

Edad y Origen del "Complejo metasedimentario Aranzazu-Manizales" en los Alrededores de Manizales (Departamento de Caldas, Colombia).

ARLEY DE J. GOMEZ-CRUZ
MARIO MORENO-SANCHEZ
ANDRES PARDO-TRUJILLO

Facultad de Geología, Universidad de Caldas, Apartado 275, Manizales, Colombia

GÓMEZ-CRUZ, A. DE J., MORENO-SÁNCHEZ, M. & PARDO-TRUJILLO, A. (1995): Edad y Origen del "Complejo metasedimentario Aranzazu-Manizales" en los Alrededores de Manizales (Departamento de Caldas, Colombia).- GEOLOGIA COLOMBIANA, 19, pgs. 83-93, 7 Figs., Santa Fé de Bogotá.

Palabras Claves: Caldas-Aranzazu, Caldas-Manizales, Rocas metamórficas, Cordillera Central, Rocas sedimentarias.

RESUMEN

En el flanco occidental de la Cordillera Central colombiana, a la latitud de la ciudad de Manizales, Lozano *et al.* (1975) agruparon las rocas mesozoicas en el "Complejo metasedimentario Aranzazu-Manizales". El estudio detallado de esta "unidad" permite reconocer dos secuencias sedimentarias con características litológicas diferentes. La primera, al este de la ciudad, conformada por metasedimentitas siliciclásticas con componentes de afinidad continental (cuarcitas y esquistos) y abundantes fósiles deformados de braquiópodos (?), gasterópodos, lamelibranquios y amonites, entre los cuales *Oxytropidoceras* sp. (det. F. Etayo Serna) permite asignar una edad parcial Albianeo medio. Los depósitos se interpretan como el resultado de la sedimentación de materiales continentales en cañones submarinos por abanicos turbidíticos proximales, cercanos al continente. La segunda secuencia, al oeste de la anterior y en contacto fallado, se distingue por sus componentes de origen volcánico básico y plutónico. Se ha interpretado como el resultado de sedimentación por un abanico turbidítico proximal, cercano a zonas escarpadas, sin aporte significativo del continente. Se ha correlacionado en este trabajo con la Formación Quebradagrande (*sensu* BOTERO 1963).

ABSTRACT

On the western flank of the Central Cordillera (Colombia), near Manizales, Lozano *et al.* (1975) named the Mesozoic rocks as the "Complejo Metasedimentario Aranzazu-Manizales". Detailed studies of this unit allow us to determinate two metasedimentary sequences with typical characteristics. The first crops out to the east of Manizales (Caldas); it is composed by siliciclastic rocks with continental components (cuarcites and schists) and abundant deformed fossils of Braquiopods (?), Gasteropods, Pelecypods and

Cephalopods, of which the genus *Oxytropidoceras* sp. (det. Etayo-Serna) allows us to assign a partial mid-Albian age. The facial characteristics suggest deposition on a continental margin, influenced by currents in submarine canyons or submarine fans with a continental source of sediments. The second sequence crops out to the west in faulted contacts, characterized by plutonic and oceanic affinity volcanic rock fragments. This facies may have been the result of sedimentation on a submarine fan influenced by volcanic activity and turbidity currents near high scarps. In this work, this unit is correlationated with the Quebradagrande Formation (*sensu* BOTERO 1963).

1. INTRODUCCION

Los mapas geológicos realizados hasta el momento en el área de Manizales presentan considerables diferencias en cuanto a terminología estratigráfica y contactos. KASSEM (1972) en el Mapa Fotogeológico del Viejo Caldas, a escala 1:250.000, sitúa sobre la ciudad de Manizales una falla que pone en contacto unidades sedimentarias de edad cretácica en el occidente y rocas metamórficas de edad paleozoica en el oriente.

LOZANO *et al.* (1975) agrupan las unidades mesozoicas de esta región con el término "Complejo Metasedimentario Aranzazu - Manizales". Posteriormente MOSQUERA (1978), denomina "Complejo Metasedimentario Volcánico de Aranzazu - Manizales" a las rocas de edad cretácica que, según el autor, se encuentran en contacto fallado con esquistos y filitas de edad paleozoica, pocos kilómetros al oriente de Manizales.

CEDIEL & CÁCERES (1988) en el Mapa Geológico de Colombia a escala 1:1.200.000 representan en Manizales un sistema de fallas como el contacto entre rocas metamórficas del Paleozoico inferior en el oriente y rocas sedimentarias y volcánicas de edad cretácica en el occidente.

Recientemente NARANJO & RÍOS (1989), desplazan el contacto entre las rocas cretácicas y paleozoicas varios

kilómetros al este y correlacionan las unidades discutidas con la Formación Quebradagrande, sin mayores comentarios.

El estudio geológico detallado de la zona permitió distinguir sedimentitas con metamorfismo dinámico en lugar de los "esquistos" de Mosquera (*op. cit.*), donde localmente se pueden observar con gran claridad las texturas y estructuras sedimentarias originales. Adicionalmente, a partir del levantamiento de columnas estratigráficas se establecieron marcadas diferencias entre las rocas del oriente y occidente de Manizales.

2. LOCALIZACION

El área estudiada se encuentra localizada sobre el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, en el Departamento de Caldas (Fig. 1), y comprende una extensión aproximada de 150 km² con las siguientes coordenadas planas, referidas a Bogotá:

$$X = 1'060.000 - 1'043.000$$

$$Y = 850.000 - 841.000$$

El área está incluida en las planchas topográficas 206-III-B y 206-III-D a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (I.G.A.C.).

3. ESTRATIGRAFIA

Las rocas metasedimentarias de Manizales corresponden principalmente a dinamometamorfitas, en algunos casos con varios eventos de deformación sobreimpuestos, representados por clivajes de crenulación y foliación milonítica. Estos inconvenientes no permiten realizar estudios estratigráficos convencionales y limitan las observaciones a secuencias cortas donde aún se reconocen las características sedimentarias primarias (*cf.* RODRIGUEZ & ROJAS 1985: XXI-3).

