

PETROGENESIS DEL BATOLITO DE IBAGUE

ALBERTO NUNEZ TELLO¹

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.	36
ABSTRACT.	36
1. INTRODUCCION	36
1.1. AGRADECIMIENTOS	36
2. GEOLOGIA REGIONAL	38
3. BATOLITO DE IBAGUE	39
3.1. PETROGRAFIA	39
3.2. ORIGEN Y SECUENCIA DE CRISTALIZACION	41
3.3. EDAD	42
4. SITUACION GEOLOGICA.	44
5. CONCLUSIONES	44
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44

1) Ingeominas

RESUMEN

El Batolito de Ibagué, de edad jurásica, es uno de los mayores cuerpos intrusivos aflorantes en el flanco oriental de la Cordillera Central de Colombia,

El plutón intruye rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas de edad precámbrica (?) hasta jurásica (?); su composición varía desde diorita hasta cuarzomonzonita, presentándose algunas zonas aplíticas. Mineralógicamente muestra variaciones irregulares, especialmente en lo referente al contenido de hornblenda y biotita.

La intrusión del batolito se enmarca, aparentemente, dentro de la fase inicial de un período complejo de deformación en la Cordillera Central.

ABSTRACT

The Batolito de Ibagué is one of the major intrusive bodies which outcrops in the eastern part of the Colombian Central Cordillera.

Metamorphic, sedimentary and volcanic rocks of Precambrian (?) to Jurassic (?) age were intruded by this Jurassic pluton. The batholith range from diorite to quartzmonzonite with aplitic zones. Mineralogically, it presents irregular variations, especially in hornblende and biotite contents.

The intrusion of the batholith took place, apparently, in an initial stage of a complex shear period within the Cordillera Central.

1. INTRODUCCION

Batolito de Ibagué fue el nombre dado por Nelson (1957) a uno de los mayores cuerpos ígneos intrusivos que se presentan en el flanco oriental de la Cordillera Central de Colombia.

Sus afloramientos se extienden desde el norte del Departamento del Tolima hasta un poco al sur de la localidad de La Plata (Huila), como se aprecia en el mapa geológico de Colombia (CEDIEL, et al., 1976a; ARANGO, et al., 1976). (Fig. 1).

En este sector, rocas metamórficas de edad precámbrica (?) y paleozoica (?), así como rocas sedimentarias y volcánicas del Paleozoico superior (?) y del Triásico - Jurásico, fueron intruidas durante el Jurásico medio-superior por la cuarzodiorita del Batolito de Ibagué.

El presente estudio describe la petrografía y otras relaciones del Batolito de Ibagué, entre la localidad de Armero y el Río Hereje (Tolima).

Esta publicación no pretende resolver problemas estructurales y estratigráficos del área, ya que ellos serán motivo de investigaciones posteriores.

1.1. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece las ideas e insinuaciones aportadas por los geólogos H. Lozano, H. Pérez y A. Murillo del Ingeominas y a todas las demás personas que en una u otra forma contribuyeron a la realización y publicación de esta investigación.

