en la Depresión del Quindío (Cordillera Central).

#### 5. EL MIEMBRO SILICIFICADO

(Formación del Espinal, de E. HUBACH y B. ALVARADO).

Este miembro equivale principalmente a la formación del Espinal, distinguida por HUBACH y ALVARADO. También se deja estudiar en la forma más completa en los mismos lugares visitados por estos autores, es decir, a lo largo de la margen izquierda del río Dagua, en la vecindad de la población de Espinal (hoy día: Lobo Guerrero). Esta faja se extiende hacia el sur y vuelve a aflorar al E. de Queremal. Otra faja semejante se halla más al W., con un desplazamiento transversal a la altura de Queremal. Luégo encontramos pizarras síliceas y liditas cerca del caserío La Elsa, como continuación estratigráfica de los miembros anteriores.

La naturaleza de estas fajas se refleja claramente en la morfología del terreno. El límite oriental se verifica por una falla que está marcada por los ríos Dagua y Jordán, y por la quebrada El Almorzadero. En el límite occidental los esquistos síliceos yacen normalmente debajo del Grupo Diabásico y su contacto no resalta tan claramente en la morfología. Dichas fajas alcanzan a asomar debido al fracturamiento en escamas grandes de un flanco monoclinar. (Véase el perfil anexo, donde se halla ilustrado este concepto).

Como ya lo indica su denominación, el miembro silicificado se caracteriza petrográficamente por el predominio de rocas síliceas. Se trata, en principio, de una sucesión de esquistos pizarrosos frecuentemente grafitosos, que fueron impregnados por sílice, indudablemente durante su deposición. En la sección delgada se observan, a menudo, pequeños "glóbulos", pero desgraciadamente no demuestran suficientes detalles. Sin embargo, es obvio su origen orgánico; probablemente se trate de los restos de diatomeas. La concentración de sílice pudo aumentar tanto, que se formaron verdaderas liditas. Como en las pizarras, el aspecto es generalmente negro, aunque pueden variar incidentalmente hasta tonos grises claros. Dichas liditas oscuras se presentan bastante agrietadas y en general se distinguen de las del Grupo Diabásico, las cuales suelen ser manchadas y menos grafitosas.

Merece mencionar una intercalación de esquistos calcáreos en estas liditas, un poco al NW. de Dagua, en la quebrada Morga. La intercalación tiene un ancho de unos 8-10 metros, y consta de caliza grisosa bastante pura. La búsqueda de fósiles no dio resultado.

Otra particularidad la forman unos esquistos filíticos, gris azulosos, que se encuentran en la margen izquierda del río Dagua, al sur de la misma población. Examinados al microscopio, se determinan como esquistos porfiroides, que deben haberse formado por la milonitización de pórfidos cuarzosos (o riolitas o dacitas). En la sección delgada aún se distinguen claramente los antiguos fenocristales de cuarzo, feldespatos (alterados a albita, sericita y calcita) y biotita (cloritizada), empastados en una masa muy sericítica y finamente esquistosa. Los fenocristales se pueden apreciar muy bien con la ayuda del binocular. La roca se presenta en compañía de los demás esquistos pizarrosos, liditas, etc.; el afloramiento parece muy perturbado por la proximidad de la falla principal, la cual sigue por el lecho del río Dagua. Probablemente la roca proviene de una de las intrusiones dacíticas conocidas de la pendiente oriental de esa Cordillera, y fue dislocada y milonitizada por la falla del Dagua.

## V — EL GRUPO DIABASICO

### 1. OBSERVACIONES GENERALES

Los derrames de diabasas indudablemente constituyen el fenómeno más imponente durante la fase geosinclinal del "Occidente Andino". En la región visitada, el Grupo Diabásico se extiende de manera continua a partir de los límites occidentales de la ciudad de Cali, hacia el W. por arriba de la Cordillera Occidental, hasta más allá de la cumbre, precisamente hasta la línea formada por el río Dagua y su afluente meridional, el río Jordán. Allí, el Grupo Diabásico está separado por medio de una falla importante del "Grupo del Dagua", en su mayor parte sedimentario. Mas al Occidente el mismo Grupo Diabásico vuelve a presentarse, al parecer reposando normalmente sobre dicho "Grupo del Dagua". Por motivos tectónicos esta sucesión puede repetirse, pero finalmente el Grupo Diabásico no fue observado más al W. del caserío de La Elsa. Al lado opuesto, cerca de Cali, las areniscas de la formación del Cauca (Terciario Inferior) se colocan con una discordancia angular encima de él (esta discordancia no se aprecia claramente en el lugar mencionado).

A pesar de la vasta extensión, el Grupo Diabásico difícilmente se deja estudiar en detalle, tanto debido a la meteorización profunda, que convirtió la superficie en una gruesa capa de "tierra roja", como también por la textura densa de la roca, que sólo permite un examen microscópico. En dicha capa de "tierra roja" se observan, a menudo, cantos de diabasa, aún no descompuestos. Indudablemente el material ha sido redepositado parcialmente por medio de deslizamientos, etc. En ciertos lugares, sin embargo, la laterita se ha conservado "in situ", como, por ejemplo, a lo largo del camino de la Tierra Blanca en la vecindad del punto denominado "El Asomadero".

Los afloramientos frescos de diabasa se restringen principalmente a unas canteras (por ejemplo al W. de Cali) y a unos cortes a lo largo de ríos, quebradas o carreteras. En general, la roca se presenta muy poco variada; el aspecto es verdoso de tonos oscuros y de textura densa a finamente granuda, de modo que los componentes mineralógicos se distinguen difícilmente a simple vista. Por la alteración pueden llegar a tener un color verdoso más claro, clorítico, de manera que se confunden fácilmente con ciertos esquistos cloríticos macizos, circunstancia que ha llevado a interpretaciones erróneas, especialmente por lo que se refiere al trayecto W. de Queremal, donde afloran ambos tipos de rocas a lo largo de la carretera.

En unos pocos lugares se observan intercalaciones de pizarra silícea o de lidita entre la roca diabásica. Estas interposiciones, a veces fosilíferas, prueban que se trata de *derrames* de diabasas, precisamente derrames submarinos. En general, dichas intercalaciones sedimentarias son muy delgadas, de donde se puede deducir que la actividad volcánica principal transcurrió sin intervalos muy grandes, o —en otras palabras— se desarrolló en poco tiempo relativamente. La posición actual de los sedimentos intercalados nos proporciona una buena medida para determinar la posición tectónica de los derrames diabásicos vecinos. En la región visitada, esta posición se distingue sólo pocas veces en las diabasas mismas, sea morfológicamente como escarpamientos, sea en los afloramientos por cierta superposición perceptible. El primer caso se realiza posiblemente en los escarpamientos cerca de la cumbre; el segundo caso se observa, por ejemplo, en la quebrada Cogollo, al W. de Dagua, donde la roca volcánica da claramente la impresión de presentarse en bancos gruesos; éstos van atravesados por diaclasas.