En este trabajo se describen dos columnas estratigráficas, levantadas en las quebradas La Arenosa y El Encuentro (Fig. 1), las cuales representan de manera general las rocas al este y oeste, respectivamente. Las sedimentitas poseen buzamientos al este y un rumbo N-S semejante a las direcciones de las fallas principales. Con base en el estudio de las estructuras sedimentarias, se comprueba que ambas secuencias presentan polaridad estratigráfica inversa.

3.1. Sección Quebrada La Arenosa.

Hacia la base, la secuencia se halla en contacto fallado con esquistos cuarzo-muscovíticos con turmalina. De base a techo se determinaron dos segmentos (Fig. 2).

3.1.1. Segmento 1. Conformado por juegos de conglomerados de gránulos a guijos bien redondeados, con moderada selección, clasto-soportados, oligomíticos (el componente principal lo constituyen fragmentos de

cuarcitas), en estratos de decímetros de espesor, intercalados con estratos centimétricos de lodoletas negras y arenitas cuarzosas finas a gruesas, mal seleccionadas en capas de centímetros a decímetros. Como estructuras sedimentarias se encuentra estratificación inclinada a gran escala, lenticular, ondulada continua, gradación normal e inversa, calcos de carga y fallas sinsedimentarias.

Los análisis petrográficos permiten reconocer fragmentos de cuarcita que en campo se observan como cuarzo lechoso, intraclastos de lodoletas y en menor proporción rocas metamórficas esquistosas. Es notable la presencia de muscovita detritica y prehnita, esta última evidenciando metamorfismo de enterramiento.

El espesor estimado para el segmento es de aproximadamente 35 m y es observable solamente en el sector este del área.

3.1.2. Segmento 2. Integrado por una monótona secuencia de lodoletas negras, con interestratificaciones de arenitas finas y lentes de lodoletas calcáreas hacia la base. Como estructura sedimentaria se presentan estratificación plana paralela continua en estratos delgados a gruesos y laminación fina. Hacia los niveles superiores poseen impresiones de lamelibranquios y amonites en mal estado de conservación, dispuestos aleatoriamente. Su espesor es de aproximadamente 165 m y se halla en contacto neto sobre el segmento 1 (Fig. 2).

En las quebradas El Pollo, La Sultana y Nueva (Fig. 1), aflora una secuencia de lodoletas, cuarzoarenitas y cherts con abundantes fósiles deformados de amonites, gasterópodos, lamelibranquios, radiolarios, braquíópodos(?) y restos de plantas (?) (Fig. 3), que ha sido correlacionada en parte con la sección de la quebrada La Arenosa.

3.2 Sección Quebrada El Encuentro

De base a techo se pueden distinguir tres segmentos (Fig. 4).

3.2.1 Segmento 1. Constituido por conglomerados verdes, matriz-soportados, con fragmentos angulares-subangulares que pueden alcanzar hasta 20 cm de diámetro; su composición es de areniscas arcósicas, tobas, rocas volcánicas intermedias (andesitas), diabásicas, gabros y en menor cantidad fragmentos de intraclastos lutíticos, cherts y cuarzo hidrotermal. El color es dado por los constituyentes volcánicos y la matriz tobácea. Presenta 12 m de espesor y aspecto "macizo". Hacia la base se intercala con tobas verdes.

3.2.2 Segmento 2. Compuesto por interestratificaciones de lodoletas negras, litoarenitas verdes de grano grueso a fino y conglomerados de gránulos. Las arenitas y conglomerados poseen componentes volcánicos, y en menor proporción fragmentos de cherts e intraclastos lutíticos negros. Como estructuras sedimentarias presenta estratificación lenticular, granogradación normal, estructuras flamiformes, diques de arena y fallas sinsedimentarias. Mide cerca de 6 m de espesor. Su contacto inferior es neto con el segmento 1 y el superior se halla cubierto.

