

Contribución al Conocimiento de la Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista (Límite Jurásico-Cretácico). Región Noroeste de Villavicencio (Meta)¹

JORGE DORADO GALINDO (Q.e.p.d.)

Universidad de Caldas, Facultad de Geología y Minas, Manizales, Colombia

DORADO-GALINDO, J. (1990): Contribución al Conocimiento de la Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista (Límite Jurásico-Cretácico). Región Noroeste de Villavicencio (Meta). - Geol. Colombiana, 17, pp. 7- 39, 13 figs, 2 Tablas, Bogotá.

RESUMEN

La Formación Brechas de Buenavista constituye el registro de un evento sedimentológico muy peculiar, quizás sin paralelo en la estratigrafía mesozoica de Colombia. Las presentes notas tratan sobre las litofacies de esa unidad que aflora en las estribaciones del borde llanero (Cordillera Oriental), al NW de Villavicencio (Meta), enmarcada en una región tectónicamente compleja. Reposa discordantemente sobre el Grupo Quetame (Cámbrico-Ordovícico) e infrayace mediante límite gradacional a la unidad "Parte Media del Grupo Cáqueza" (Berriasiano-Valanginiense).

En este trabajo, la Fm. Brechas de Buenavista se subdivide en un Segmento Inferior, constituido por brechas poligénicas depositadas por avalanchas de detritos y corrientes cargadas de fango y probablemente corresponde a un abanico aluvial; y en un Segmento Superior, caracterizado por la presencia de ruditas marinas, areniscas feldespáticas, subfilarenitas y filarenitas, intercaladas entre shales, arcillolitas y limolitas. La secuencia de este Segmento se originó bajo un mar somero, enmarcado por una costa rocosa y escarpada; gran parte de los detritos habrían sido depositados por corrientes de turbiedad que actuaron en aguas poco profundas y en áreas donde ocurrió rápido enterramiento de los materiales.

Los resultados de análisis petrogenéticos y faciales sugieren que la fuente de detritos

constituye una provincia metamórfica, emergida por procesos tectónicos y sometida a rápida e intensa erosión.

La edad de la Fm. Brechas de Buenavista se establece con base en la fauna de amonitas asociada a las subfacies lutíticas del Segmento Superior. La presencia de los géneros *Substeueroceras*, *Himalayites*, *Parodontoceras*, *Protacanthodiscus* y algunas morfoespecies del género *Berriasella* permiten postular que se trata de sedimentos del Titoniano Superior.

ABSTRACT

The "Formación Brechas de Buenavista" constitutes the record of a very peculiar sedimentological event, perhaps without parallel within the mesozoic stratigraphy of Colombia. This paper refers to the lithofacies of this unit, which crops out in the eastern margin of the Eastern Cordillera, NW of Villavicencio (Meta), framed within a region tectonically complex. The unit rests unconformably over the "Grupo Quetame" (Cambrian-Ordovician) and is overlain by a gradational limit with the unit "Parte Media del Grupo Cáqueza" (Berriasian-Valanginian).

In this paper, the "Fm. Brechas de Buenavista" is subdivided into a "Segmento Inferior" (lower part), which is composed by polygenic breccias deposited by detritus avalanches and debris-flow processes, and probably represents an alluvial fan; and in a "Segmento Superior" (higher part), characterized by marine rudites, feldspathic sandstones and siltstones; this sequence was deposited in a shallow marine environment, surrounded by a rocky and steep coast; much of the detritus had been

¹ Este estudio es el resumen del Trabajo de Grado presentado por el autor en el año de 1984, como uno de los requisitos para obtener su título de Geólogo en la Universidad Nacional de Colombia - Sede de Bogotá (Departamento de Geociencias).

deposited by turbidity streams, this deposition taking place in shallow waters and in areas where rapid burial of the sediments occurred.

Results of petrogenetic and facial analysis suggest that the detritus source was constituted by a metamorphic province, emerged by tectonic processes and subjected to rapid and intense erosion; the contributing area was located to the SE of the studied region.

