

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

CALIZAS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

(con 5 figuras en el texto)

POR
GILBERTO MANJARRES FONTALVO

INFORME 1304

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA - 1960

CONTENIDO:

	Págs.
RESUMEN ...	35
INTRODUCCIÓN	37
CONSIDERACIONES PRELIMINARES	41
LA ALTIPLANICIE DE POPAYÁN ...	41
Rasgos topográficos ...	41
Clima — Vegetación — Economía ...	42
ROCAS SEMIMETAMÓRFICAS, ÍGNEAS Y SEDIMENTARIAS	42
Jurásico	42
Cretáceo	42
Terciario ...	44
Cuaternario ...	44
Cuerpos intrusivos pre-pliocénicos ...	44
ESTRUCTURA ...	45
HISTORIA GEOLÓGICA	45
GEOLOGÍA ECONÓMICA ...	46
Calizas de La Tetilla ...	46
Caliza de Pitayó ...	46
RECOMENDACIONES	49
CONCLUSIONES ...	49

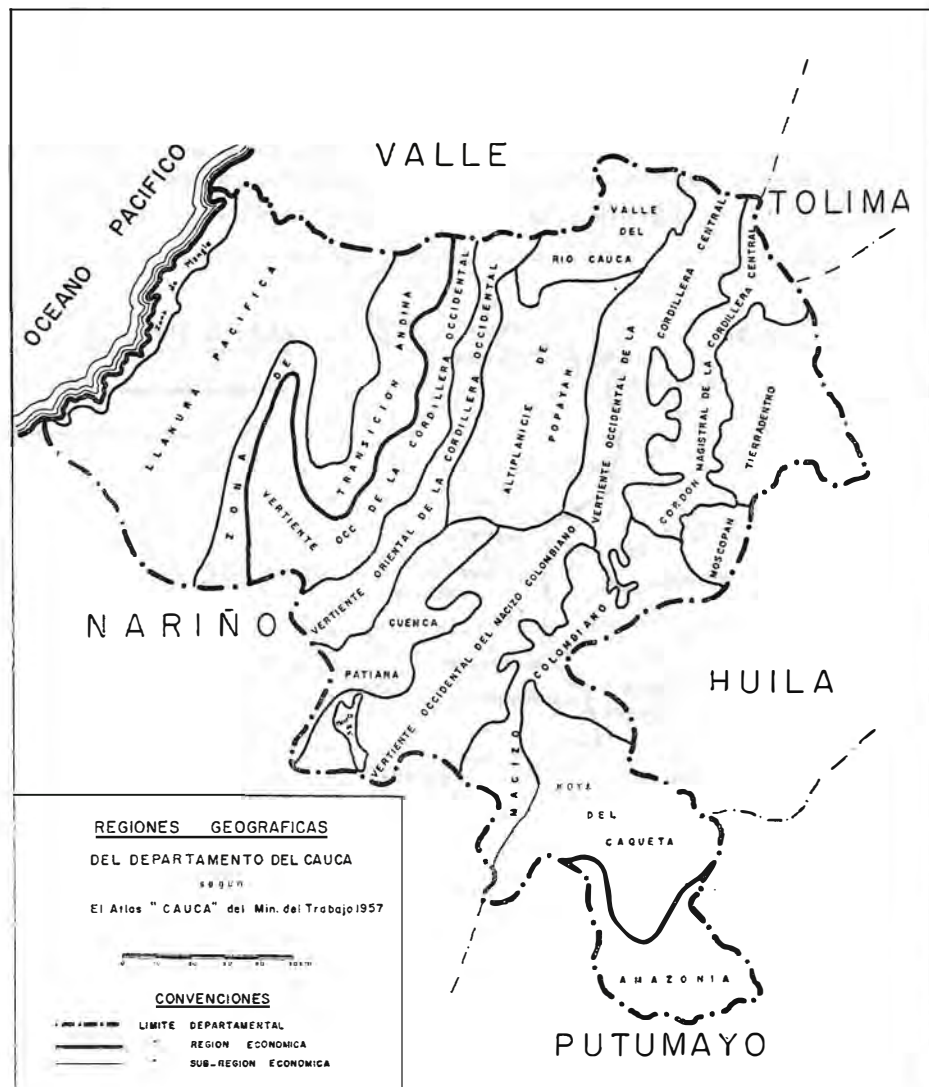
RESUMEN

En este informe se hace una presentación inicial de la altiplanicie de Popayán, con su relieve ondulado y surcado, su clima suave y semiseco, su vegetación de pastos y bosques, y su economía esencialmente ganadera y agrícola; luego se describen las rocas del subsuelo, en su composición y en su estructura, y se narra su evolución geológica. Todo ello para descifrar la naturaleza de sus suelos, que se definen como un producto arcilloso de origen volcánico, denso, poco descompuesto y muy ácido. También para llegar a la comprobación de que en toda la extensión de la altiplanicie no hay yacimientos calcáreos suficientes que puedan usarse para mejorar la poca fertilidad de sus suelos.