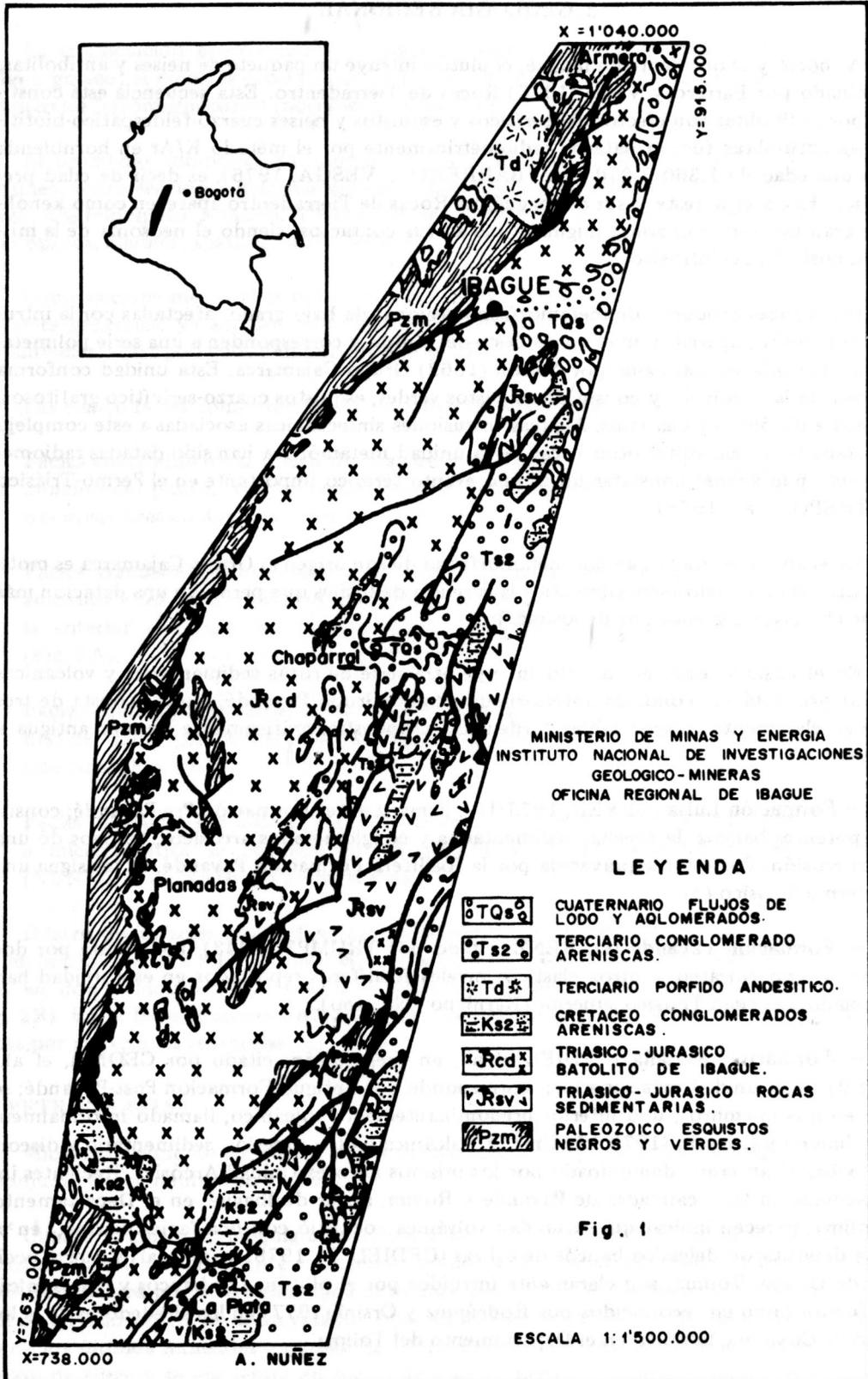


FIG. 1: Mapa geológico generalizado entre Armero (Tolima) y la Plata (Huila).

2. GEOLOGIA REGIONAL

Al norte y al occidente de Ibagué, el plutón intruye un paquete de neises y anfibolitas, denominado por Barrero y Vesga (1976) Rocas de Tierradentro. Esta secuencia está constituida por anfibolitas con efectos diaferíticos y esquistos y neises cuarzo-feldespático-biotíticos. Las anfibolitas fueron datadas radiométricamente por el método K/Ar en hornblenda dando una edad de 1.360 ± 270 m.a. (BARRERO Y VESGA, 1976); es decir de edad precámbrica. Hacia el noreste y sur de Ibagué, las Rocas de Tierradentro aparecen como xenolitos de gran tamaño, con zonas migmatíticas en sus contactos, siendo el neosoma de la misma composición del intrusivo.

Otras rocas producto de metamorfismo regional de bajo grado, afectadas por la intrusión del batolito, aparecen en el borde oeste del plutón y corresponden a una serie polimetamórfica, llamada en esta zona por Nelson (1962) Grupo Cajamarca. Esta unidad conforma el núcleo de la cordillera y consta de esquistos verdes, esquistos cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos anfibólicos y cuarcitas. Algunas intrusiones sintectónicas asociadas a este complejo polimetamórfico, así como otras rocas de la unidad metamórfica han sido datadas radiométricamente pudiéndose constatar un último evento térmico importante en el Permo-Triásico (RESTREPO, et al., 1978).