A continuación tratamos de las características petrográficas a base del examen microscópico.

## 2. CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS

La mayor parte de las muestras, procedentes de este Grupo, representan *verdaderas diabasas*. Es decir, en ellas los componentes principales se hallan arreglados en la estructura particular llamada *ofítica*, de tal manera que cristales prismáticos o listones de plagioclasa forman un retículo, entre cuyos intersticios se desarrolló la augita. A menudo un solo cristal de augita encierra varios listones de plagioclasa; otras veces la augita no alcanza a desarrollarse en cristales tan grandes y se halla como granos más pequeños en los intersticios, dando lugar a una estructura “granular-ofítica”. Ambos tipos están relacionados por una serie continua y ningún tipo caracteriza una zona especial en sentido estratigráfico.

En ciertas muestras la plagioclasa tiene la composición de andesina básica; pero con más frecuencia se la encuentra alterada a albita. Hasta qué punto la albitización fue producida por la extrusión submarina, es aún problemático. Representarían en tal caso espilitas, pero en sentido distinto que las “espilitas” de GROSSE, con las cuales este autor indica diabasas de estructura densa. La augita suele ser la variedad pigeonita, con el ángulo biáxico pequeño y variable, a veces aproximándose a uniáxico.

Como accesorios se encuentran magnetita o ilmenita; el último mineral, a menudo, bordeado por titanita o leucóxeno. Olivino está ausente, aunque es posible que se halle en muy pequeña cantidad en unas estrusivas de textura muy fina.

Entre los afloramientos de las diabasas ofíticas mencionamos especialmente la quebrada Cabuyal, confluyente del río Cali, a unos 3 kilómetros al W. de esta ciudad; el carácter petrográfico se comprobó notablemente uniforme, a todo lo largo del extenso afloramiento.

Las demás variedades encontradas son mucho menos frecuentes que la variedad ofítica, descrita arriba. Entre aquéllas tenemos que mencionar una roca volcánica densa, que al microscopio está formada por agujas finas de plagioclasa, mientras que la augita se presenta en pequeños cristales prismáticos mal bordeados, o también, en agujas finas, agrupadas de manera divergente-radial, en crecimiento con agujas de plagioclasa, resultando una textura semejante a "gavillas de trigo". (Véase microfoto). En los intersticios se halla a veces algo de vidrio volcánico devitrificado. Coinciden hasta cierto punto con las "augitas arborescentes", descritas por A. GANSSER en las extrusivas básicas de la isla de Gorgona, aunque en nuestras rocas las formas son más sencillas, y además carecen de olivino. Fueron encontradas en el punto "El Asomadero", situado en la carretera Cali-Pichindé; luego en la vecindad de Felidia y Saladita. Sólo una investigación sistemática y muy detallada podrá determinar si se trata de derrames especiales o si las mencionadas rocas proceden de las zonas superficiales de derrames comunes y ofíticos, zonas las cuales sufren un enfriamiento más rápido. En favor de la última suposición habla la presencia de diabasas ofíticas cerca de los sitios antes mencionados.

La misma observación se puede hacer acerca de una variedad de estructura variolítica, encontrada al borde oriental del río Jordán, y de una variedad amigdalóide, procedente del río Pichindé. En todo caso tales variedades confirman la existencia de verdaderos derrames basálticos en los sitios del hallazgo.

Más difícil de descifrar es la situación cerca de La Cumbre. Aquí se presentan rocas básicas, de textura notablemente más gruesa que las diabasas mencionadas arriba, aunque nunca alcanzan a tener el grano grueso de los gabros comunes. Se las podría señalar tanto como rocas gábricas intrusivas de grano fino, así como diabasas extrusivas de grano relativamente grueso. Rocas del tipo aludido fueron encontradas como cantos en una quebrada pequeña al este del punto Mares, en compañía de rocas verde-claras y de rocas del aspecto de areniscas ferruginosas. Una asociación semejante fue recogida por E. HUBACH durante una exploración en relación con los proyectos de los túneles de Mares-Felidia. Como lo vamos a exponer en un párrafo siguiente, la situación geológica en este sector se ha complicado considerablemente, debido a una propilitización importante, la cual transformó parte de la roca básica existente. Al microscopio esa roca original está formada por cristales prismáticos de plagioclasa, que son bastante gruesos y más anchos que los de las diabasas comunes. La augita es una variedad diopsídica, con ángulo biáxico alrededor de 50° - 60°; se presenta, también, en cristales prismáticos, pero con desarrollo menos perfecto que los de la plagioclasa.

Una roca semejante fue recogida un poco al sur del caserío San Bernardo, en el curso superior del río Dagua (Ne-684), donde este tipo se halla muy repartido entre los demás cantos de diabasas comunes. Dicha roca igualmente demuestra los vestigios de la propilitización. Es llamativo el aspecto diorítico, que tienen esas rocas, por su color algo más claro y el grano medio. Sólo con el binocular se observa, que los componentes claros no representan únicamente feldespatos, como se cree a simple vista, sino que también se halla cuarzo en crecimiento íntimo con el feldespato. En la sección delgada se observa claramente la parcial sustitución del feldespato por el cuarzo. Es muy probable que esta "diorita" es la misma roca a que se refiere O. STUTZER. Este autor menciona una "roca de aspecto diorítico que asoma debajo de la greda roja", al W. de la estación ferroviaria de La Cumbre. La misma roca —según este autor— debe aflorar en el curso superior del río Dagua, como lo indican los cantos de este río.

¡Es precisamente la roca examinada por nosotros!

Otra variedad notoria encontramos en dos muestras, recogidas por E. HUBACH (Hu-57 y H-59), y procedentes del Lomaje de Las Minas, al W. del escarpe de Mares. Contienen fuera del clinopiroxeno (augita diopsidea) también ortopiroxeno, a saber, hipersteno débilmente pleocroítico.

Sólo un examen más detallado, tanto en el campo como en el laboratorio, puede decidir definitivamente sobre la índole intrusiva o extrusiva de estos tipos distintos. Sin embargo, nos parece muy probable que también en este tipo tenemos rocas extrusivas, tal vez de derrames más potentes, en que la estructura alcanzó un desarrollo de grano más grueso, y en los cuales, además, se verificó cierta diferenciación magmática, originando rocas básicas con ortopiroxeno. Una indicación en este sentido puede verse en unas interposiciones de liditas (Hu-36 y Hu-50), encontradas por E. HUBACH poco al E. de Mares, cerca de la quebrada Aguacatal, y también al W. de Felidia.