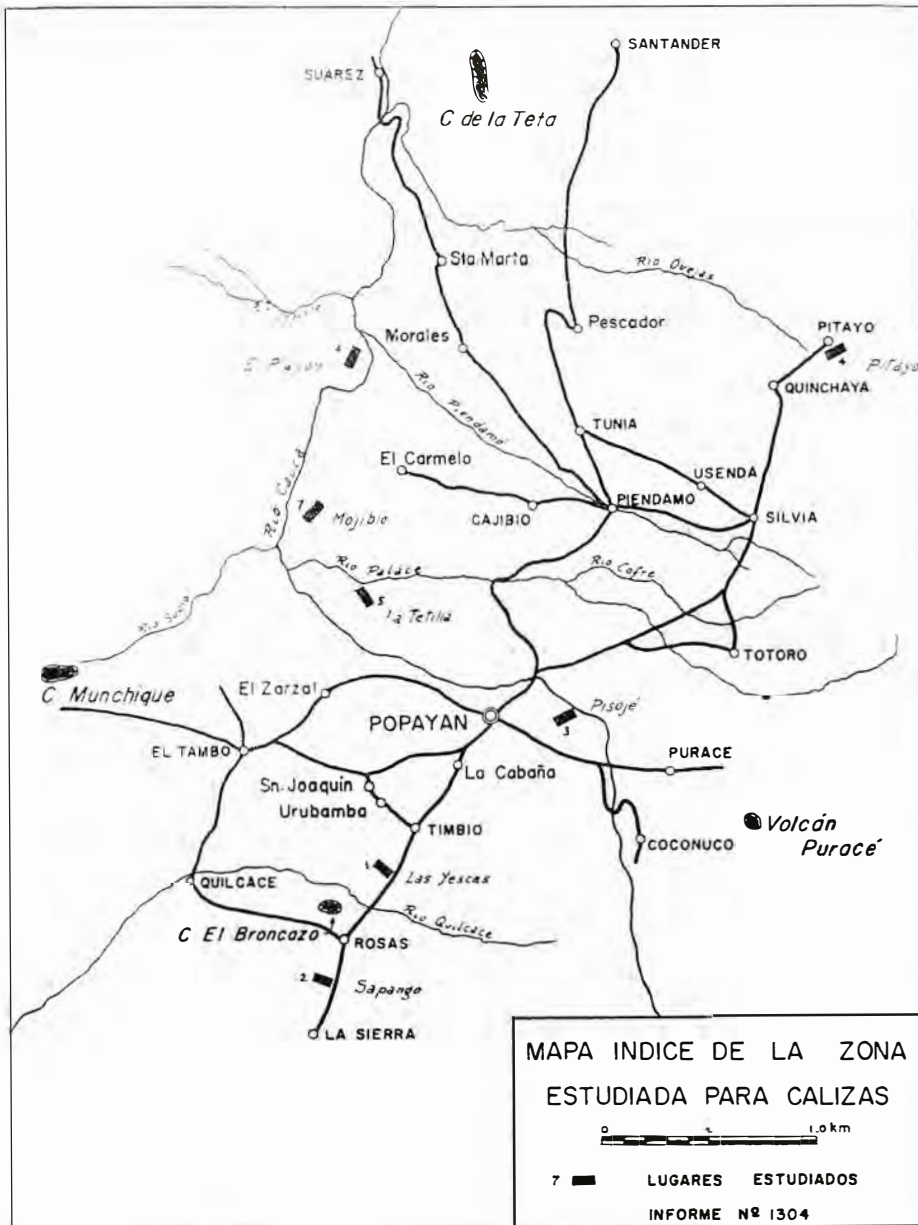
En segundo término, se propone explotar el mármol de Pitayó para este fin, dadas su buena calidad, sus crecidas reservas y su sencilla minería de cielo abierto. Como sistema de beneficio se aconseja calcinar la caliza en hornos adecuados para producir cal viva, producto de acción rápida, bien indicado para este tipo de suelos.

Finalmente, se insinúa erigir el montaje de los hornos en el propio caserío de Pitayó, a solo 50 kilómetros de la población de Piendamó, que queda muy cerca de los centros carboníferos, y con una buena comunicación con los mercados de consumo.

iniciales sostenidas en la Secretaría de Agricultura se convino explorar solamente los yacimientos de la altiplanicie cercanos a Popayán, porque a priori se sabía que el costo del transporte haría antieconómicas algunas canteras lejanas aunque geológicamente fuesen favorables. En esta forma quedaron descartadas del estudio las calizas eocenas de la Llanura Pacífica (Timbiquí); las calizas dolomíticas de la vertiente occidental del Macizo Colombiano (Bolívar); las calizas cristalinas de la vertiente occidental de la Cordillera Central (Corinto, Jambaló, Miranda, Toribío), a excepción de la de Silvia; y las calizas cretáceas del Territorio de Tierradentro (Páez) (fig. 2).