La edad de las rocas que por metamorfismo dieron origen al Grupo Cajamarca es motivo de discusión, debido esencialmente a la carencia de fósiles que permitan una datación más o menos precisa de la época de depositación.

En el costado este, el batolito intruye otra serie de rocas sedimentarias y volcánicas de edad pre-cretácea, conocida anteriormente como Grupo Payandé, el cual consta de tres unidades claramente diferenciables, ordenadas cronoestratigráficamente de más antigua a más joven así:

— **Formación Luisa** (GEYER, 1973:15), llamada antes Formación Pre-Payandé; consiste en potentes bancos de brechas sedimentarias y conglomerados arcóscos, testigos de una intensa erosión. Por estar suprayacida por la fosilífera Formación Payandé, se le asigna una edad Permo-Triásico (?).

— **Formación Payandé** (O. RENZ, citado por TRUMPY, 1943), compuesta por dos miembros, uno calcáreo y otros clástico; niveles fosilíferos reportados en esta unidad han confirmado una edad Triásico superior (Karniano - Noriano).

— **Formación Saldaña** (CEDIEL et al., en preparación; citado por CEDIEL, et al., 1976b:9), es la unidad más superior; corresponde a la antigua Formación Post-Payandé; se divide en dos miembros, uno inferior predominantemente volcánico, llamado informalmente por Jimeno y Guevara (1976:19) Unidad Volcánica y otro superior, sedimentario y discordante sobre el anterior, denominado por los mismos autores Unidad Arcósica. Recientes investigaciones en las localidades de Payandé y Rovira, al sur de Ibagué, en el Departamento del Tolima, parecen indicar que la unidad volcánica coexistió con una facies marina, en la cual se depositaron delgados bancos de calizas (CEDIEL, F., 1978; com. oral) y que al occidente de Ortega, Tolima, son claramente intruidos por el plutón. Los bancos y lentes calcáreos, fueron también reconocidos por Rodríguez y Orsini (1977) en los alrededores de la localidad de Coyaima, también en el Departamento del Tolima.

La espesa cubierta sedimentaria del Cretáceo y del Terciario del Valle del Río Magdalena, así como depósitos recientes cubren discordantemente el batolito.

3. BATOLITO DE IBAGUE

La composición predominante del intrusivo es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

El promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Núñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6% hornblenda, 4% biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, allanita, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies (Fig. 2A); dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si así podemos denominarlas (Fig. 2B).

Las cuatro facies composicionales, en orden de predominio son:

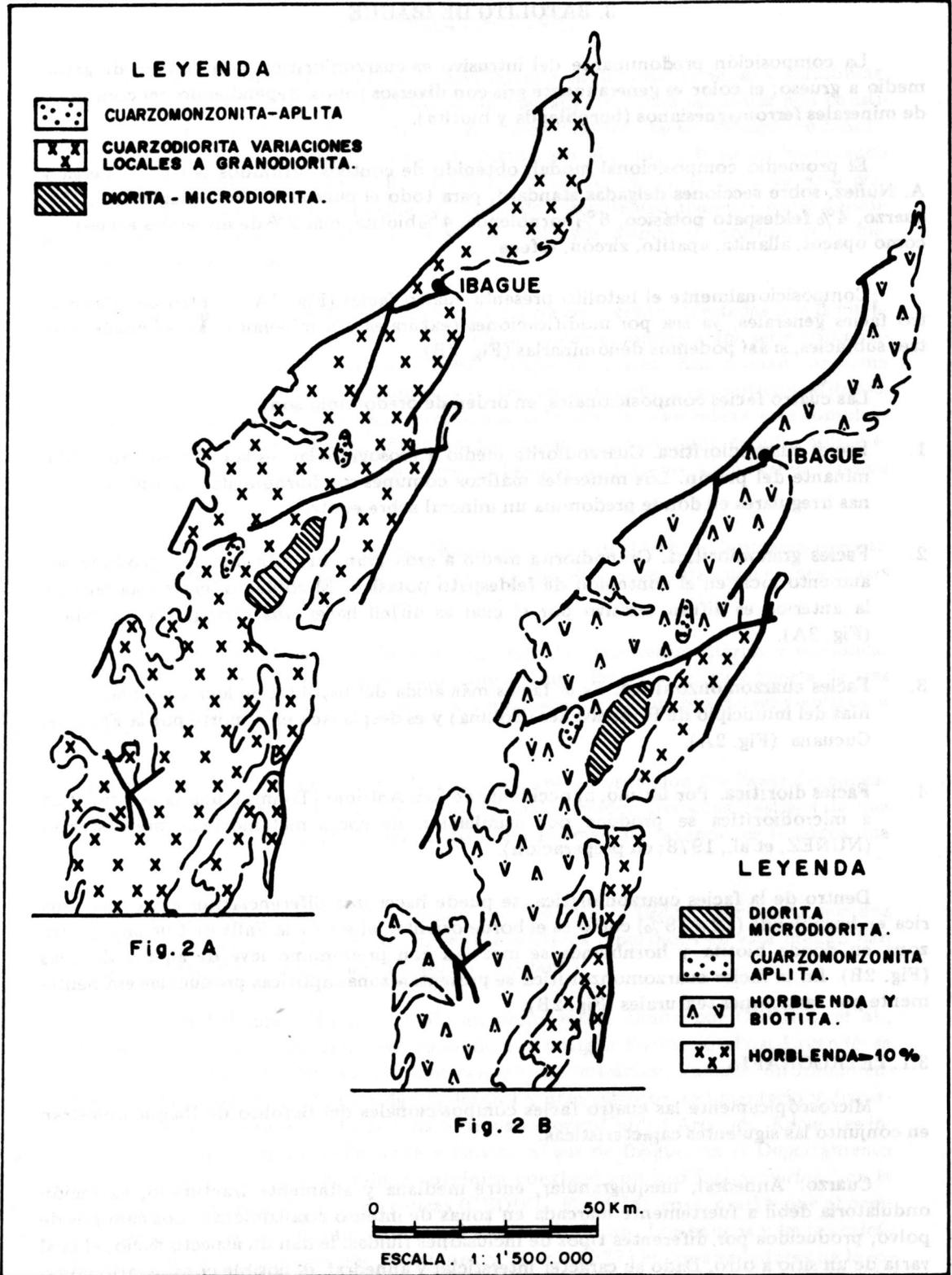
1. **Facies cuarzodiorítica.** Cuarzodiorita medio a grosogranular; es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.
2. **Facies granodiorítica.** Granodiorita medio a grosogranular; esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. El contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle (Fig. 2A).
3. **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más ácida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana (Fig. 2A).
4. **Facies diorítica.** Por último, al occidente de San Antonio (Tolima), una facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUÑEZ, et al., 1978; en preparación).

Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas (Fig. 2B). En la facies cuarzomonzonítica se presentan zonas aplíticas producidas eminentemente por variaciones texturales (Fig. 2B).

3.1. PETROGRAFIA

Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, le dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo, pero de tamaño mucho menor que el original y con arreglo en mosaico; este cuarzo aparece generalmente más limpio.



A. NUÑEZ

FIG. 2A: Distribución de facies composicionales en el Batolito de Ibagué. Los límites aproximados.

FIG. 2B: Distribución aproximada de biotita y hornblenda dentro del Batolito de Ibagué. Los límites son aproximados.

La Plagioclasa: varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhédrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carlsbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An_{25} - An_{45}) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente saurritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespatos potásicos: a excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos peritéticos y microperitéticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo (sieved hornblende); las maclas son frecuentes y el pleocroismo moderado:

Z:	Verde	Verde oliva intenso
X:	Amarillo verdoso claro	Amarillo crema
Y:	Verde	Verde olive intenso

Clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados. En algunos sitios, especialmente hacia el contacto oeste, se presenta la hornblenda orientada, confiriéndole a la roca un aspecto néisico.

La biotita varía entre anhédrica y subhédrica a; en muchos casos se desarrolla a partir de la hornblenda, iniciándose este proceso por los planos de clivaje. Son comunes las láminas dobladas y las inclusiones de zircón con halos pleocroicos débiles, raras veces fuertes; el pleocroismo por el contrario es bien marcado:

X:	Crema	Carmelita pálido
Z:	Carmelita oscuro	Carmelita verdoso

En zonas de alteración hidrotermal se presenta biotita secundaria de color pardo, dispuesta en forma de racimos o nidos; las láminas son pequeñas y su origen secundario se reconoce con facilidad.