### 3. INTERCALACIONES SEDIMENTARIAS

Intercalaciones sedimentarias "in situ" fueron encontradas poco al W. de Cali, donde están expuestas en unas canteras. Se trata de cintas delgadas de esquistos pizarrosos silíceos o de liditas, al parecer normalmente interestratificadas en los derrames volcánicos. Tales franjas son muy delgadas y generalmente alcanzan apenas unos pocos decímetros de espesor, de modo que escapan fácilmente a la observación. Sin embargo, durante la meteorización se muestran muy resistentes, y a veces pequeños pedacitos angulares se hallan repartidos por los caminos indicando su presencia, como sucede, por ejemplo, en el Camino de las Tierras Blancas, que sube por la orilla izquierda de la quebrada Cabuyal hacia El Asomadero. Más al W. tales intercalaciones deben ser muy escasas, y sólo fueron observadas durante la exploración hecha por E. HUBACH en dos sitios, a saber: al W. de Felidia (Hu-36), y al E. de Mares, un poco arriba de la confluencia de la quebrada Mercedes con el río Aguacatal (Hu-50).

Estudiadas en sección delgada se observa una masa arcillosa y más o menos oscura, que ha sido impregnada por sílice. En esta masa se observan a veces numerosos y pequeños "glóbulos", rellenos por calcedonia. En varias secciones se pudo comprobar su origen orgánico, cuando estas esferas están claramente limitadas por paredes, que pertenecen a pequeños organismos. Según un examen, hecho por H. BÜRGL y TH. VAN DER HAMMEN, se trata probablemente de radiolarios o de tipos histrixoides; desgraciadamente una determinación más detallada es imposible en el material disponible. Basta considerarlas aquí como comprobantes de la extrusión submarina de los derrames volcánicos.

Durante el plegamiento andino estas franjas delgadas sufrieron la fuerte presión dinámica de las capas gruesas de diabasas, y por consiguiente se fracturaron y fueron estiradas en lentes. La roca fue parcialmente blanqueada y, además, sus hendiduras se rellenaron con material silíceo secundario, de color más claro, o a veces blanco como la porcelana; de manera que actualmente estas líticas ofrecen un aspecto manchoso. En cambio las líticas del Grupo del Dagua (Formación del Espinal, E. HUBACH) contrastan con aquéllas, en que las fuerzas deformativas produjeron sólo grietas más finas, conservándose su aspecto negro. En general, parecen también, algo más grafitosas.

#### 4. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LOS DERRAMES BASALTICOS

Al principio de este Capítulo mencionamos la notable extensión del Grupo Diabásico en el sector estudiado. Luégo expresamos que las diabasas deben resultar de derrames volcánicos, extruídos en gran escala en la cuenca geosinclinal del "Occidente Andino". Este carácter extrusivo se deduce de las siguientes observaciones e indicios:

a) La intercalación de zonas sedimentarias, las cuales, aunque son muy delgadas, pueden ser bastante extensas; este fenómeno no se puede explicar en un cuerpo intrusivo;

b) La estratificación en bancos gruesos, que se alcanza a observar en algunos lugares; ésta habla en favor de derrames extrusivos;

c) El rumbo lineal del contacto con el Grupo del Dagua, límite que aparentemente no es una línea tectónica. De un contacto intrusivo no se puede esperar tal curso paralelo al rumbo de los estratos sedimentarios;

d) La evidente ausencia de una corona de contacto, la cual sería producida indudablemente por una intrusión de tal magnitud. Los derrames, individualmente mucho menos potentes, se enfrían más rápido y carecen de una mayor acción termal sobre la roca vecina;

e) La ausencia de inclusiones sedimentarias, incorporadas en la roca ígnea, especialmente cerca del contacto. Igualmente la ausencia de apófisis, penetrando la roca vecina;

f) La uniformidad relativamente grande de la roca ígnea, la cual indica que no se logró llegar a una diferenciación adelantada, como es frecuente en los cuerpos intrusivos grandes;



g) La estructura densa, que prevalece en las diabasas, habla en favor de la naturaleza extrusiva. A este respecto podrían ofrecer cierta duda las rocas de grano algo más grueso, que se encuentran cerca de La Cumbre; pero, como acabamos de explicar, también para éstas la génesis extrusiva es muy probable.

Por varios motivos nos parece muy probable que los derrames volcánicos se hallan actualmente en una estructura anticlinal, como lo sugiere el perfil adjunto. De esta posición se deduce un espesor mínimo para el Grupo Diabásico —en este sector— de alrededor de 6.000 metros; verdaderamente un fenómeno llamativo.

Derrames basálticos pertenecen a los sucesos geológicos más grandes en la corteza terrestre. Al revisar la literatura sorprende que entre los numerosos ejemplos citados, sólo rara vez se hace referencia a las diabasas andinas, aunque la grandeza de este fenómeno ciertamente lo merecía. Nos parece oportuno dar a continuación algunas características acerca de este tema, basándonos en gran parte en las informaciones de TOM F. W. BARTH (1952), *Theoretical Petrology, A textbook on the origin and the evolution of rocks.*

Este autor divide las extrusiones basálticas en dos grupos distintos, a saber:

- a) Basaltos oceánicos;
- b) Basaltos continentales.

Los *basaltos oceánicos* son aquellos que constituyen el fondo sólido de las cuencas oceánicas, inmediatamente debajo del barro oceánico. Llegan especialmente a la observación directa en las islas volcánicas del Pacífico que emergen del fondo oceánico, entre ellas Hawaii y Tahití. Pero también las islas que coronan como cimas la cordillera subacuática centro-Atlántica, principalmente las Azores, Isla Ascensión y Santa Elena, son vestigios del basalto oceánico; así como las islas Madeira, Canarias y Cabo Verde, aunque emergen de la plataforma continental, al W. del Africa. Todos estos ejemplos demuestran la gran uniformidad en cuanto a las rocas constituyentes, entre las cuales predomina fuertemente el basalto olivínico. Como asociación característica se encuentran derrames de basalto picrítico (llamado también “oceanita”), con porcentaje alto de olivino. Luego, es típica la asociación de menores cantidades de traquita o de fonolita; tales productos pueden verse como derivados durante la cristalización del magma basalto-olivínico.

La gran conformidad que presentan las rocas de la zona pacífica a todo lo largo de su vasta extensión, se explica por aceptar para ellas igual magma paternal y homogéneo, de composición basalto-olivínica, del cual se supone que constituya el substratum de la corteza terrestre: o —en otras palabras— que se relacione con el sima, en el cual flotan los continentes siálicos.

Los *basaltos continentales* se subdividen en dos grupos diferentes, según el sitio geológico.

El primer grupo se refiere a las regiones geológicamente tranquilas y comprende las extrusiones potentes llamadas por A. GEIKIE *mesetas basálticas*. Son muy conocidas las del Decán, Brasil, Patagonia, Islandia, etc.



En ellas el magma basáltico del substratum ha llegado por fisuras hasta la superficie y evidentemente no alcanzó a diferenciarse notablemente. Sus productos son por consiguiente, el mismo basalto olivínico, aunque en promedio, algo menos básico que los basaltos intrapacíficos; ocasionalmente van asociados por rocas traquíticas. Tales erupciones enormes se manifestaron en períodos geológicos muy diversos y se las conoce también de tiempos históricos. De acuerdo con el ambiente geológico, los derrames se hallan en posición aproximadamente plana.