3.2.3 Segmento 3. Conformado por conglomerados de

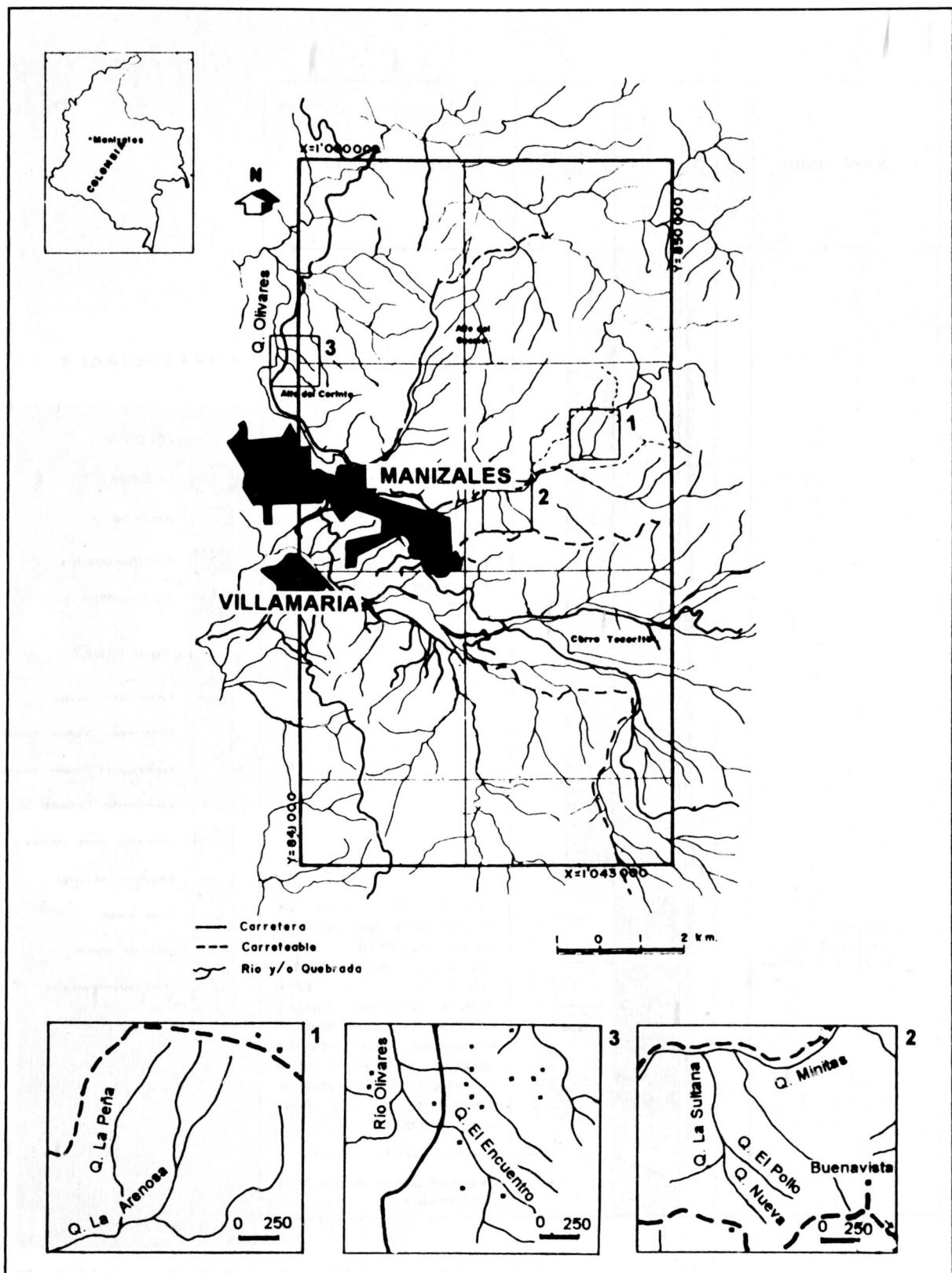
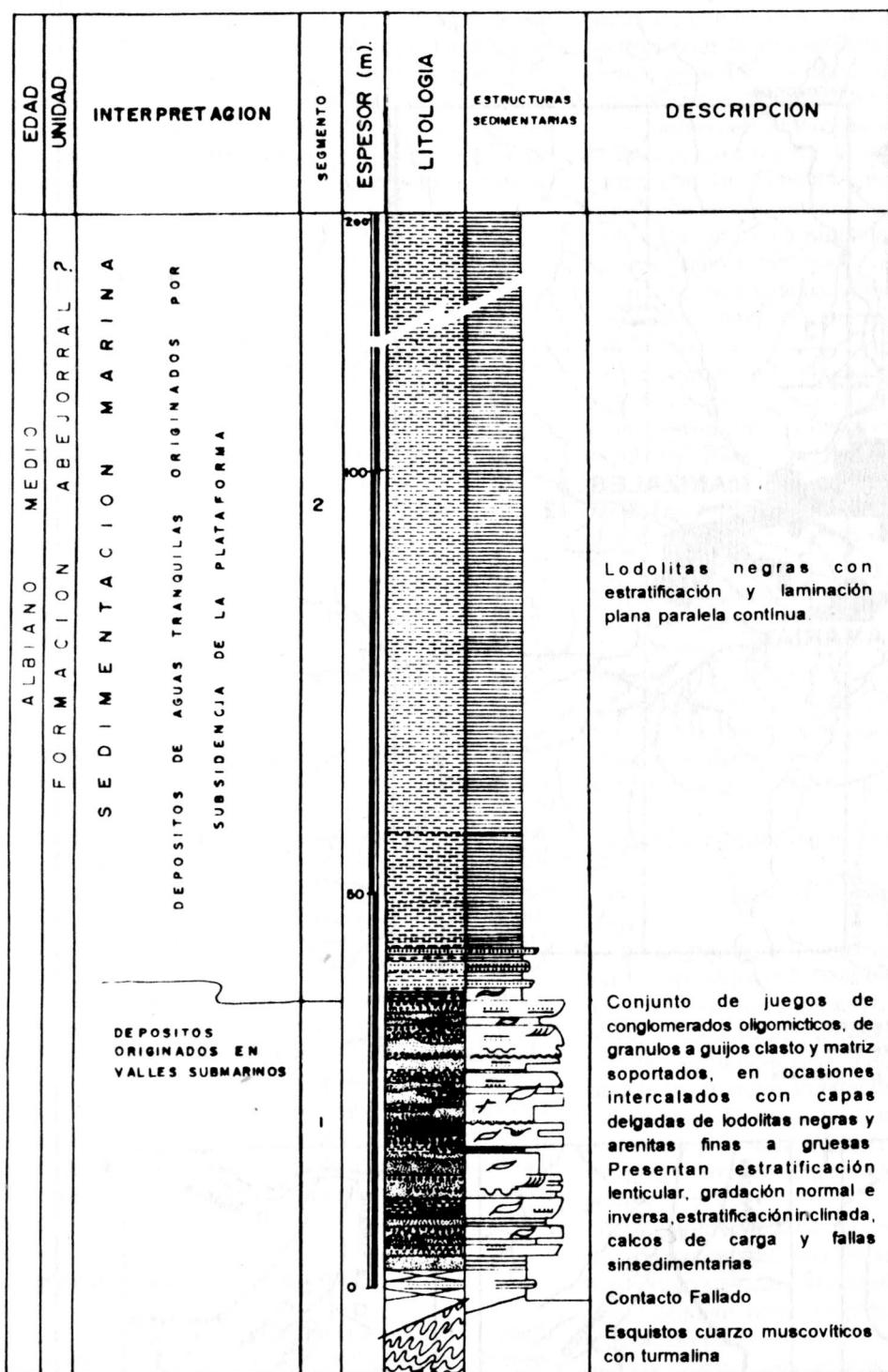


Fig. 1. Mapa de localización y ubicación de las columnas levantadas



CONVENCIONES

LITOLOGIA

| | |
|--|---------------|
| | Lodolitas |
| | Arenitas |
| | Conglomerados |
| | Metamorfitas |

ESTRUCTURAS

| | |
|--|---------------------------------|
| | Estratificación Cruzada |
| | Estratificación Gradada Normal |
| | Estratificación Gradada Inversa |
| | Estratificación Lenticular |
| | Laminación plana paralela |
| | Estructuras de carga |
| | Canal erosivo |
| | Superficie erosiva |
| | Plegas Sinesedimentarias |