Los accesorios comunes son zircón, apatito, piritita, magnetita, esfena y allanita. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Zonas porfiríticas, muchas veces no identificables macroscópicamente, son relativamente comunes y en muchos casos se deben a soluciones hidrotermales que afectaron la roca produciendo silicificación y otros efectos concomitantes.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en ellas el contenido de minerales y algunas veces la textura.

3.2. ORIGEN Y SECUENCIA DE CRISTALIZACION

El origen de los cuerpos batolíticos ha sido un problema mundialmente discutido, al que se le dan dos soluciones probables; una por reemplazamiento "in situ" de rocas preexis-

tentes (Granitización-Anatexis) y otro por inyección de un magma desde grandes profundidades. La petrografía y relaciones de campo, son entre otras las que aportan criterios para uno u otro origen.

Las características mostradas por el Batolito de Ibagué, se relacionan más con un magma intruido desde grandes profundidades que originado a partir de granitización, por las siguientes razones:

- La presencia de estructuras de flujo, en las cuales cristales aciculares, principalmente de hornblenda, se disponen en un arreglo paralelo; son un criterio sugerido por Press and Siever (1974:607) en favor de la inyección magmática.
- Las aureolas de contacto, con reconstitución textural y mineralógica, como los "skarn" producidos en rocas de la Formación Payandé y ocasionalmente, aunque no muy bien conocidos, en rocas con metamorfismo regional del Grupo Cajamarca; indican que el cuerpo ígneo se emplazó como un magma caliente (HAMILTON and MYERS, 1967:C2).
- En los contactos con rocas metamórficas de Tierradentro, se presentan zonas migmatíticas, las cuales desaparecen al alejarse del contacto; el neosoma de las migmatitas muestra continuidad y similitud petrográfica con la cuarzodiorita del batolito, lo que indica claramente según Turner and Verhoogen (1960:359) y González (1976:209), que el emplazamiento se produjo por inyección magmática.
- Por último, las plagioclasas zonadas, la biotización de la hornblenda y otros rasgos petrográficos reproducen, según Press and Siever (1974:607), el orden de cristalización obtenido en laboratorios a partir de masas silíceas fundidas.

Al considerar que el Batolito de Ibagué cristalizó a partir de un magma intruido desde grandes profundidades, es conveniente suponer una secuencia u orden de cristalización.

La distribución de facies dentro del plutón, sugiere que el enfriamiento y por consiguiente la cristalización se iniciaron en el este, cerca a Ortega y Planadas, y continuó hacia el oeste finalizando en la facies cuarzomonzonítica cerca a Roncesvalles. Además, como anotamos anteriormente, el feldespato potásico en la aplita, aparece como intersticial, reflejando que los líquidos residuales fueron rápidamente cristalizados. Lo anterior permite afirmar que la zona aplítica fue la parte batolítica más cercana a la superficie, en el momento de la intrusión y posterior solidificación del magma (Fig. 3).

Esta secuencia de cristalización para explicar cambios mineralógicos y texturales ha sido sugerida también por varios autores, tales como Larsen and Poldervaart (1961), Putman and Alfors (1965) y recientemente Swanson (1978) para explicar cambios similares, en diferentes plutones de la Sierra Nevada de California (U.S.A.).

3.3. EDAD

Dataciones radiométricas del Batolito de Ibagué (K/Ar en hornblenda y biotita) en muestras recolectadas al sur de la localidad de Armero (Tolima), dieron edades que varían entre 140 y 150 m.a. (BARRERO y VESGA, 1976) y corresponden al Jurásico superior. Estas cifras y las relaciones con la Formación Payandé de edad claramente Triásica, dejan de lado la edad Paleozoica dada inicialmente por Nelson (1957; 1962) y aceptada por Radelli (1962) y Julivert (1968:340-341).