El segundo grupo se relaciona con las *zonas orogénicas*. Según el desarrollo geotectónico se distinguen cuatro fases principales (según STILLE), cada una con su magmatismo típico, como lo demuestra el cuadro siguiente:

<i>Fase geotectónica.</i>	<i>Sucesión magmática.</i>
Condiciones geosinclinales.	Magmatismo inicial.
Orogénesis.	Plutonismo sinorogénico.
Condiciones semi-cratónicas.	Volcanismo subsecuente.
Condiciones cratónicas.	Volcanismo final.

En relación con nuestro estudio son de especial interés los productos del magmatismo inicial durante la fase geosinclinal. Es muy notorio que estos productos siempre son de carácter básico. Así, en la cuenca geosinclinal mediterránea fueron inyectados durante el Mesozoico, principalmente basaltos, diabasas, gabros y peridotitas. En su mayor parte dichas rocas sufrieron el metamorfismo dinámico del plegamiento subsecuente, y se las denomina frecuentemente como ofiolitas. Petrográficamente las lavas de estas zonas orogénicas se distinguen por la *escasez o la ausencia completa en olivino*, y constituyen el grupo de los *basaltos y diabasas toleíticos*. Posiblemente estas toleítas se relacionan íntimamente con el basalto olivínico del substratum. Se supone que debido a los procesos durante la fase inicial de los movimientos orogénicos, aún poco entendidos, este magma fue comprimido y “filtrado” durante la inyección en el geosinclinal, de manera que se separó el olivino, el cual se acumuló para dar origen a las inyecciones (subsecuentes) de peridotita. Fuera de la ausencia de olivino en los “basaltos orogénicos”, y de su *asociación característica de peridotitas*, se observa en ellos frecuentemente la *albitización de las plagioclasas* (formación de espilitas), lo cual se atribuye a una soda-metasomatosi durante su *extrusión submarina* en la cuenca geosinclinal. Las mismas condiciones puede producir la llamada “estructura en almohada” de los derrames.

Luego parece que también difieren los productos magmáticos posteriores del basalto olivínico y del basalto toleítico. Mientras que del primero se derivan rocas alcalinas, tales como traquitas y fonolitas, se observa que el “volcanismo inicial” basalto-toleítico está seguido en las fases progresivas del desarrollo geotectónico por intrusiones y extrusiones de carácter alcalino-cálcico (o carácter siálico). Como sugiere la tabla anterior, se presenta primeramente el plutonismo sinorogénico, produciendo rocas graníticas, tonalíticas y dioríticas. Este plutonismo ya puede manifestarse en el principio del desarrollo orogénico, al parecer al cambio de las condiciones geosinclinales hacia condiciones orogénicas; así, en

la cordillera alpina el plutonismo sucedió en gran parte al final del Mesozoico. Después de cierto intervalo, que puede ser bastante grande, vuelve a manifestarse la actividad magmática, pero en forma extrusiva ("volcanismo siálico subsecuente"), produciendo dacitas, andesitas y riolitas.

La semejanza de los basaltos orogénicos descritos anteriormente, con las observaciones en la Cordillera Occidental es muy evidente. Las rocas basálticas de esta Cordillera son diabasas saturadas en sílice, que carecen de olivino y las cuales evidentemente son de deposición submarina en condiciones geosinclinales. Luego están asociadas con macizos ultrabásicos (peridotitas), según las observaciones hechas por varios autores en otras regiones de dicha Cordillera. Otra analogía la encontramos en los cuerpos bosiformes de tonalita, dacita y andesita, conocidos en numerosos lugares de esa Cordillera, y los cuales se originaron en una fase progresada del desarrollo geotectónico.

Nos parece probable que la investigación petrológica muy detallada, tal vez en un futuro más lejano, alcanzará a distinguir numerosos derrames basálticos individuales, gracias a pequeñas intercalaciones sedimentarias, márgenes enfriados de estructura densa y no ofítica, o por menores variaciones petrográficas entre los diferentes derrames intrusivos. Luego se puede esperar la localización de varios cuerpos básicos intrusivos (gabros, dioritas, peridotitas), en parte ya mencionados por otros autores, aunque ocurrirán sólo de manera subordinada en comparación con los derrames extrusivos. Esta circunstancia, del predominio de las efusivas, indica tal vez el desarrollo muy tranquilo de esa parte del geosinclinal andino.

## 5. PROPILITIZACION

Durante la exploración se encontraron en las vecindades del punto Mares, rocas básicas de aspecto muy distinto al de las diabasas comunes. El mayor número de las rocas aludidas fue colectado anteriormente por E. HUBACH durante su estudio en relación con los proyectos de los túneles de Mares-Felidia. Parece que están repartidas en todo el sector visitado, comprendido entre Felidia y Mares, a ambos lados de La Cumbre. La mencionada colección fue sometida nuevamente a un examen microscópico, a base de un mayor número de secciones delgadas. Fuera de diabasas comunes, generalmente bastante alteradas, se distinguieron los siguientes tipos:

a) *Rocas de aspecto manchado*, de tonos grises y verdosos distintos, a veces verdoso-amarillentos; recuerdan macroscópicamente todavía a las diabasas. En la sección delgada se reconocen los relictos de una roca *gabrica* de grano bastante grueso; son augita completamente uralitizada o serpentinizada, y luego plagioclasa albitizada. Estos cristales han sido *parcialmente reemplazados por cuarzo*; luego se formaron epidota y clorita, y a veces bastante apatito en grandes cristales xenomórficos, que pueden encerrar cristales hexagonales de cuarzo; como accesorio se encuentra ilmenita, casi completamente alterada a leucoxeno. Llama la atención la forma granuda del cuarzo metasomático, que se asemeja bastante al mosaico de cuarcitas.

No sólo el cuarzo puede concentrarse localmente, sino que también la cantidad de epidota puede aumentar, y dar a determinadas partes de la roca un aspecto verdoso-amarillento. La metasomatosis puede progresar tanto, dando por resultado una roca que a primera vista es muy diferente de la descrita, a saber:

b) *Rocas de color verde-amarillento*, constituídas esencialmente por *epidota y cuarzo*. Recuerdan en primer término las “epidositas”, es decir, las rocas metamórficas, que se deben a la transformación de sedimentos arenoso-calcáreos. Sin embargo, en vista del origen muy distinto, hay que evitar esta denominación. Generalmente son de estructura densa, pero a veces se distinguen a simple vista cristales de cuarzo hasta de unos pocos milímetros de tamaño, y agregados radial-fibrosos de epidota. Al microscopio se presentan los mismos componentes, en proporción más o menos igual. El cuarzo a veces está atravesado por agujas finas de actinolita, que parecen representar relictos de las augitas uralitizadas de la roca madre, la cual sufrió la acción metasomática. La epidota puede estar distribuída regularmente por el mosaico del cuarzo, o también se halla concentrada en determinadas partes, frecuentemente en estructura radial-fibrosa. En varias muestras se observa bastante apatito, en cristales grandes.