Fig. 2. Columna estratigráfica levantada en la quebrada La Arenosa

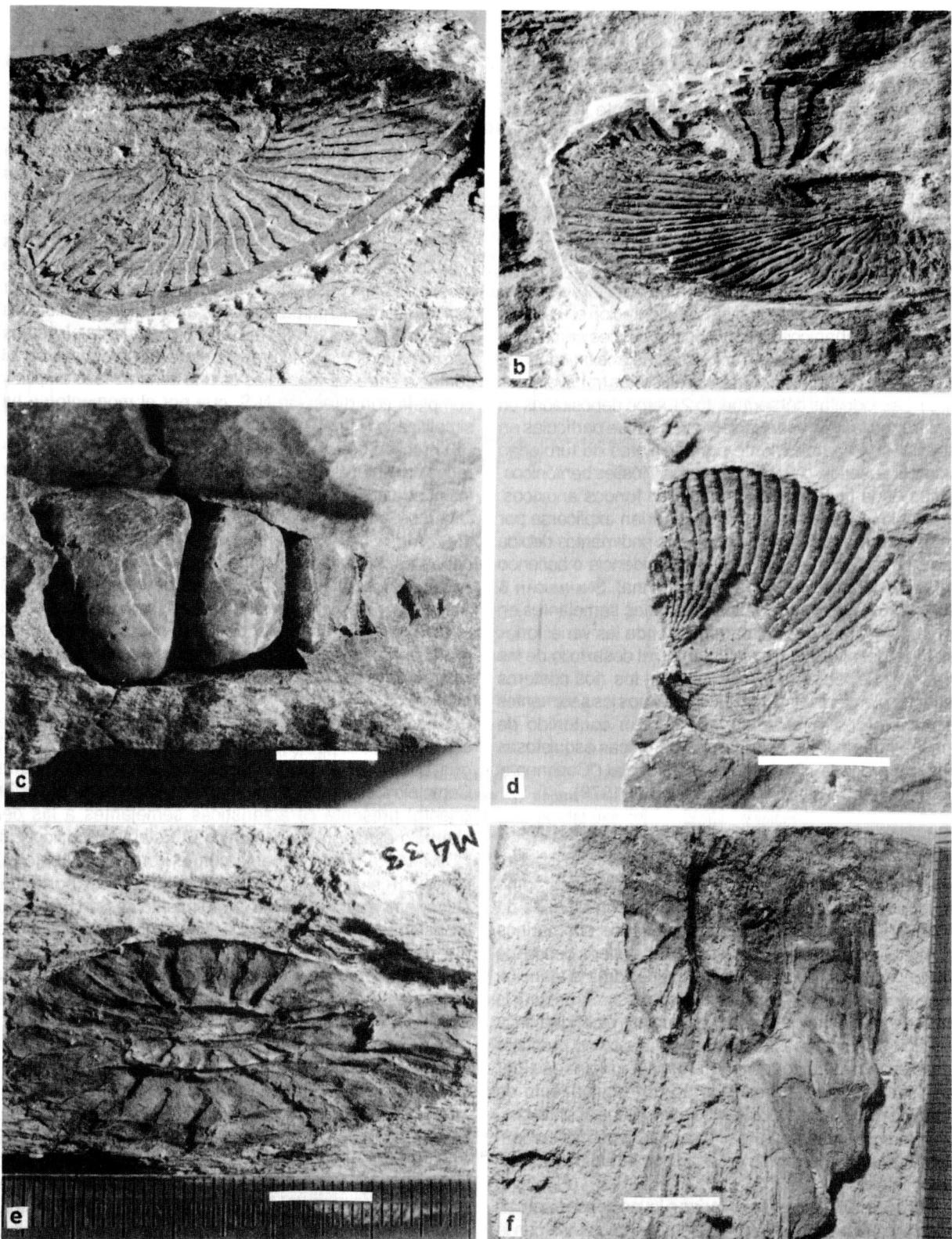


Fig. 3. Fósiles encontrados en el sector de La Sultana. a), b) Impresiones de *Oxytropidoceras sp.* c) molde interno de gasterópodo en lodolita (rodado encontrado en la quebrada El Popal). d) Lamelibranquio. e), f) Impresiones de ammonites indeterminados. La barra representa 1 cm.

gránulos y guijos subredondeados a subangulares, principalmente clasto-soportados, de composición tobácea, mal seleccionados, de color verde, dado por líticos de diabasas, gabros y tobas. Presenta además fragmentos de cherts e intraclastos lutíticos negros. Internamente no posee estructuras. Tanto el contacto superior como el inferior están cubiertos (Fig. 4).

4. INTERPRETACION DEL MEDIO DE DEPOSITO

4.1. Sección Quebrada La Arenosa

De acuerdo con las características descritas, el segmento 1 se interpreta como resultado de sedimentación en canales submarinos o abanicos turbidíticos proximales cerca a un borde continental, donde las corrientes de acción continua sobre el fondo permitían la migración de barras transversales (Fig. 5). Las lodoletas del segmento 2 fueron depositadas en aguas tranquilas por asentamiento vertical de partículas en suspensión y/o parcialmente por corrientes de turbiedad diluidas; la ausencia de bioperturbación y fósiles bentónicos, además de la fina laminación sugieren fondos anóxicos. Los cambios faciales en la vertical podrían explicarse por una disminución en la tasa de aporte de sedimentos debida a cambios tectónicos o climáticos, subsidencia o ascenso en el nivel del mar y/o migración del canal. SHANMUGAN & MOIOLA (1982) describen valles o cañones semejantes en la zona de quiebre de la plataforma donde las variaciones eustáticas del nivel del mar influyen en el desarrollo de las barras ya que, durante los descensos, los ríos costeros disectan la plataforma y durante los ascensos los sedimentos son sumergidos y retrabajados. El gran contenido de cuarcitas y fragmentos de rocas metamórficas esquistosas indica una procedencia de bloque continental ("Continental Block Provenances"; DICKINSON & SUCZEK 1979).