The age of the "Fm. Brechas de Buenavista" has been established with basis in the ammonite faune associated to the pelitic sub-facies of the "Segmento Superior". The assembly of the genus *Substeuero-ceras*, *Himalayites*, *Parodontoceras*, *Protacantho-discus* and some morphospecies of the genus *Berriasella* permit to postulate that the formation is of Upper Tithonian sediments.

1. INTRODUCCION

El área estudiada cubre aproximadamente 120 km² y se localiza al W de Villavicencio y SW de Restrepo, Dpto. del Meta (Fig. 1). El estudio hace referencia a las rocas que Renzoni (1965, 1968: 93) agrupa bajo la denominación "Brechas de Buenavista" asignándolas con duda al Mesozoico inferior. Tales rocas afloran en la parte este del Macizo de Quetame, región central de la Cordillera Oriental, y hacen parte del conjunto de sedimentitas que constituyen el relleno lítico de la "Cuenca de Cundinamarca", expresión ésta introducida por Bürgli (1961: 157-158) para designar a la "región inundada por el mar titoniano" y que, según él, estaba ya preformada como depresión en el Jurásico inferior.

El conocimiento anterior a este trabajo sobre las "Brechas de Buenavista" se limita a las siguientes referencias histórico-descriptivas.

Bürgli (1960: 182) reporta: "E. A. Scheibe (1938, pp. 10-11) observó en la bajada de Buenavista a Villavicencio un conglomerado compuesto de cuarcita, esquisto verde y esquistos filíticos y está inclinado a considerarlo como Girón". Al tiempo, Bürgli opina: "Tal vez este conglomerado corresponde a él en la base del Rético(?)-Liásico de Santa María".

Renzoni (*op. cit.*) describe a las "Brechas de Buenavista" así: "brecha- conglomerado compuesto de guijos, guijarros y bloques de esquistos, cuarcitas, filitas y de conglomerado similar al que se encuentra en la base de las Areniscas de Gutiérrez-Quetame". Afirma que la unidad descansa inconformemente sobre rocas paleozoicas y supone que esté cubierta por capas cretácicas; además, Renzoni plantea un origen "puramente local" y establece primero correlación con el Grupo Girón y luego con la parte baja (eo-mesozoica) del Grupo La Ardita, establecido por Segovia (1963: 26).

Sin mayores variaciones la descripción dada por Renzoni es referida por Julivert *et al.* (1968: 179), y dos notas breves sobre esa unidad se presentan en las

"guías de excursiones" realizadas a lo largo de la carretera Bogotá-Villavicencio por Campbell (1962: 6) y Forero (1980: 20).

Dado que en los trabajos citados se plantean interrogantes acerca del origen y edad de las "Brechas de Buenavista", el autor de estas notas inició el estudio de esa unidad con el propósito de definir su estratigrafía e interpretar los procesos registrados en la misma. Los resultados se presentaron al Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional (Bogotá) como requisito parcial para optar al título de Geólogo (Dorado, 1984).

Inicialmente se contempló la elaboración de la cartografía geológica (Fig. 2) y durante el desarrollo de ésta se seleccionaron cinco secuencias estratigráficas para estudio detallado de la Formación Brechas de Buenavista, a saber: 1) Sección en la Quebrada Paujil, 2) Sección en la Quebrada La Rosa, 3) Sección en la Quebrada Buenavista, 4) Sección en el carretable Buenavista-Samaria, y 5) Sección en la Quebrada Honda (Fig. 2).

Tanto en trabajos de campo como de laboratorio (petrografía) se tuvieron en cuenta conceptos, entre otros, de los siguientes autores:

Basu *et al.* (1975); Beard & Weyl (1973); Blatt (1967); Bockman (1952); Campbell (1967); Corrales *et al.* (1977); Crook (1960); Dickinson (1970); Dickinson & Suczek (1979); Folk (1968); Geyer (1973); Pettijohn (1976); Pittman (1970); Potter (1983); Powers (1953); Reineck & Singh (1975); Tucker (1982); Twenhofel (1947); Wilson & Pittman (1977).