Debido a su composición, la roca es muy resistente a la meteorización. Este hecho debe ser la causa de que cantos de ella estén repartidos en tan gran número en la región mencionada, dando la idea de que desempeñan papel importante en la constitución del subsuelo. En verdad, la roca debe hallarse más bien como “bolsas” en las diabasas afectadas.

c) Otro “tipo extremo” que se encuentra en esa región, es una *roca de aspecto ferruginoso*, la cual, especialmente en la superficie, tiene un color carmelito-ferruginoso de ocre y mancha los dedos al tacto. Estudiada al microscopio, está constituída esencialmente por cuarzo, sustancias cloríticas y ferruginosas. Según la estructura del cuarzo, la sección recuerda más bien una arenisca ferruginosa o una cuarcita. En algunas secciones (Hu-55) se asocian minerales metálicos a los minerales antes mencionados. Aquéllos se comportan débilmente magnéticos, y probablemente representan hematita o ilmenita; su investigación definitiva se hará por medio de rayos X.

Dichos tipos “extremos” están relacionados por una gran variedad de transiciones. Así, se distinguen epidositas sucias, cubiertas superficialmente por una película ferruginosa, en las cuales el cuarzo y la epidota, vistas al microscopio, van asociados con bastante limonita. En otras muestras, la relación con la roca madre, diabásica, está aún muy evidente, de tal manera que se distinguen relictos de augita alterada, parcialmente sustituída por cuarzo (con agujas de actinolita), epidota y minerales metálicos. Debemos tener en cuenta que estos productos de la propilitización sufrieron, a su vez, la meteorización; especialmente parte de las llamadas “areniscas ferruginosas” pueden resultar de esa meteorización.

Discutible es el problema acerca de la fuente que produjo la propilitización. En primer lugar se puede pensar en *efectos deutéricos* (SEDERHOLM), es decir, una alteración intensiva, producida por soluciones post-

magmáticas de alta temperatura; éstas resultarían, pues, del mismo magma basáltico que formó las diabasas.

Sin embargo, un efecto semejante puede producir *soluciones acuosas hipógenas, procedentes de una fuente extraña*, no relacionada con el magmatismo basáltico. A este respecto pensamos en las *intrusiones posteriores de tonalitas y de dacitas*, especialmente las del Terciario Superior. Es conocido que sobre todo las andesitas y dacitas demuestran la propilitización, debido a efectos deutéricos; pero esas soluciones residuales pueden alejarse bastante del foco y penetrar las rocas vecinas. Un macizo importante de tales "dacitas" (o mejor dicho, porfiritas tonalíticas), lo encontramos en los Farallones de Cali, a una distancia aproximada de 15 kilómetros de la región visitada. Hay ciertos factores, que hablan en favor de la propilitización por estas soluciones hipógenas:

a) El efecto corrosivo muy intenso y el predominio de cuarzo entre los minerales sinantéticos, presumen una gran acidez de las soluciones en cuestión. Parece muy probable que sean derivados del magma tonalítico-dacítico que del magma basáltico;

b) La faja propilitizada parece coincidir con una zona, tectónicamente muy afectada, pues aquí debe culminar la estructura anticlinal, en que probablemente se hallan los derrames de la formación diabásica. Indudablemente ese plegamiento de los derrames potentes ha producido fallas y zonas trituradas importantes, especialmente en la proximidad del eje anticlinal. Por ellas, la propilitización pudo avanzarse a partir de los macizos dacíticos.

Sin embargo, sólo una investigación más detenida podrá solucionar definitivamente este problema; se necesita una exploración de la faja propilitizada hacia el Sur, donde tal vez se evidencia su relación con los Farallones de Cali. Recalcamos aquí la importancia de tal exploración desde un punto de vista económico, pues las soluciones hipógenas están frecuentemente cargadas con minerales preciosos. Fuera de sulfuros (especialmente piritita), pueden llevar oro, plata y telurio.

## VI — LA INTRUSION TONALITICA

Entre los kilómetros 83 y 91, o sea aproximadamente entre el caserío El Danubio y el campamento Punto Anchicayá, la carretera al mar atraviesa un cuerpo intrusivo de tonalita. Su forma no se pudo establecer durante el corto recorrido. SUÁREZ HOYOS, en su estudio para la planta hidroeléctrica del río Anchicayá, presume que se trata de un lacolito.

La roca es de aspecto granítico y ya a simple vista se distinguen sus componentes principales: Plagioclasa, cuarzo, biotita y hornblenda. Los cristales de plagioclasa frecuentemente tienden al desarrollo porfirítico. Igualmente la sección delgada presenta cristales idiomórficos de plagioclasa (+ 45%), luego cierta cantidad de ortoclasa ( $\pm 10\%$ ), cuarzo (+ 20%), y los melanocratos, biotita y hornblenda (+ 25%), de los cuales predomina ligeramente la biotita.

La intrusión muestra una corona de contacto muy marcada. Ahí, la tonalita se volvió porfirítica, con cristales grandes de plagioclasa. Apó-

fisis de pegmatita y cuarzo penetran los esquistos vecinos, los cuales se transformaron en cornubianitas, tales como micacitas y esquistos andalusíticos. También se observan pequeñas inclusiones de estos esquistos en la parte marginal de la intrusión.

La edad geológica no se deja precisar. Es lo más probable, que tiene sus equivalentes en los macizos de dioritas cuarzosas, descritos por E. GROSSE, de la cuenca del Patía. Para varias de estas intrusiones se pudo comprobar el contacto intrusivo con las diabasas cretáceas, mientras que el Eoterciario las cubre parcialmente y no demuestra fenómenos de contacto termal. Por consiguiente, se deduce una edad creta-terciaria. Efectivamente, las tonalitas encontradas en la carretera al mar, demuestran los efectos dinámicos producidos por el plegamiento andino. Es decir, se manifiesta un sistema bien desarrollado de diaclasas, entre las cuales se destacan especialmente las de dirección N. 50. E., con inclinación aproximadamente vertical, sugiriendo más bien una cierta laminación. Sin examen oportuno, es difícil hacer un paralelo con los Farallones de Cali. Unos cantos, procedentes de este macizo tan notorio, y recogidos por J. KEIZER, al ser analizados al microscopio, dieron por resultado: tonalita hornbléndico-biotítica (K-140) y porfirita tonalítica, con los mismos melanocratos (K-140 y K-169). Las últimas rocas, de estructura porfirítica, pueden clasificarse también como dacitas hornbléndico-biotíticas. Estas "dacitas" pueden representar tanto la zona marginal de una intrusión tonalítica (¿de edad creta-terciaria?), así como relacionarse con las dacitas y andesitas intrusivas más modernas, del final del Terciario, con contactos claros con la formación del Cauca. Petrológicamente ambas rocas (tonalitas porfiríticas y verdaderas dacitas) se distinguen apenas. Sólo la investigación en el macizo mismo puede aclarar este problema.