4.2. Sección Quebrada El Encuentro

Los segmentos 1 y 3 pueden ser interpretados como producto de acumulación de tobas junto con bloques de plutonitas y vulcanitas al pie de acantilados submarinos (Fig. 6); alternativamente pueden corresponder a depósitos de flujos de masa ("debris flows"), aunque llama la atención la ausencia total de matriz en algunos sectores. Su presencia en la base y el techo de la columna sugiere ciclicidad en la formación de escarpes inestables, quizas como producto de fallamiento. Las tobas pudieron ser originadas por vulcanismo asociado a fallas, o por retrabajamiento de materiales volcánicos en las partes altas de los acantilados. Las facies del segmento 2 presentan características comparables con las de depósitos de abanicos turbidíticos proximales o internos (cf. MUTTI & RICCI - LUCCI 1972) (Fig. 6); la asociación de fallas sinesedimentarias e inyecciones clásticas pueden sugerir actividad tectono-sísmica simultánea con la deposición en una pila inestable. La falta de bioperturbación y fósiles bentónicos, la presencia de pirita y el color negro de las lodoletas se interpreta como el resultado de deposición en fondos anóxicos.

5. DISCUSION

El gran contraste en la composición de las secuencias discutidas anteriormente, además de sus otras características faciales permite separarlas en dos unidades denominadas informalmente en este trabajo "Oriental" y "Occidental". Se emplea el término "intervalo" en el mismo sentido de RODRIGUEZ & ROJAS (1985), debido a que las sedimentitas están limitadas por fallas que no permiten establecer sus posiciones estratigráficas originales. Es importante, sin embargo, tener en cuenta que, dadas sus grandes diferencias, estas secuencias pudieron formarse en dos ámbitos deposicionales sin ninguna conexión y por tanto su cercanía actual obedece a fenómenos tectónicos posteriores. Este problema amerita adelantar trabajos estratigráficos y estructurales detallados en el sector. El contacto entre los intervalos es una zona de falla amplia y compleja con dirección N-S, que por el momento se ha simplificado (Fig. 7).

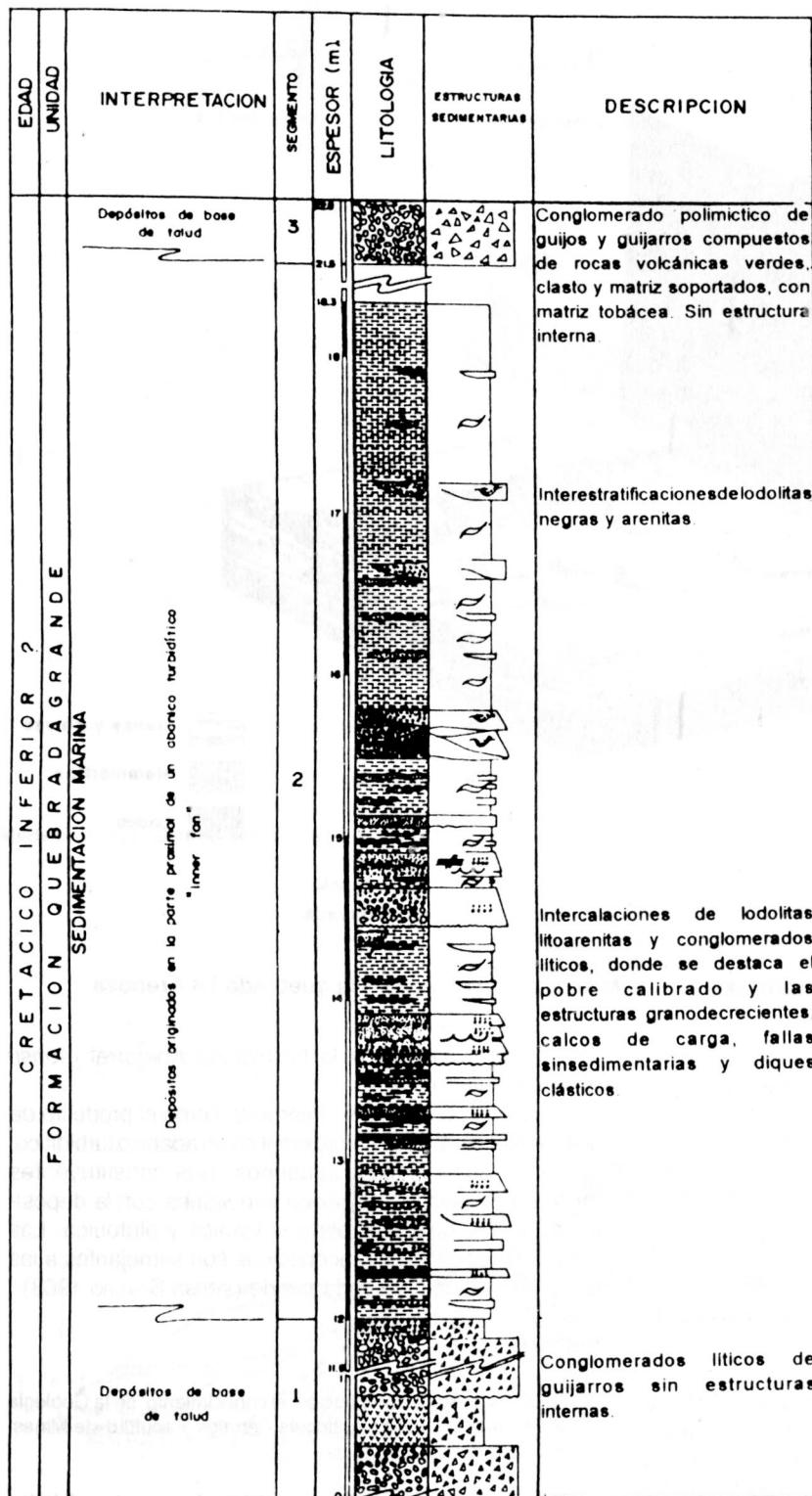
El proceso deposicional "instantáneo" de los conglomerados del "Intervalo Occidental", así como su gran espesor los puede hacer importantes herramientas de correlación. Diversos autores (HESSE 1974; RICCI LUCCHI & VALMORI 1980; MUTTI *et al.* 1984, en EINSELE 1992: 212), han utilizado depósitos de flujos por gravedad antiguos como marcadores estratigráficos a través de cientos de kilómetros en los Alpes, Apeninos y Pirineos. En el caso de Manizales se ha comprobado la presencia de estas rocas en diferentes drenajes de la carretera que conduce a Neira y varios kilómetros al norte se observan facies semejantes en los municipios de Salamina y Aranzazu.