Sobre las calizas de la altiplanicie de Popayán el Servicio Geológico Nacional ha elaborado algunos estudios (fig. 3). Uno de los más recientes es el del geólogo doctor Alberto Sarmiento Alarcón, quien en su informe titulado "Comisión para localizar caliza en el Departamento del Cauca" (1950), concluye:



1ª “Estudiadas las localidades Las Yescas, Sapongo y PISOJÉ, se aconseja no explotarlas porque a causa de la escasez de mineral y las dificultades de explotación el laboreo para su extracción se haría muy costoso, y, además, la cantidad extraída sería muy por debajo de lo que actualmente se necesita”.

2ª “El sitio de La Tetilla fue explorado superficialmente sin que por la naturaleza del trabajo se hubiera podido diagnosticar la potencia del yacimiento”.

3ª “En la región de Pitayó se estudió un yacimiento cuyas reservas reales se calcularon en unas 12.500.000 toneladas. Por las cifras anotadas anteriormente se aconseja que se explote el yacimiento”.

Anteriormente HUBACH & ALVARADO (1931-1932) exploraron los bancos calcáreos de El Playón y de Mojibío. Sus conceptos son los siguientes:

“El yacimiento de Mojibío representa una veta de 0.60 a 0.20 metros de grueso, colocada entre andesita. Su origen es termal. Su valor comercial es muy reducido y apenas serviría para abastecer los usos domésticos locales”.

“Aparte del carbón se halla, en El Playón, material de hierro (limonita), de manganeso y también de cal”... “Como complemento de la industria siderúrgica en pequeña escala que se puede levantar en El Playón se presentan la cal y el manganeso, en cantidades que no son grandes pero que abastecen perfectamente las necesidades de una ferrería”.

De esta manera, en la altiplanicie de Popayán sólo se insinuaba como prometedora la ocurrencia de caliza cristalina en el paraje La Mina, Vereda La Tetilla, Inspección Las Mercedes, quince kilómetros al NW de Popayán. Todo el interés se enfocó en este sitio, bien localizado y de fácil acceso. Sin embargo, las investigaciones adelantadas bien pronto comprobaron la pequeña extensión de los estratos calcáreos. Fue obligatorio entonces extender las pesquisas hacia las estribaciones cercanas de la Cordillera Central y verificar la conveniencia de explotar el yacimiento de Pitayó. Comprobadas sin lugar a dudas las reservas de caliza allí existentes, y descartada toda posibilidad de hallar productos calcáreos apreciables en la extensa altiplanicie, quedaba por establecer el mejor sistema de beneficio aplicable a la caliza de Pitayó. Esto implicaba un reconocimiento de los suelos, de su constitución físico-química y de su ambiente natural. Para definir éstos fue necesario observar la topografía de la región, el clima, la vegetación, la litología, la estructura y la evolución geológicas, capítulos que de manera sucinta se consideran en este informe.

La base topográfica usada pertenece al mapa fotogeológico de Popayán a escala de 1:100.000, elaborado por J. Keizer; en general, la geología es la misma, con algunos cambios de poca importancia.

Referente a Pitayó se hace uso del mapa topográfico que aparece en el trabajo de Sarmiento A. Se ha puesto la geología y se han introducido modificaciones secundarias.

El doctor Fernando Paba Silva, Director del Servicio Geológico Nacional, y el doctor Roberto Wokittel, Jefe de la Sección de Geología Económica del mismo Servicio, leyeron el manuscrito y sugirieron valiosas observaciones que el autor agradece de la manera más sincera.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

El 36.0% de la extensión del Departamento del Cauca está dedicada a la producción agropecuaria, con un marcado predominio de la ganadería sobre la agricultura. Los suelos cultivados están ubicados principalmente en el valle del río Cauca, en la altiplanicie de Popayán, en la cuenca del Patía y en la vertiente occidental de la Cordillera Central.

Si se omiten los suelos de vertiente, es fácil comprobar que el terreno plano arable con tractor de rueda, de oruga, o por tracción animal, apenas alcanza a la cifra de 55.000 hectáreas, distribuídas aproximadamente así: Cajibío, 10.000 hectáreas; Popayán, 15.000 hectáreas; Patía, 30.000 hectáreas.

La mayor parte de estos suelos tienen una fertilidad baja, especialmente los de la altiplanicie de Popayán y los de la cuenca del Patía, que tienen una participación densamente arcillosa, carecen de agua de riego y manifiestan una acidez muy alta. Se estima que para corregir estas deficiencias es preciso agregar cal quemada en la proporción de una tonelada por hectárea, lo que implicaría disponer de $1 \times 55.000 = 55.000$ toneladas mínimas para atender las necesidades de la región. Asumiendo una aplicación anual y adoptando un período de diez años para la amortización del capital invertido en la explotación, resulta que el yacimiento ideal que necesita el Departamento del Cauca debe tener una cabida de 577.500 toneladas de cal quemada ($55.000 \times 1.5 = 82.500$ para el primer año, y $55.000 \times 1 \times 9 = 495.000$ para los nueve años siguientes), o sean:

$$\begin{array}{r} 577.500 \times 100 \\ 56 \end{array} = 1.031.250 \text{ toneladas de material calcáreo.}$$

LA ALTIPLANICIE DE POPAYAN

Rasgos topográficos.