En el estudio paleontológico sobre descripción sistemática de la fauna de amonitas colectada se siguió el orden propuesto por Arkell *et al.* (1957), considerando los comentarios que plantean Etayo-Serna (1964) y Wiedmann (1967, 1968, 1973, 1975 y 1980). La parte paleontológica y bioestratigráfica del estudio está siendo complementada con nuevos datos y será publicada próximamente.

Al final, y con base en el análisis de los resultados, se elaboró un "modelo" (v. más adelante) para ilustrar el paleoambiente sedimentario que originó la Fm. Brechas de Buenavista.

2. LITOFACIES DE LA FORMACION BRECHAS DE BUENAVISTA

El estudio de secciones estratigráficas en las Quebradas Paujil, La Rosa, Buenavista y Honda y en el carretable Buenavista-Samaria (Fig. 2), permite diferenciar dos conjuntos litológicos característicos en la Fm. Brechas de Buenavista, los cuales en este trabajo se denominan Segmento Inferior y Segmento Superior (Fig. 3).

Si bien las brechas (ruditas cementadas en las que predominan fragmentos angulosos, *s. str.*) se restringen a la parte baja (Segmento Inferior) de la unidad, y considerando que la denominación "Brechas de Buenavista" ha sido aceptada por varios autores, en el presente

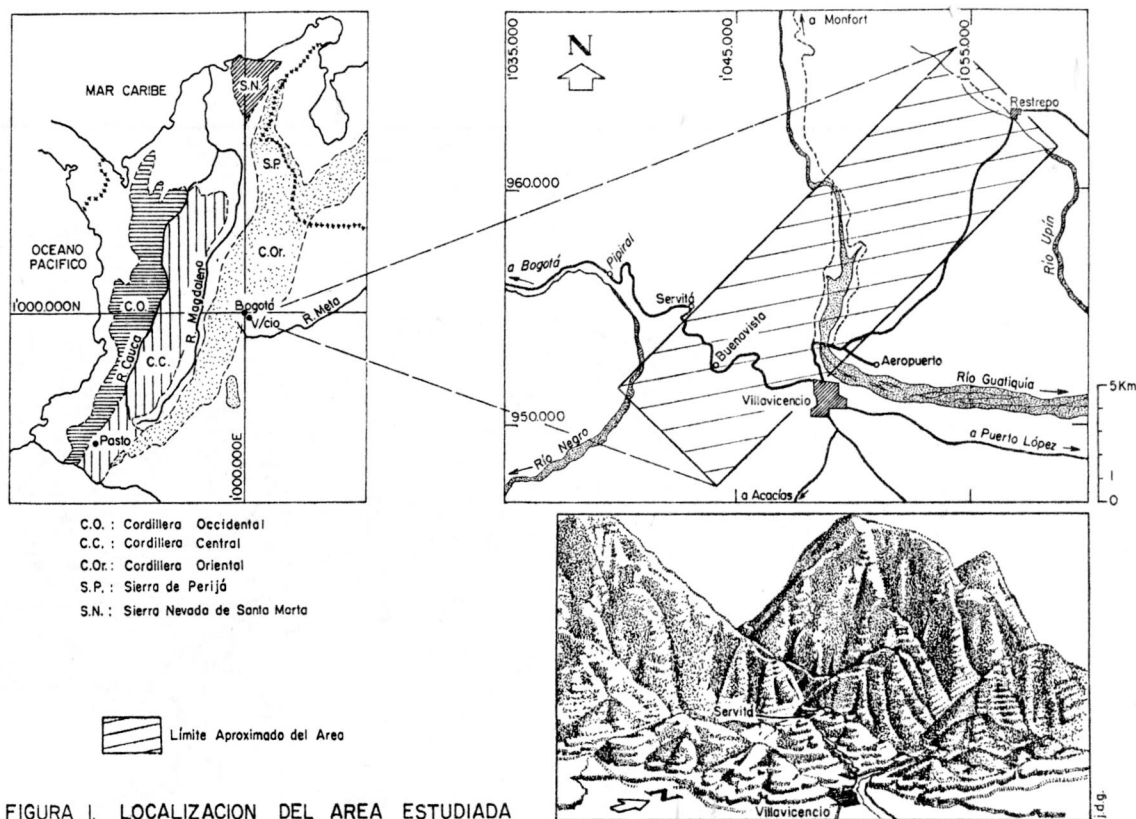


FIGURA 1. LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA

estudio se mantiene tal nombre pero con el rango de formación.