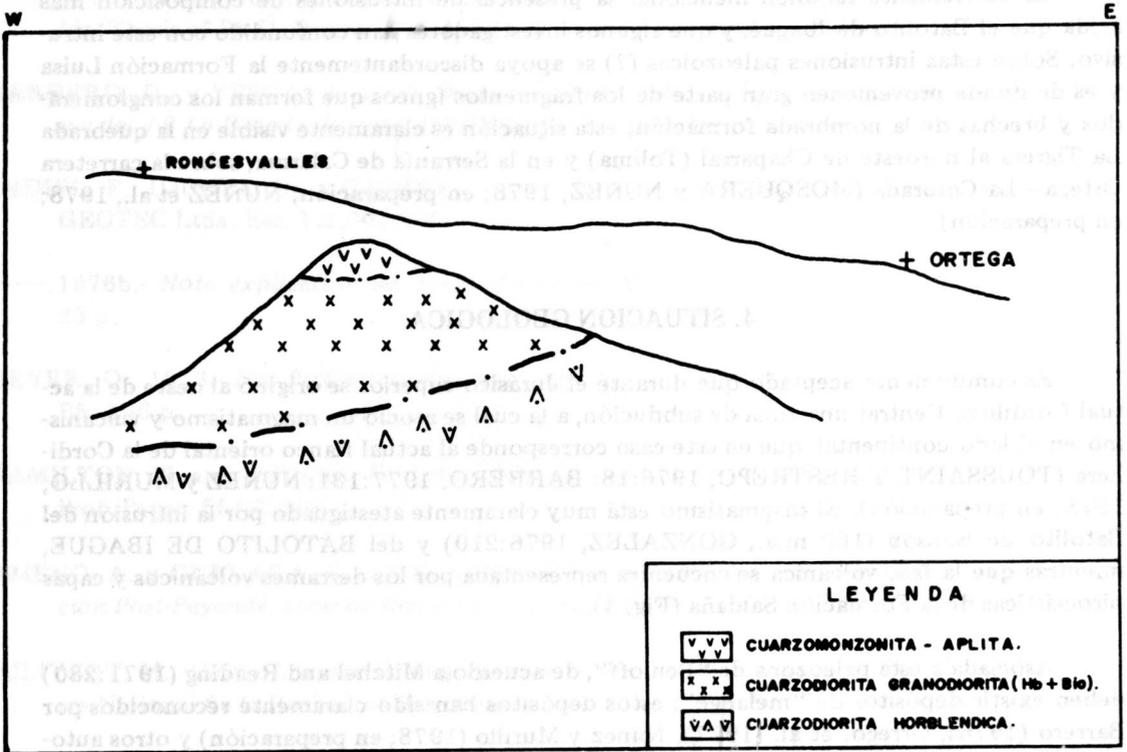


FIG. 3: Posible profundidad de intrusión del Batolito de Ibagué, teniendo en cuenta las diferentes facies composicionales.