El valle de la hoya del Cauca que se extiende desde Timbío a Quilichao pertenece a la provincia fisiográfica de la altiplanicie de Popayán, una superficie ondulada y transversalmente surcada que se eleva a 1.750 metros sobre el nivel del mar. Por el Oriente y por el Sur esta superficie asciende en escalones hasta alcanzar alturas de 2.000 y más metros en el piedemonte de la Cordillera Central. Se define así una ligera inclinación hacia el Norte y el Oeste que orienta la red hidrográfica del Cauca, primero transversalmente hasta los contrafuertes de la Cordillera Occidental y, luégo, paralelamente a ellos.

En la mitad de la altiplanicie, y rompiendo su monotonía, se levanta un eslabón de colinas de dirección N-E entre los ríos Cauca y Palacé. El alto más llamativo es el de La Tetilla, con una altura máxima de 1.890 metros, y desde el cual se domina el paisaje en toda su extensión: por el N surge el dintel de Suárez con sus cerros La Teta, Chapa y Munchique; por el S se levanta la serie de cuchillas a que pertenece el cerro Broncaso; por el Oeste emerge la Cordillera Occidental con el dominante Munchique; en fin, por el E se extiende la Cordillera Central con su Sierra Nevada de los Coconucos, dentro de la cual es majestuoso el volcán de Puracé.

Clima - Vegetación - Economía.

El relieve así descrito se extiende desde los 1.700 metros hasta alturas de 2.200 metros sobre el nivel del mar. Si seguimos el principio de la escala inversamente proporcional entre la altura y la temperatura, queda definido para la altiplanicie un clima templado, con temperatura no inferior a los 17 grados, de ambiente suave y semiseco, precipitación pluvial y presión barométrica normales, y con vientos regulados por las cimas circundantes. La vegetación correspondiente pertenece al tipo de los pastos naturales, los bosques secundarios y los robles, y la economía se basa en el cultivo del café, la caña de azúcar, el plátano, y la cría de ganados vacuno y caballar.

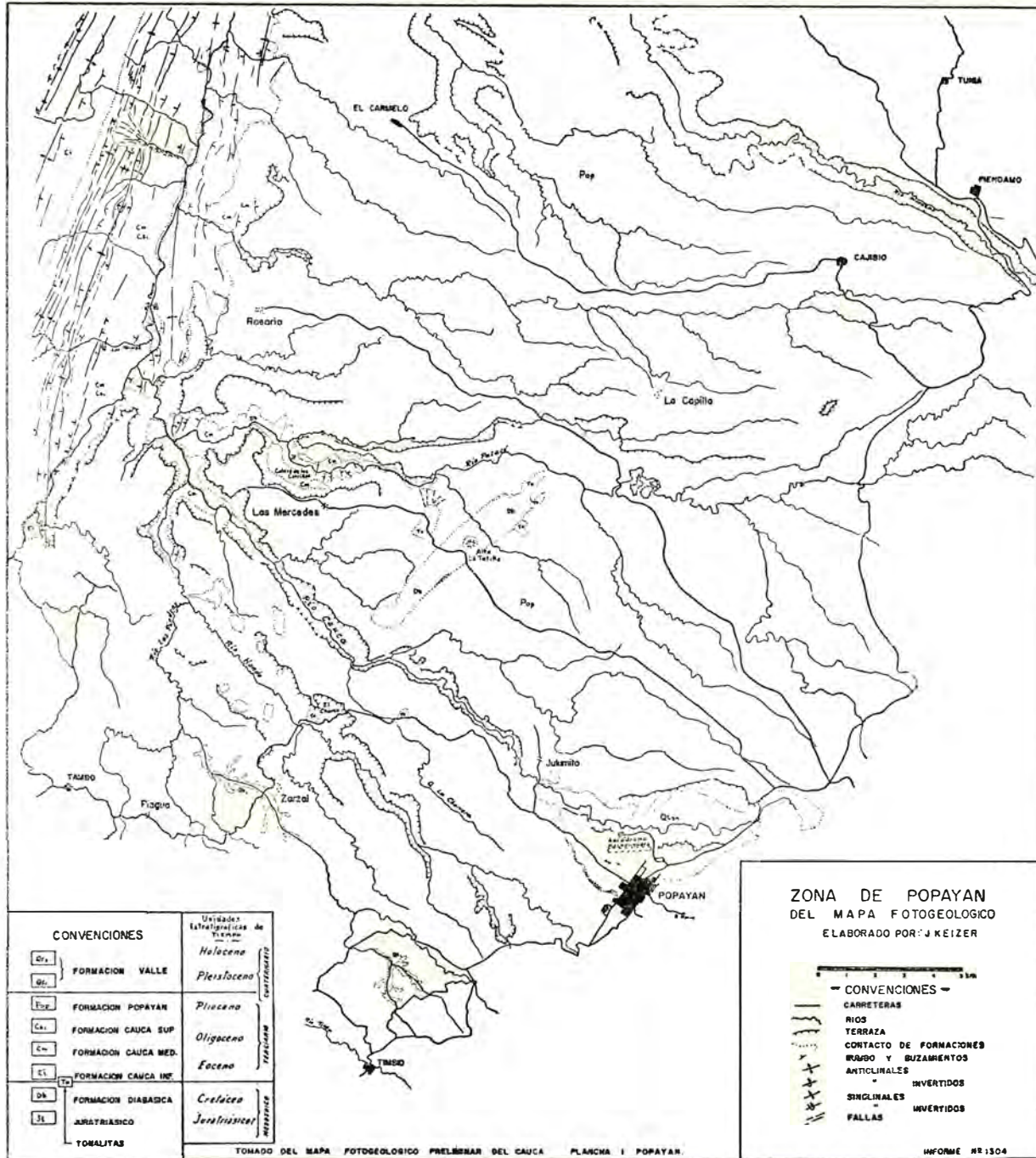
ROCAS SEMIMETAMORFICAS, IGNEAS Y SEDIMENTARIAS