La secuencia del "Intervalo Occidental" es correlacionable con la Formación Quebradagrande (*sensu* GONZÁLEZ 1976) que LOZANO *et al.* (1975) denomina en su mayor parte Complejo Metasedimentario Aranzazu-Manizales. El sector oriental presenta características semejantes a las del intervalo estratigráfico-tectónico El Establo (RODRIGUEZ & ROJAS 1985) o parcialmente con la Formación Abejorral (*sensu* BÜRGL & PADELLI 1962) aflorante al norte del Departamento de Caldas (Corregimiento de San Félix). Su situación geográfica y geológica, semejante con las unidades del norte de Caldas, sugiere una continuidad de las secuencias; para comprobar esto es necesario realizar secciones estratigráficas intermedias en los municipios de Aranzazu y Neira.

6. EDAD

Con base en amonites del género *Oxytropidoceras* (det. Etayo-Serna), abundantes en las quebradas La Sultana, El Pollo y Nueva, se ha asignado una edad parcial Albiano medio al "Intervalo Oriental". Este hallazgo desvirtúa por el momento la presencia de rocas paleozoicas en el sector.

Dentro del "Intervalo Occidental", en la latitud de Manizales, todavía no se han hallado fósiles. Al norte de Caldas, en unidades litológicamente semejantes, BOTERO & GONZÁLEZ (1983) reportan amonites, lamelibranquios y gasterópodos de edad Albiano. Por otra parte, en cercanías de Salamina



CONVENCIONES

LITOLOGIA

-  Conglomerados
-  Arenitas
-  Lodolitas
-  Tobas

ESTRUCTURAS

-  Estructuras en flama
-  Diques clásicos
-  Estructuras de corte y relleno
-  Macizos
-  Gradación normal
-  Estratificación lenticular

Fig. 4. Columna estratigráfica levantada en la quebrada El Encuentro

Fig. 6. Modelos de estratificación.

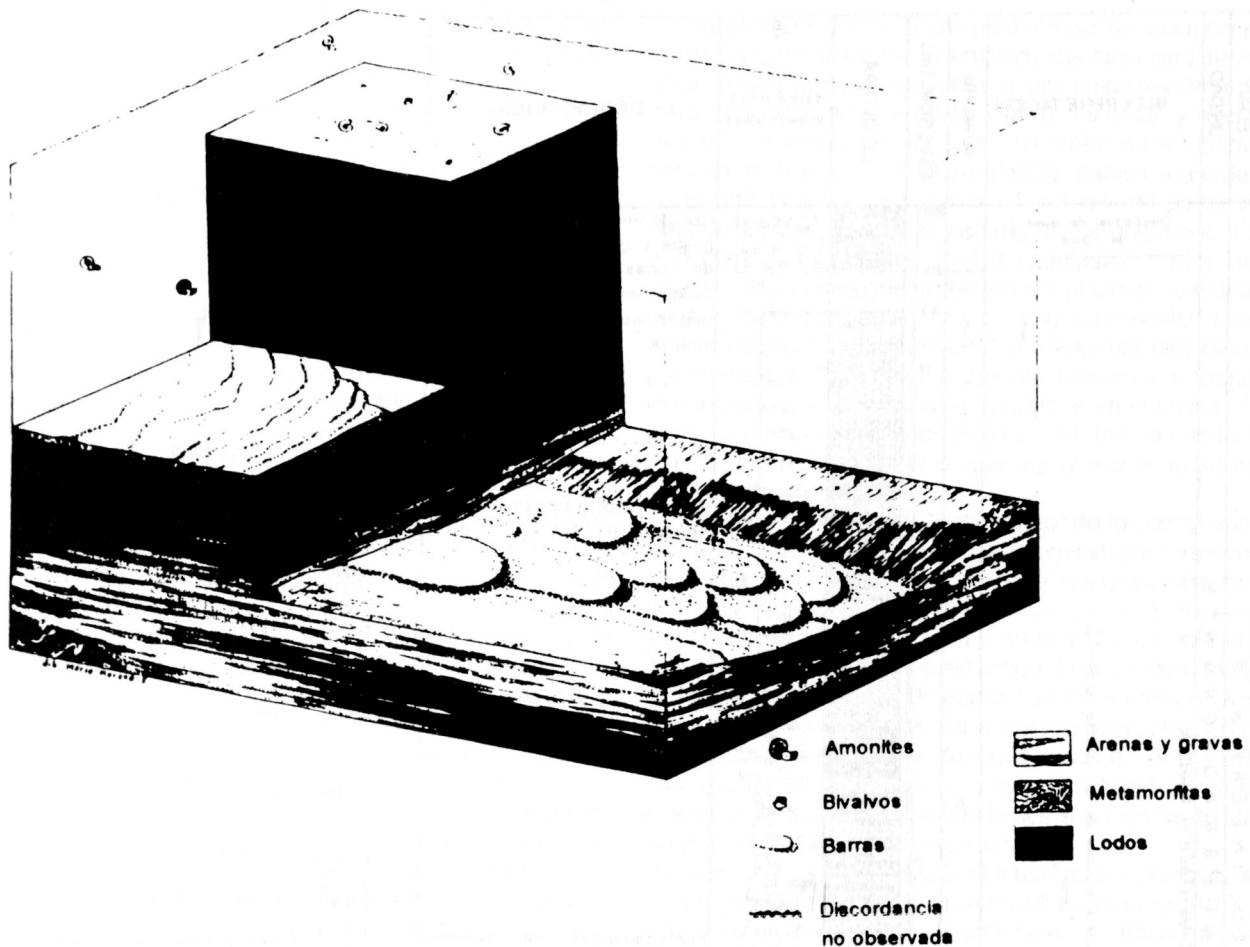


Fig. 5. Modelo de deposición propuesto para la sección levantada en la quebrada La Arenosa

(N de Caldas), estudiantes de campo de la Universidad de Caldas han encontrado fósiles de ammonites que, de acuerdo con Etayo-Serna (comunicación personal) poseen una edad valanginiana (Pardo, Moreno & Gómez, en preparación).