Se obtiene verdaderamente la idea, que las tonalitas y las dacitas son manifestaciones del mismo magma tonalítico, el cual durante el principio del desarrollo geotectónico alcanzó sólo a intruírse a mayores profundidades, pero el cual hacia la fase final del plegamiento fue inyectado más superficialmente. En otras palabras, la realización del "plutonismo orogénico" y del "volcanismo subsecuente", formulados por STILLE.

## VII — LAS FORMACIONES CENOZOICAS

A pesar del interés que merecen las formaciones cenozoicas, su estudio no fue el objeto de la exploración hecha, ni lo permitió el tiempo disponible. Serán estudiadas detalladamente en el cuadro de las labores de la Sección de Fotogeología. Por esta razón, nos referiremos a ellas brevemente.

### 1. FORMACION DEL CAUCA

Se visitó los afloramientos cerca de la desembocadura del río Aguacatal, en el río Cali. Ahí los estratos de la formación del Cauca se hallan fuertemente erguidos. Están formados por esquistos arcillosos rojizos y amarillentos, alternando con areniscas cuarzosas blancas y rosadas, con

vetas delgadas de lignito. Los granos de estas areniscas se ven al microscopio bastante angulares. Su composición, casi exclusivamente por granos de cuarzo, llama la atención, ya que no pueden haberse derivado del subsuelo de las diabasas, y tampoco pueden haber sufrido un transporte muy grande.

## 2. TERCIARIO SUPERIOR

Queremos atribuir esta edad a las arcillas esquistas y aún plásticas, que se presentan en el llano costanero, al salir de la Cordillera. No fueron observados fósiles o intercalaciones de lignito, ya que la falta de tiempo no permitió su estudio.

## VIII — OBSERVACIONES ESTRATIGRAFICAS Y TECTONICAS

Los conceptos acerca de la estratigrafía y tectónica se han expresado en el croquis y perfil geológico que van en el anexo.

El punto de partida para la determinación de la posición estratigráfica de las formaciones más antiguas, lo constituyen los escasos fósiles encontrados en las intercalaciones sedimentarias entre los derrames del Grupo Diabásico. Muy valiosos a este respecto son los fósiles encontrados por J. KEISER (1954, informe número 1046), en la vecindad de San Antonio (Municipio de Jamundí). Ahí los derrames diabásicos se hallan en una estructura monoclinial, en posición invertida. El ancho que alcanza la formación diabásica es aproximadamente de 12 kilómetros. Una intercalación de esquistos silíceos, más o menos en la parte media de esta formación, contiene *inoceramus peruanus* BRÜGGEN, que caracteriza el Coniaciano Inferior y Medio. Luégo, en un nivel superior, se encontraron foraminíferos, característicos para el Coniaciano. En la parte inferior del Grupo Diabásico las interposiciones sedimentarias son muy escasas; su edad todavía no se ha establecido. Otra indicación a este respecto suministra GROSSE (1926), quien encontró en la "formación porfirítica" de Antioquia, amonitas, trigonias y otros moluscos del Barremiano y Aptiano. Luégo H. BÜRGL (1954), concedió una edad Daniana a una roca procedente del "Cretácico porfirítico" del Departamento de Nariño.

Es muy probable que la actividad volcánica diabásica no continuó hasta el mismo tiempo geológico en todas las partes del Occidente andino; tal vez se extinguió más tarde en la parte occidental del Occidente andino. Así, GANSSER menciona diabasas de la isla Gorgona, las cuales se relacionan geológicamente con la Cordillera de la Costa; estas diabasas deben tener edad post-eocena, a juzgar por algunos contactos con rocas calcáreas y fosilíferas.

Resumiendo, se puede presumir que el Grupo Diabásico abarca gran parte del Cretáceo, tal vez sólo con la excepción del Cretáceo más inferior.

Datos en cuanto a la edad del Grupo del Dagua infrayacente, faltan completamente. Teniendo en cuenta su gran magnitud, este Grupo debe abarcar en todo caso gran parte, o el total, del Jurásico, y se extiende probablemente hasta el Cretáceo Inferior. Un examen micropaleontoló-



gico de las liditas, podría llevar en el futuro a una determinación más exacta. La presencia de radiolarios en tales liditas, ya se mencionó en el capítulo correspondiente. Igualmente, fue tratada la litología de este conjunto.

El desarrollo de la facies permite una subdivisión en la siguiente forma:

- Miembro silicificado.
- Miembro arcilloso-tobáceo.
- Miembro calcáreo.
- Miembro grafitico.

Interesante es la facies calcárea, que rige claramente por un intervalo considerable. Indudablemente puede servir como guía estratigráfica en exploraciones futuras de esta región. STUTZER se refiere también a calizas en la "formación esquistosa" que él distinguió a lo largo del trayecto del ferrocarril. Desgraciadamente él no tuvo ocasión de visitar los afloramientos.

En el "miembro arcilloso-tobáceo" se hacen sentir los precursores de la actividad volcánica. Se observan intercalaciones de derrames diabásicos en medio de los esquistos pizarrosos y cloríticos. Llama la atención que el aspecto microscópico de tales diabasas recuerda inmediatamente el de los derrames anotados en La Línea y en la pendiente occidental de la Cordillera Central. Es decir, se aprecia una igual trituración de los componentes mineralógicos en estos derrames. Anteriormente ya mencionamos que la actividad volcánica no sólo se advierte en tales derrames, intercalados, sino que igualmente se refleja en los esquistos verdes, cuya materia prima han constituido, por lo menos en parte, tobas diabásicas, las cuales tal vez se derivaron de una fuente más lejana.

Con alguna reserva, queremos concluir, que durante el desarrollo geosinclinal, la facies marina del "miembro grafitico" se volvió menos profunda, dando origen a sedimentos calcáreos. Más o menos al mismo tiempo se advierten los precursores de la actividad volcánica. Después, gradualmente logró profundizarse la cuenca geosinclinal, y el hundimiento debe haber sido muy considerable durante las extrusiones del Cretáceo.

En cuanto a la constitución tectónica de la sección examinada, se puede observar lo siguiente: la posición de los estratos indica la existencia de una estructura sinclinal de gran importancia en la vecindad de La Elsa. La estructura está fallada, y se manifiesta más bien como una falla. El flanco oriental de dicha estructura está fracturado en unos bloques y escamas grandes, en los cuales el Grupo del Dagua alcanza a asomar debajo del Grupo Diabásico. También se advierten bloques, cuyo desplazamiento vertical parece reducido, de modo que no permiten aflorar los esquistos infrayacentes; un ejemplo lo encontramos en la falla, que sigue de El Salado hacia el Norte. El hundimiento oblicuo de un bloque puede causar, que dichos esquistos afloren sólo en una cierta distancia reducida, o en cambio, que la faja de esquistos se ensanche. Dicha constitución tectónica se refleja también claramente en la morfología, precisamente en el notorio curso S-N de los ríos Dagua y Jordán, la quebrada Almorzadero, y los ríos El Engaño y Dagua, los cuales siguen obviamente las fallas.