Jurásico.

Las rocas más antiguas de la altiplanicie están expuestas en el eslabón de La Tetilla y pueden observarse muy bien a lo largo del cauce del río Palacé, especialmente al N de Las Mercedes (fig. 4). Consisten en esquistos arcillosos y grafiticos de color negro, con intercalaciones calcáreas y silicosas. Están muy fracturadas, con venas de cuarzo relleno las fracturas, según la estratificación y diagonalmente. Su deformación ha sido también intensa, de tal modo que las intercalaciones calcáreas y silicosas localmente adquieren apariencia lenticular. La deformación tiene carácter andino, pues el rumbo general es N 5-10 E y el buzamiento moderado, con valores de 45 grados. El contacto inferior no aflora; el superior lo forman diabasas aparentemente concordantes de edad cretácea.

Cretáceo.

Concordantemente sobre los esquistos arcillosos jurásicos del eslabón de La Tetilla sigue una potente sucesión de flujos volcánicos que afloran también a lo largo del río Palacé, en donde se hallan velados por capas terciarias. Estas rocas básicas muestran la textura ofítica típica de las diabasas de la Cordillera Occidental, en donde NELSON (1954) las identificó, con intercalaciones lidíticas que atestiguan su naturaleza submarina.



Una diabasa metamórfica constituye el núcleo del eslabón de La Tetilla, que está muy bien expuesta en el Alto del mismo nombre, llamado así por su peculiar morfología. Aparentemente esta diabasa parece atravesar rocas más antiguas, dando la impresión de representar un cuerpo intrusivo de pequeñas proporciones.

Terciario.

Los estratos del Terciario Inferior (Eoceno-Oligoceno) están confinados principalmente al pie de la Cordillera Occidental, en donde se revelan como una estructura tectónica bien definida. Una extensión de estos estratos penetra a lo largo de los valles principales. En el río Palacé estas capas transgreden sobre el Jurásico y el Cretáceo. Allí consisten en arcillas esquistosas rojizas y amarillentas y bancos de areniscas. Su facies es típicamente paludal y lacustre, aun cuando no se descarta la posibilidad de incluir capas marinas a juzgar por la presencia de estratos calcáreos en el área de El Playón. HUBACH (1931).

Pero indudablemente la casi totalidad del terreno de la altiplanicie está formado por gredas pardas y rojizas con inclusiones guijarrosas, especialmente observables en los cortes de la autopista Popayán-Cali. Notable es el afloramiento al pie de la planada El Tablazo, en donde hay expuestos por lo menos 30 metros de este producto laterítico, resultado de la descomposición de aglomerados y tobas volcánicas.

Hacia las gradas de ascenso de la Cordillera Central este material yace encima de aglomerados, conglomerados y bancos andesíticos. El afloramiento localizado en terrenos del Club Campestre de Popayán es un excelente banco de lava, hoy en explotación para fines ornamentales.

Las gredas guijarrosas, los conglomerados, los aglomerados y los flujos volcánicos andesíticos caracterizan a la formación Popayán, de edad pliocena, sede de la ciudad ilustre.

Cuaternario.

La acción erosiva del río Cauca ha labrado terrazas en el material de la Formación Popayán. El aeródromo de Machánguara está localizado en una de estas terrazas, que se eleva pocos metros sobre el nivel del río Cauca, y es testigo de los solevantamientos pleistocenos.

Terrazas bajas y aluviones arcillosos holocenos se observan repartidos sobre las vegas del río Cauca y sus afluentes.

Cuerpos intrusivos pre-pliocénicos.

Flanqueando por el Oeste al núcleo del eslabón de La Tetilla se presentan rocas intrusivas de naturaleza tonalítica, muy descompuestas superficialmente. El mejor afloramiento ocurre a lo largo de la carretera Popayán-Las Mercedes a manera de un filón alargado de dirección nordeste. La descomposición ha dado lugar a la formación de depósitos locales de caolín. Una facies porfirítica, que pudiera clasificarse como dacita, aflora en el cerro más septentrional de la serie que integra el cordón de La Tetilla.