CONCLUSIONES

Las rocas sedimentarias cretácicas que afloran en los alrededores de Manizales, pueden ser separadas en dos intervalos denominados informalmente, "oriental" y "occidental".

El "Intervalo Oriental", de edad parcial Albiano medio, es el resultado de sedimentación en cañones o abanicos submarinos proximales con fondos anóxicos, cuyos constituyentes evidencian un área de aporte de tipo continental. La edad cretácica de sus fósiles descarta por el momento la existencia de rocas paleozoicas en el lugar. Sus características litológicas son similares a las del intervalo estratigráfico tectónico El Establo (RODRIGUEZ & ROJAS

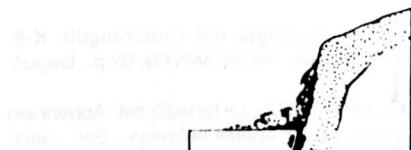
1985) o parcialmente a la Formación Abejorral (*sensu* BÜRGL & RADELLI 1968).

El intervalo occidental se interpreta como el producto de sedimentación en la zona proximal de un abanico turbidítico, al pie de acantilados submarinos. Sus constituyentes evidencian actividad volcánica simultánea con la deposición y una zona de aporte volcánica y plutónica. Las características faciales reconocidas son semejantes a las de la Formación Quebradagrande (*sensu* BOTERO 1963).

REFERENCIAS

BOTERO, G. (1963): Contribución al conocimiento de la Geología de la parte Central de Antioquia.- Anales Facultad de Minas, n. 57, p. 1-101, Medellín.

BOTERO, G. & GONZALEZ, H. (1983): Algunas Localidades Fósilíferas de la Cordillera Central, Antioquia y Caldas, Colombia.- Geología Norandina, n. 7, p. 15-28, Medellín.



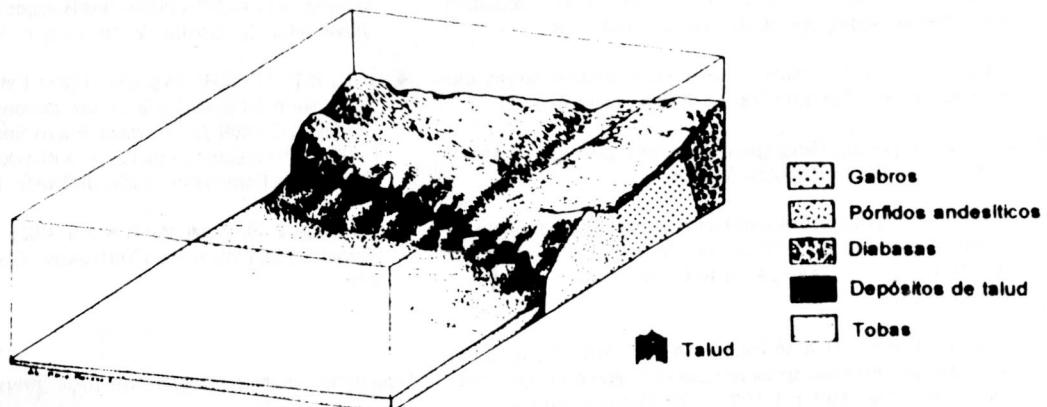
a. Fallamiento



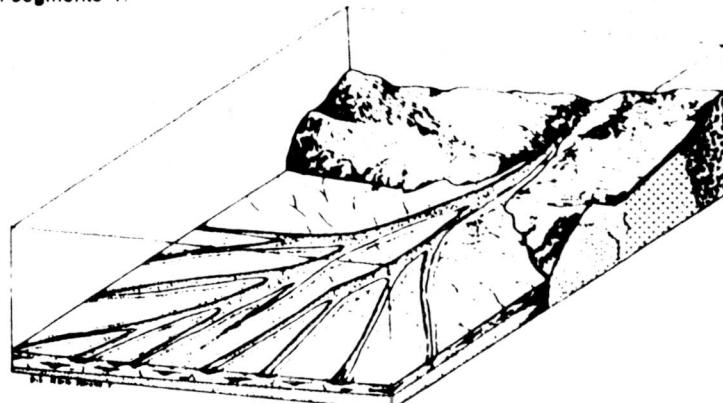
b. Depósitos de talud



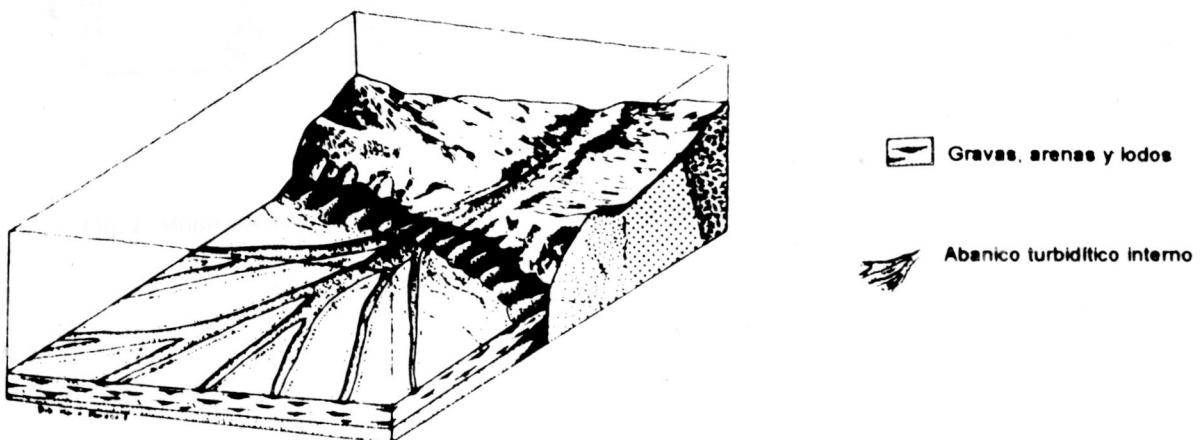
c. Caída de ceniza volcánica



Modelo de deposición propuesto para el segmento 1.



Modelo de deposición propuesta para el segmento 2.



Modelo de deposición propuesto para el segmento 3.