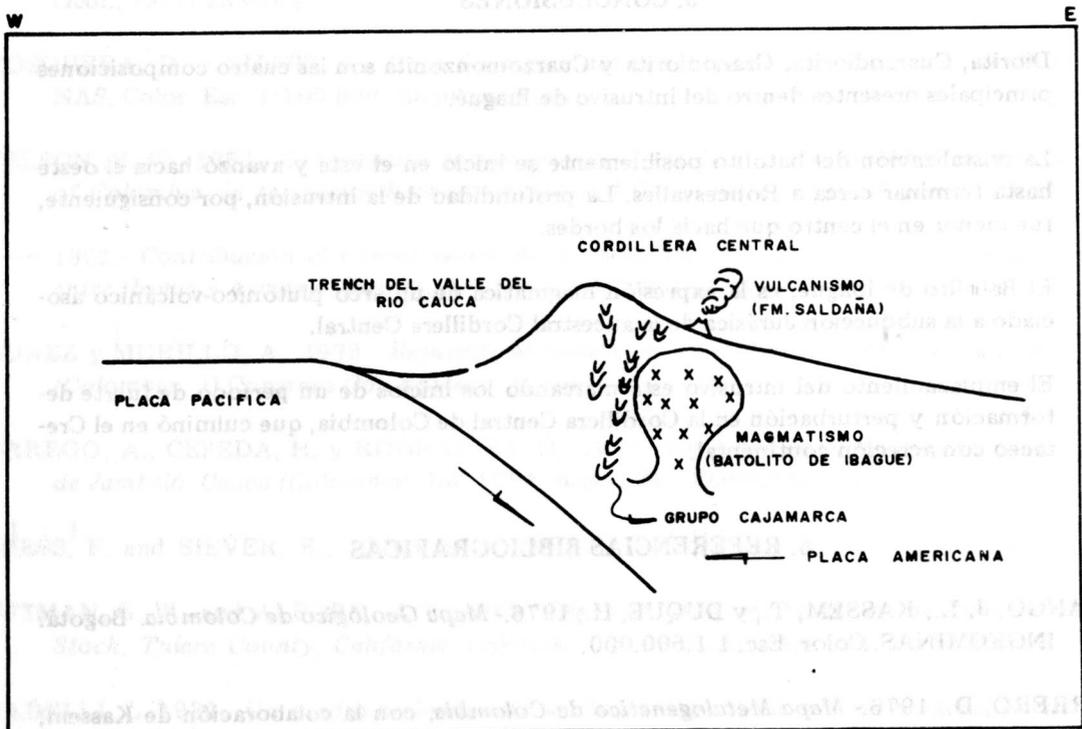


FIG. 4: Situación del occidente colombiano en el Jurásico medio-superior, época en que se emplazó en Batolito de Ibagué.

Es conveniente también mencionar la presencia de intrusiones de composición más ácida que el Batolito de Ibagué, y que algunos investigadores han confundido con este intrusivo. Sobre estas intrusiones paleozoicas (?) se apoya discordantemente la Formación Luisa y es de donde provienen gran parte de los fragmentos ígneos que forman los conglomerados y brechas de la nombrada formación; esta situación es claramente visible en la quebrada La Tigra al noroeste de Chaparral (Tolima) y en la Serranía de Calarma, sobre la carretera Ortega - La Colorada (MOSQUERA y NUÑEZ, 1978; en preparación; NUÑEZ et al., 1978; en preparación).

4. SITUACION GEOLOGICA

Es comunmente aceptado que durante el Jurásico superior se originó al oeste de la actual Cordillera Central una zona de subducción, a la cual se asoció un magmatismo y vulcanismo en el lado continental, que en este caso corresponde al actual flanco oriental de la Cordillera (TOUSSAINT Y RESTREPO, 1976:18; BARRERO, 1977:131; NUÑEZ y MURILLO, 1978: en preparación). El magmatismo está muy claramente atestiguado por la intrusión del Batolito de Sonsón (160 m.a.; GONZALEZ, 1976:210) y del BATOLITO DE IBAGUE, mientras que la fase volcánica se encuentra representada por los derrames volcánicos y capas piroclásticas de la Formación Saldaña (Fig. 4).

Asociada a esta paleozona de "Benioff", de acuerdo a Mitchel and Reading (1971:280) deben existir depósitos de "melange"; estos depósitos han sido claramente reconocidos por Barrero (1976), Orrego, et al. (1977), Núñez y Murillo (1978; en preparación) y otros autores; esto confirma aún más una colisión de placas en el occidente de la Cordillera Central de Colombia durante el Jurásico y Cretácico.

5. CONCLUSIONES

1. Diorita, Cuarzodiorita, Granodiorita y Cuarzomonzonita son las cuatro composiciones principales presentes dentro del intrusivo de Ibagué.
2. La cristalización del batolito posiblemente se inició en el este y avanzó hacia el oeste hasta terminar cerca a Roncesvalles. La profundidad de la intrusión, por consiguiente, fue menor en el centro que hacia los bordes.
3. El Batolito de Ibagué, es la expresión magmática de un arco plutónico-volcánico asociado a la subducción Jurásica de la ancestral Cordillera Central.
4. El emplazamiento del intrusivo está marcando los inicios de un período de fuerte deformación y perturbación en la Cordillera Central de Colombia, que culminó en el Cretáceo con acreción continental.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARANGO, J. L., KASSEM, T., y DUQUE, H., 1976.- *Mapa Geológico de Colombia*. Bogotá. INGEOMINAS. Color, Esc. 1:1.500.000.
- BARRERO, D., 1976.- *Mapa Metalogenético de Colombia*, con la colaboración de Kassem, T., Bogotá. INGEOMINAS. Color, Esc. 1:5.000.000.