ESTRUCTURA

Las capas jurásicas y probablemente también las cretácicas están inclinadas hacia el Occidente. Igual actitud tienen estas mismas capas más al N, en la región de Dagua. MANJARRÉS FONTALVO, G. (1958). Todo indica que la estructura general es un bloque monoclinial tendido hacia el Oeste. Pero este bloque también está fallado longitudinal y transversalmente, lo que se deduce de la gran diferencia altimétrica entre los afloramientos jurásico-cretácicos de la Cordillera Occidental y los de la altiplanicie de Popayán.

Los estratos del Terciario inferior reposan discordantemente sobre las rocas más antiguas y están erguidamente plegados; ellos definen un perfecto sinclinatorio, limitado aparentemente hacia los bordes por fallas de cabalgadura.

Las capas pliocénicas de la Formación Popayán se extienden en posición horizontal o ligeramente inclinadas, y yacen en discordancia sobre las rocas anteriores.

HISTORIA GEOLOGICA

El mar jurásico también cubrió la altiplanicie de Popayán. Se depositaron al principio sedimentos arcillosos. Cambios isostáticos alteraron la profundidad marina y determinaron la acumulación de sedimentos calcáreos. El mar se fue profundizando, quizá por efectos tectónicos, quizá por movimientos isostáticos, quizá por ambos.

Al iniciarse el Cretáceo, la altiplanicie era parte de un gran geosinclinal, el geosinclinal andino occidental. Aquí se acumularon grandes cantidades de material diabásico a lo largo de un período de volcanismo muy activo, el cual tuvo intervalos de quietud durante los cuales se depositaron capas normales de lilitas.

Hacia finales del Cretáceo, el mar se retira, la altiplanicie emerge, y se inicia una etapa de denudación que nivela el paisaje. Algunas colinas, sin embargo, quedaron como montes testigos en el eslabón de La Tetilla.

El Eoceno y el Oligoceno son arcillosos y areniscosos, lo que revela un paisaje costanero, lacustre y paludal: el mar estuvo cerca y probablemente tuvo una entrante que llegó hasta El Playón.

Durante el Mioceno el mar se ha retirado por completo de la altiplanicie, al culminar el ciclo emergente que da origen a la Cordillera de los Andes y que viene acompañado por intrusiones tonalíticas y extrusiones andesíticas.

El Plioceno es completamente volcánico y continental. El volcán Puracé arroja incesantemente sus productos y empareja el relieve circundante, que adquiere su aspecto típico de llanura.

Durante el Pleistoceno tuvo lugar un ascenso de la región que se verificó en varias etapas, marcadas por estacionamientos y descensos, como lo atestiguan las varias terrazas que el río Cauca ha labrado en las tobas volcánicas andesíticas de la Formación Popayán.

GEOLOGIA ECONOMICA

Calizas de La Tetilla.

Las investigaciones anteriores realizadas por el Servicio Geológico Nacional en la altiplanicie de Popayán daban albergue a la suposición de que en la vereda Cerrillos, a lo largo del río Palacé había calizas de considerable importancia. Allí se visitaron dos afloramientos: el primero está indicado en el mapa geológico (fig. 4) con el nombre Calera de Los Cerrillos; el segundo está al este del anterior, a una distancia de 600 metros.

El primer afloramiento consiste en un bloque lenticular de caliza cristalina, limitado por esquistos arcillosos intensamente deformados. La caliza buza hacia el Noroeste, con inclinación de 45 grados. Su espesor es de unos diez metros, y la superficie expuesta puede estimarse en 40 metros cuadrados. El nivel del agua del río Palacé limita la parte inferior del afloramiento. Unos cinco metros encima de este nivel siguen esquistos sericíticos o filitas de edad jurásica en aparente concordancia. Más arriba y siguiendo la pendiente natural del terreno, siguen diabasas esquistosas y capas terciarias en un espesor aproximado de 150 metros. La faja de esquistos sericíticos tiene por lo menos 20 metros de espesor.

No se conoce la extensión horizontal del bloque calcáreo porque está velado por los esquistos y éstos por el Terciario. Su naturaleza estructural es lenticular, pero aceptando que formase un banco continuo entre los ríos Palacé y Cauca, lo que negamos categóricamente, habría que pensar en lo costoso de la explotación que tendría que afrontar una minería subterránea o la remoción de una inmensa cantidad de material estéril. Por esta consideración se rechaza enfáticamente la posibilidad de beneficiar económicamente la caliza cristalina de la calera de Los Cerrillos.