Fig. 6. Modelo de deposición propuesto para la sección levantada en la quebrada El Encuentro

BÜRGL, H. & RADELLI, L. (1962): Nuevas Localidades Fosilíferas en la Cordillera Central de Colombia.- *Geología Colombiana*. n. 3, p. 133 -138, Bogotá.

CEDIEL, F. & CACERES, C. (1988): *Mapa Geológico de Colombia*, escala 1:1,200.000.- GEOTEC, Segunda Edición, Bogotá.

DICKINSON, W. R. & SUCZEK, C. (1979): Plate Tectonics and Sandstone composition.- *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, V. 63 (12), p. 2164 -2182.

EINSELE, G.E. (1992): *Sedimentary basins: evolution, facies and tectonic budget*.- Springer-Verlag, 628 p., New York.

GONZALEZ, H. (1976): *Geología del Cuadrángulo J-8*.- Informe 1704, 421 p., INGEOMINAS, Bogotá.

KASSEM, T. (1972): *Mapa Fotogeológico de los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío*, escala 1:250.000.- Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, INGEOMINAS.

LOZANO, H., PEREZ, H. & MOSQUERA, D. (1975): *Prospección Geoquímica en los Municipios de Salento, Quindío y Cajamarca, Tolima*.- Informe 1692, p.1-103, INGEOMINAS, Bogotá.

MOSQUERA, D. (1978): *Geología del Cuadrángulo K-8. Manizales*.- Informe preliminar, INGEOMINAS, 62 p., Ibagué.

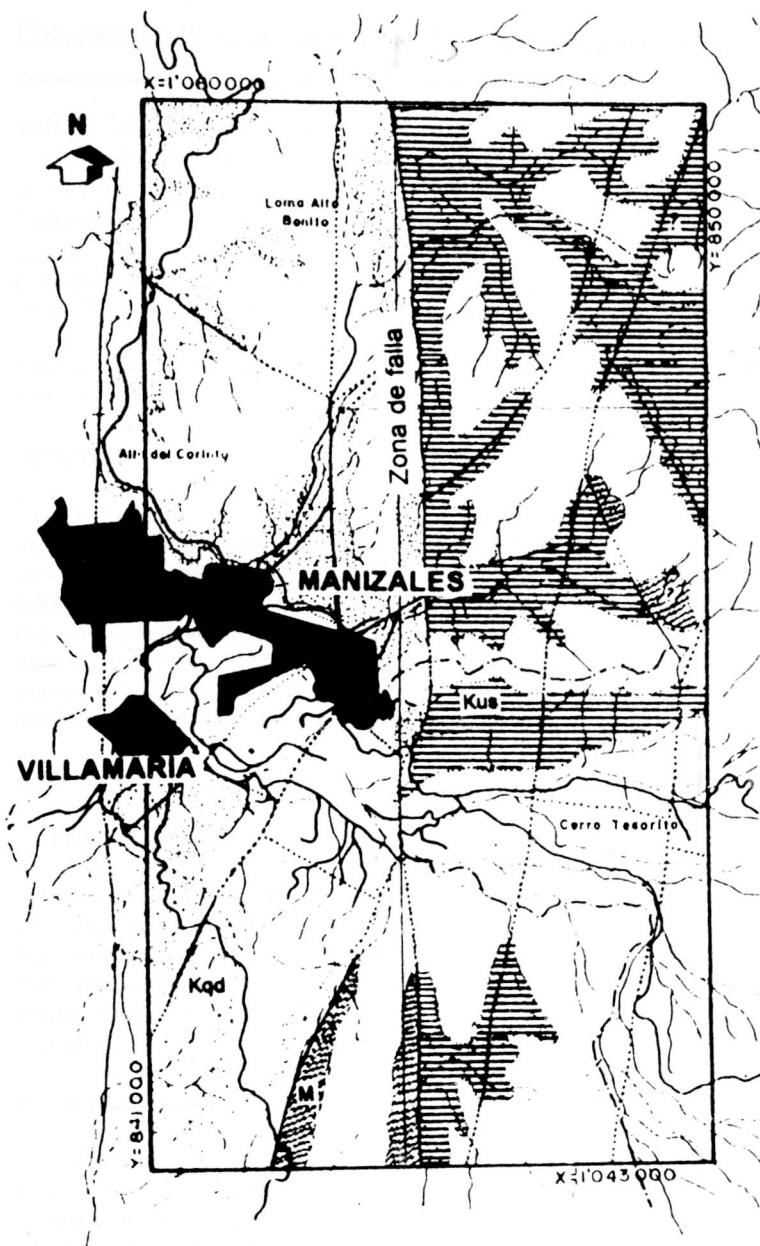
MUTTI, E. & RICCI-LUCCHI, F. (1972): *Le turbiditi dell' Appennino settentrionale: introduzione all' analisi di facies*.- *Soc. Geol. Italiana, Mem.*, v. 11, p. 161-199.

NARANJO, J. L. & RIOS, P.A. (1989): *Geología de Manizales y sus Alrededores y su Influencia en los Riesgos Geológicos*.- *Revista Universidad de Caldas*, V. 10, 1 - 3, p. 1-113, Manizales.

RODRIGUEZ, R.C. & ROJAS, L.R. (1985): *Estratigrafía y Tectónica de la Serie Infracretácea en los alrededores de San Félix, Cordillera Central de Colombia*. Etayo-Serna, F. & Laverde M., F., Eds.- *Proyecto Cretácico, P.XXI-1-XXI-21, Publicaciones Geológicas Especiales*, INGEOMINAS, No. 16, Bogotá.

SHANMUGAN, G. & MOIOLA, R.J. (1982): *Eustatic Control of Turbidites and Winnowed Turbidites*.- *Geology*, v. 10, p. 231-235.

Manuscrito recibido, Octubre de 1994; revisado, Noviembre de 1994.



CONVENCIONES

Depositos aluviales y volcánicos
del Terciario y Cuaternario no
diferenciados.



Intervalo Occidental



Intervalo Oriental



Rocas metamórficas



Falla geológico



Falla geológico cubierto



Falla geológico de localización aproximada



Contacto entre unidades geológicas



Río y Quebrada

0 1 2 km.

Fig. 7. Mapa geológico de Manizales y alrededores. Modificado de Naranjo & Ríos (1989)