SEGUNDO CONGRESO COLOMBIANO DE GEOLOGIA

- , 1977.- *Geology of the Central Western Cordillera, west of Buga an Roldanillo, Colombia*. Thesis of Ph.D. Denver, Colorado School of Mines (Inédito): 148 p.
- BARRERO, D., y VESGA, J., 1976.- *Mapa Geológico del Cuadrángulo K-9 Armero y mitad sur del J-9 La Dorada*. Bogotá. INGEOMINAS, Color, Esc. 1:100.000.
- CEDIEL, F., UJUETA, G., y CACERES, C., 1976a.- *Mapa Geológico de Colombia*. Bogotá. GEOTEC Ltda. Esc. 1:1.000.000.
- , 1976b.- *Nota explicativa del Mapa Geológico de Colombia*. Bogotá. GEOTEC Ltda. 23 p.
- GEYER, O., 1973.- *Das PräKretazische Mesozoikum von Kolumbien*. Hannover. Jahrbuch, B5: 156 p.
- HAMILTON, W. and MYERS, B., 1967.- *The nature of Batholiths*. Washington. Geol Sur. Prof. Paper. 554-C:30p.
- JIMENO, A. y GUEVARA, C., 1976.- *Contribución estratigráfica y cartográfica a la Formación Post-Payandé, al sur de Coyaima*. Trabajo final, Bogotá. Univ. Nat., 74 p. (Inédito).
- JULIVERT, M., 1968.- *Léxique Stratigraphique International*. París. 5:(4), Colombie. Centre National de la Recherche Scientifique. 648p.
- LARSEN, L.H. and POLDERVAART, A. 1961.- *Petrologic study of Bald Rock Batholith, near Bridwell Bar, California*. Colorado, Geol Soc. America Bull., 72(1):69-92.
- MITCHELL, A. H. and READING, H. G., 1971.- *Evolution of island arcs*. Chicago. Jour. of Geol., 79(3):253-284.
- MOSQUERA, D. y NUÑEZ, A.- *Mapa Geológico del Cuadrángulo L-8*. Ibagué. INGEOMINAS. Color. Esc. 1:100.000. En preparación.
- NELSON, H. W., 1957.- *Contribution to the geology of the Central and Western Cordilleras of Colombia, in the sector between Ibagué and Cali*. Leidse. Geol. Meded., 22:1-75.
- , 1962.- *Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia, sección entre Ibagué y Armenia*. Bogotá, Bol. Geol., 10(1-3):161-202.
- NUÑEZ y MURILLO, A., 1978.- *Esquistos de glaucófana en el Municipio de Pijao, Quindío (Colombia)*. II Congreso Col. de Geol., Bogotá.
- ORREGO, A., CEPEDA, H. y RODRIGUEZ, G., 1977.- *Esquistos glaucofánicos en el área de Jambaló, Cauca (Colombia)*. Inf. 1729. Bogotá INGEOMINAS. 14 p.
- PRESS, F. and SIEVER, R., 1974.- *Earth*. San Francisco, Freeman and Company. 945 p.
- PUTMAN, G. W., and ALFORS, J. T., 1965.- *Depth of intrusion and age of the Rocky Hill Stock, Tulare County, California*. Colorado, Geo. Soc. America Bull. 76(3):357-364.
- RADELLI, L. 1932.- *Un cuadro preliminar de las épocas magmáticas y y metalogenéticas de los Andes colombianos*. Bogotá. Geol. Col. 3:87-97.

- RESTREPO, J. J., et al., 1978.- *Datación de metasedimentos del Grupo Ayurá-Montebello*. Medellín. Esp. Geol. 10:5p.
- RODRIGUEZ, E. y ORSINI, J. 1977.- *Geología general de los elementos presentes en las unidades cartografiadas al suroeste de Coyaima, Tolima*. Trabajo Final. Bogotá. Univ. Nal., 71 p.
- SWANSON, S.E., 1978.- *Petrology of the Rocklin Pluton and associated rocks, western Sierra Nevada, California*. Colorado. Geol. Soc. America Bull., 89(5):679-686.
- TOUSSAINT, J. F. y RESTREPO, J. J., 1976.- *Modelos orogénicos de tectónica de placas en los Andes colombianos*. Medellín. Boletín Ciencias de la Tierra, 1:1-47.
- TRUMPY, D., 1943.- *Pre-Cretaceous of Colombia*. Colorado. Geol. Soc. America Bull., 54:1281-1304.
- TURNER, J. F. and VERHOOGEN, J., 1960.- *Igneous and metamorphic petrology*. 2ed. New York. McGraw-Hill, 694p.

* * *