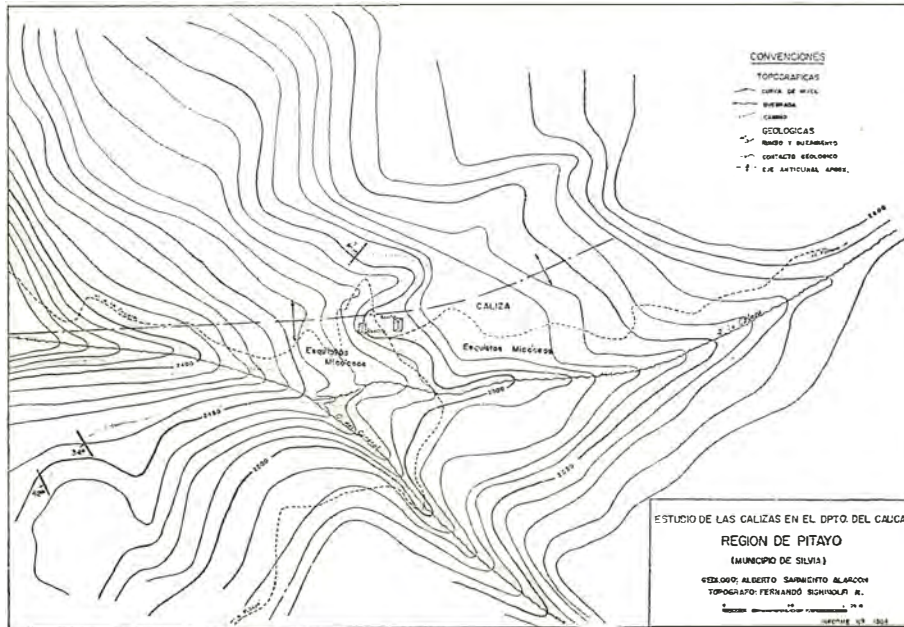
El segundo afloramiento visitado está formado por esquistos calcáreos intercalados en esquistos arcillosos. Las capas calcáreas son delgadas, de unos 10 centímetros de espesor y están alternadas con lilitas del mismo espesor que buzan suavemente hacia el Noroeste. Todo el conjunto está intensamente deformado y fracturado, con venas de cuarzo y de calcita rellenas las fracturas. Debido a esta deformación las capas calcáreas han sido comprimidas y aparentan forma lenticular. Uno de estos cuerpos lenticulares tiene allí un espesor de 5 metros y presenta una superficie de unos 50 metros cuadrados. La extensión trabajable económicamente es muy limitada y pronto habría que pensar en el abandono de la explotación por excesivo encarecimiento de los costos.

En resumen, puede afirmarse que los yacimientos calcáreos de La Tetilla no satisfacen las necesidades de cal agrícola del Departamento.

Caliza de Pitayó.

La caliza cristalina de Pitayó está ubicada al norte del caserío de este mismo nombre. Un camino de herradura de cerca de 4 kilómetros de largo conduce a ella, después de vadear dos corrientes importantes de agua, la del río Quintero y la de uno de sus afluentes: la quebrada Caracol.

A poco de abandonar el caserío se presenta la naturaleza petrográfica del subsuelo, que está formado por un conjunto potentísimo de esquistos micáceos en posición ligeramente inclinada hacia el WSW. Su estructura parece corresponder al flanco occidental de un anticlinal subplegado (fig. 5).



El intenso trabajo erosivo de la quebrada Caracol sobre este conjunto metamórfico expone una extensa intercalación calcárea de 15 m. de espesor, que los habitantes de la región explotan para sus necesidades. Tienen dos frentes de trabajo, y sobre la margen derecha de la quebrada han construido un horno en el cual usan leña para la producción de cal.

El material explotado es un mármol blanco que en partes exhibe un tinte de color grisáceo y representa la transformación epizonal de una sedimentación marina caracterizada por materiales calcáreos.

Análisis efectuados sobre esta caliza por el Laboratorio Químico Nacional arrojan porcentajes que van de 92.53% a 99.43% de carbonato de calcio, lo que garantiza un yacimiento de buena calidad, utilizable para muchos usos industriales.

La extensión total no ha sido establecida aún, pero la mensura realizada por el geólogo Sarmiento Alarcón permite establecer que hay allí una reserva total de 38.000.000 de toneladas, y que la reserva real, explotable a bajo costo, llega a 12.500.000 toneladas.

Además de su excelente pureza y de su grande extensión, el yacimiento tiene la gran ventaja de su magnífica exposición: erodado por la quebrada Calera, él expone un extenso frente de trabajo a lo largo del cual puede realizarse una intensa minería a tajo abierto.

Desde Pitayó se llega a la mina mediante un penoso caminar que dura 45 minutos. Pero el lugar puede hacerse fácilmente accesible mediante la construcción de una corta carretera que no tiene mayores problemas técnicos y que por lo mismo no sería muy costosa. El mayor costo serían las obras de arte sobre el río Quintero y sus pequeños afluentes.

El carreteable Pitayó-Silvia tiene sólo 20 kilómetros, pero se impone destinarle una inversión apreciable para mejorarlo y ponerlo en las condiciones en que hoy está la magnífica carretera de 28 kilómetros Silvia-Piendamó.

Estas obras y mejoras deben emprenderse, cuanto antes mejor, sea que se piense o no en el desarrollo industrial de esa región; porque lo que ganaría el Departamento con la incorporación de esos caseríos tiene un valor económico y social imponderable.