Aunque no se deja comprobar por el momento, parece muy probable que más al Este se desarrolla una estructura anticlinal, que culmina en alguna parte cerca de La Cumbre, y por la cual se doblaron los derrames diabásicos. Así, se puede suponer a base de la constitución tectónica, que los derrames son de edad más antigua a medida que se alejan del río Dagua y del río Jordán. Por otro lado, parece probable que los derrames en contacto con el terciario inferior (está dibujado esquemáticamente en el perfil), son más modernos, que los situados al W.

Ojalá en las futuras exploraciones se encuentren fósiles; especialmente las liditas ofrecen buenas perspectivas. Luego, faltan muchas observaciones en el terreno para precisar el desarrollo tectónico. El presente estudio sólo pretende ser una guía para facilitar las investigaciones futuras.



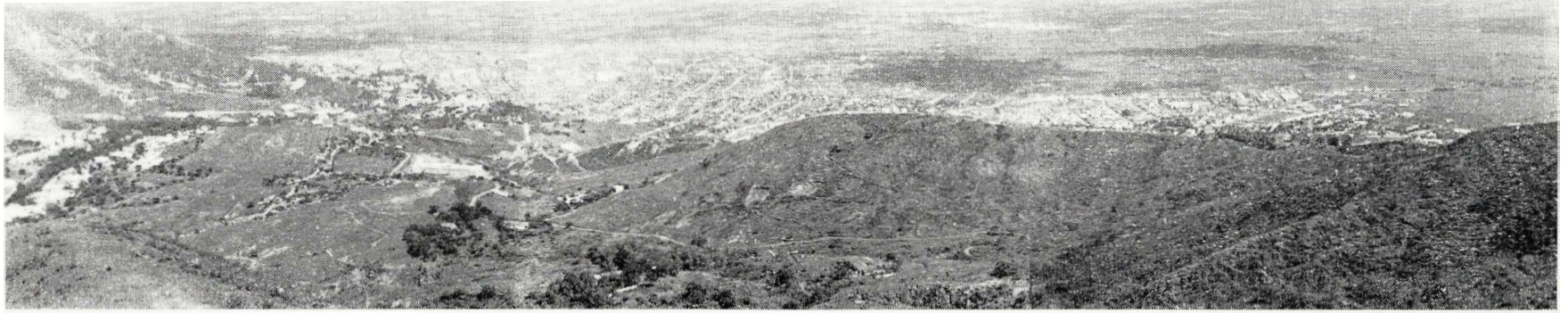


Foto 1. — Vista panorámica del Valle del Río Cauca, con la ciudad de Cali, al pie de la Cordillera Occidental. Los charcos en el fondo son antiguos meandros cortados.

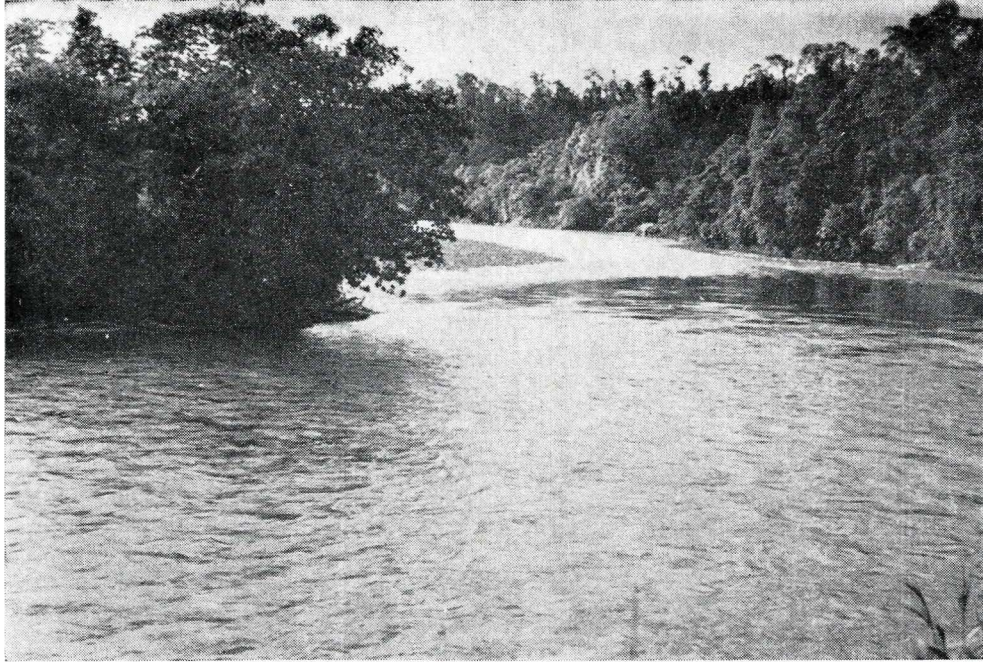


Foto 2.—El río Anchicayá, poco después de su salida de la Cordillera, en el llano costanero. Los ríos que nacen en la vertiente occidental son más caudalosos que los de la vertiente opuesta, que es más estrecha.



Micacita, con cristales prismáticos de andalusita, completamente alterada a sericita. ( $\times 40$ ).



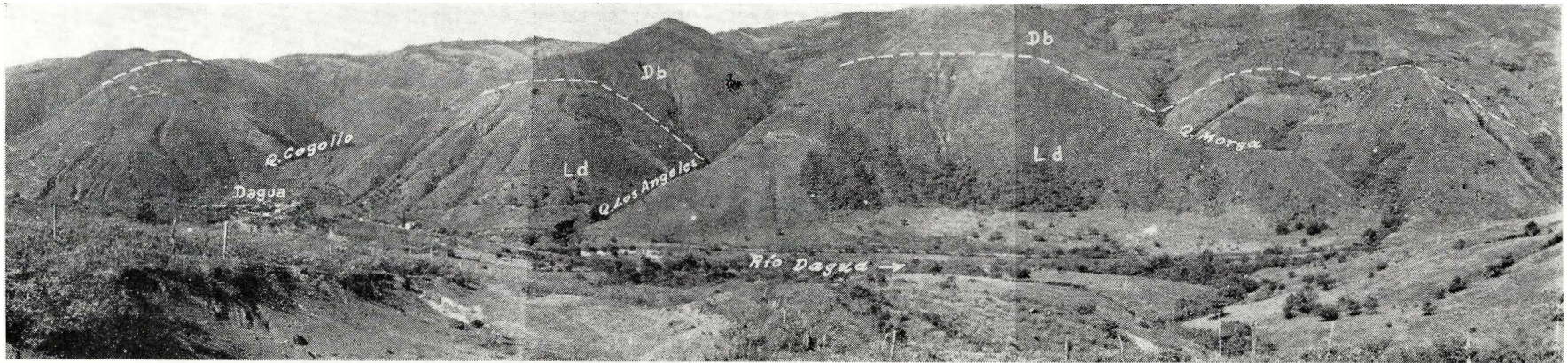


Foto 3. — Margen izquierda del río Dagua, con la misma población. La gráfica muestra el Grupo Diabásico (Db), reposando sobre las liditas del Grupo del Dagua (Ld). Las diabasas vuelven a aflorar a la orilla derecha del río Dagua, separadas del Grupo del Dagua por una falla, que sigue el lecho de este río.