Aun cuando existe el proyecto de un desarrollo en grande escala para Pitayó, que incluye el establecimiento de una fábrica de cemento, con estudios completos realizados por técnicos extranjeros, hoy por hoy el interés primordial del Departamento está enfocado en la elaboración de cal con fines agrícolas.

La cal puede administrarse a los suelos como cal quemada o como cal molida. Esta es carbonato de calcio (CaCO_3), el cual se transforma en bicarbonato en presencia de un suelo saturado de ácido carbónico. Según A. J. Staffe, Técnico de la FAO, un litro de agua saturada de ácido carbónico disuelve 0.9 gramos de bicarbonato de calcio.

La cal quemada es óxido de calcio (CaO), el cual, debido a su gran higroscopicidad, se transforma rápidamente en el hidrato Ca(OH)_2 . Según el mismo autor, un litro de agua saturada de ácido carbónico disuelve 1.5 gramos de hidrato de calcio.

Como se ve, la disolución del Ca(OH)_2 es más rápida que la del $\text{Ca(HCO}_3)_2$. Por lo tanto, la cal quemada tiene un efecto más rápido y más fuerte que la cal molida.

El mismo autor citado afirma: "En general la cal quemada se indica para los suelos pesados". "La necesidad de cal por hectárea oscila según la acidez y puede ser calculada en las cantidades siguientes:

<i>pH.</i>	<i>Cal quemada.</i> (Toneladas por hectárea).	<i>Cal molida.</i> (Toneladas por hectárea).
4.5 - 5.0	1	4
5.1 - 5.5	0.75	3
5.6 - 6.0	0.50	2
6.1 - 6.5	0.25	1

"El primer encalado de un suelo ácido, el encalado de saneamiento, tiene que ser mayor (del 20 al 50%) del encalado anualmente repetido, el encalado de conservación".

Los suelos de la altiplanicie de Popayán son ácidos y tienen una constitución física muy densa. Especialmente los de Popayán están cubiertos por una capa húmica que contribuye a aumentar la acidez proveniente del material volcánico que les da origen. Es preciso mejorar estos suelos con un agente calcáreo de acción rápida y fuerte. La cal quemada tiene esta particularidad y por lo mismo se la recomienda para ser usada en el tratamiento de los suelos pesados de la altiplanicie de Popayán, que muestran pH de 4.8-5.0 (comunicación verbal del doctor Diógenes Almanza, Subsecretario de Agricultura del Departamento del Cauca). En esta forma, y aplicando los valores de A. J. Staffe, se tienen las siguientes necesidades de cal quemada:

Para el primer año, $55.000 \times 1.5 = 82.500$ toneladas; para nueve años siguientes, $55.000 \times 1 \times 9 = 495.000$ toneladas. Total en diez años, 577.500×100
 577.500 toneladas, que equivalen a $\frac{577.500 \times 100}{56} = 1.031.250$ toneladas de material calcáreo. Como en Pitayó hay reservas probadas por 12.500.000 toneladas, se deducen existencias para ciento veinte años.

RECOMENDACIONES

En desarrollo de este plan recomendamos lo siguiente:

- 1º Trazar y construir la carretera entre Silvia y las canteras de Pitayó.
- 2º Explotar las canteras a cielo abierto.
- 3º Montar el horno de calcinación al pie de las canteras.
- 4º Adelantar ensayos de aplicación de cal quemada a los suelos, a fin de de ir definiendo la dosificación correspondiente.

CONCLUSIONES

Como resultado de este estudio se consignan las siguientes conclusiones:

- 1ª Los suelos de la altiplanicie de Popayán son bastante ácidos, no tanto por la capa húmica que los cubre como por la naturaleza del subsuelo, que es de origen volcánico y andesítico.
- 2ª Para corregir esta deficiencia, en la altiplanicie no hay depósitos calcáreos que satisfagan sus necesidades. Los pocos yacimientos existentes son muy limitados y además no pagan su explotación.
- 3ª Hasta ahora el yacimiento más atrayente es el de Pitayó, con reservas probadas de 12.500.000 toneladas y a él debe consagrar el Departamento todo su interés.
- 4ª El desarrollo de estos territorios indígenas es conveniente no sólo desde el punto de vista económico sino también desde el social y el patriótico.

BIBLIOGRAFIA

- HUBACH & ALVARADO (1931).—*Informe geológico sobre la región de El Playón, Departamento del Cauca. Número 191.* Biblioteca Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- HUBACH & ALVARADO (1932).—“Estudios geológicos alrededor de Popayán”. *Informe número 205.* Biblioteca Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- MANJARRÉS FONTALVO, G. (1958).—“Minerales de Hierro en Cerros Chancos, Municipio de Dagua, Valle del Cauca”. *Informe número 1285.* Biblioteca Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- NELSON, H. W. (1954).—“Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental. Sección carretera Cali-Buenaventura”. *Informe número 1051.* Biblioteca Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- SARMIENTO ALARCÓN, A. (1950).—“Comisión para localizar calizas en el Departamento del Cauca”. *Informe número 711.* Biblioteca Servicio Geológico Nacional. Inédito.