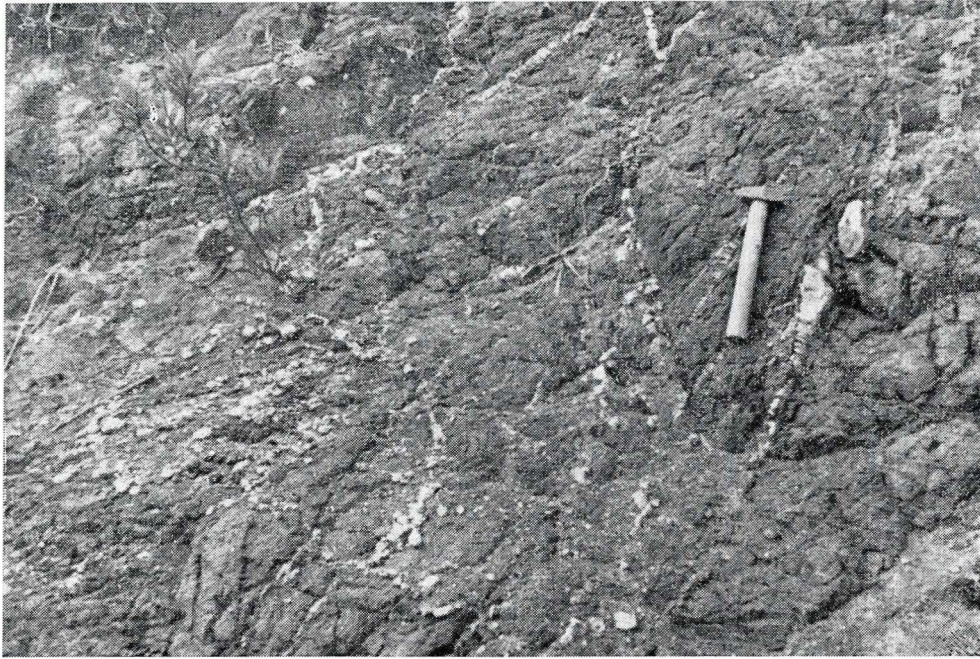


Foto 4.—Laterita, formada “in situ” por la meteorización química de las diabasas. Se distingue todavía la estructura de la roca original. Las diaclasas antiguas se han rellenado por cuarzo. Camino de las Tierras Blancas.

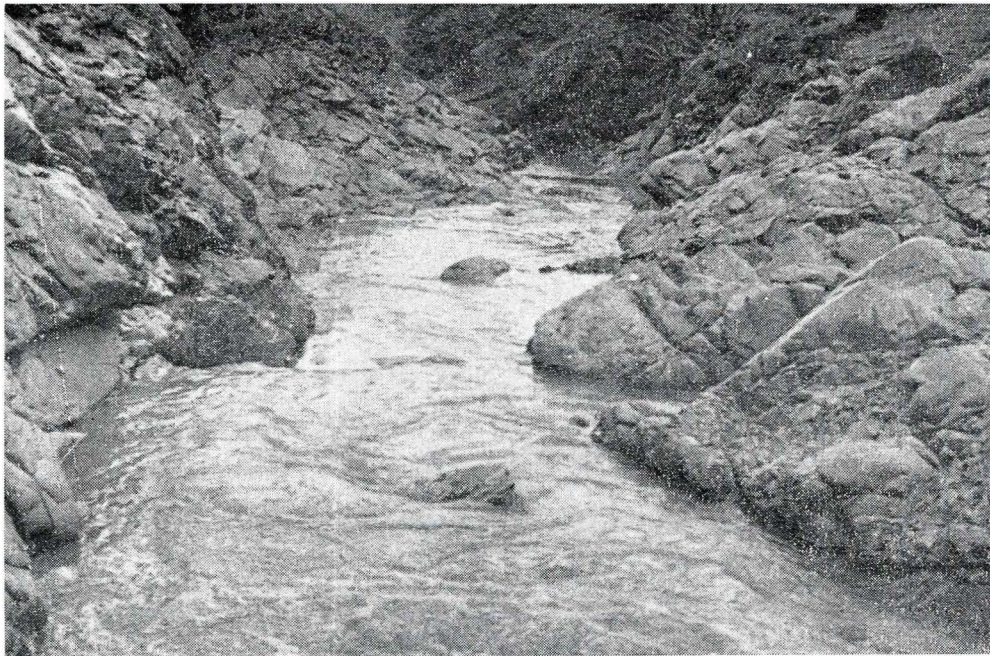


Foto 5.—Aspecto de los afloramientos magníficos, que ofrece la quebrada El Cabuyal.





Foto 6. Contacto entre las litas (con navaja) y diabasa esquistoseada. Margen derecha del río Aguacatal, cerca de Cali.



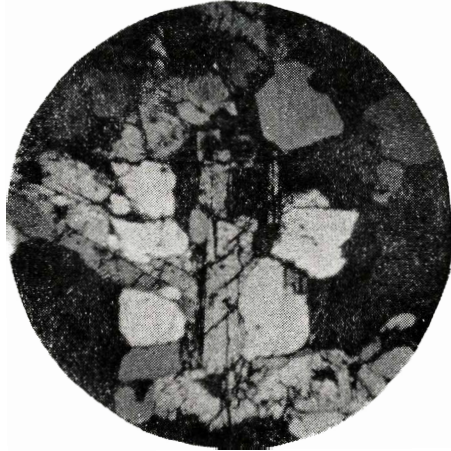
Foto 7.—El río Danubio, cerca de la desembocadura en el río Anchicayá, con planta auxiliar hidroeléctrica.

Microfoto de la estructura ofítica, que predomina en la mayoría de las diabasas. Cristales prismáticos de plagioclasa forman un retículo, relleno por augita. ( $\times 40$ )



Microfoto de una diabasa, en donde la augita se desarrolló en la forma de "gavillas de trigo". ( $\times 40$ ).





Microfoto de una diabasa (Hu-61), en la cual la plagioclasa está parcialmente sustituida por cuarzo. ( $\times 40$ ).

Microfoto de otra parte de la misma muestra (Hu-61). Los efectos de la propilitización han afectado casi toda la roca. El mosaico de cuarzo se asemeja mucho a la estructura de cuarzitas. ( $\times 40$ ).