2.1 Segmento Inferior

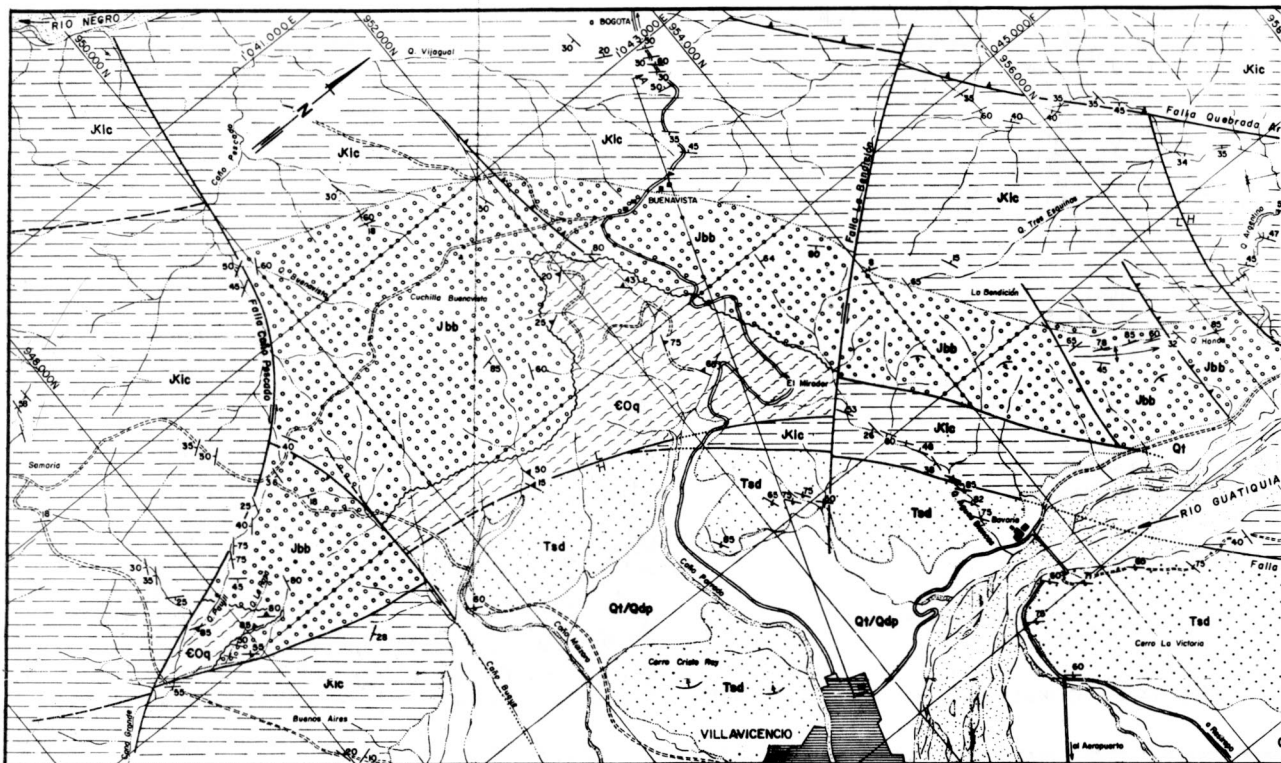
Ruditas

En el Segmento Inferior se encuentran ruditas cementadas en cuya armazón predominan fragmentos angulosos de pizarras, filitas y esquistos y en menor porcentaje fragmentos de conglomerados ortocuaríticos con cantos redondeados de cuarzo lechoso. Se trata de brechas clastosoportadas con intersticios rellenos con fragmentos metamórficos de tamaño arena gruesa y media; en las capas estratigráficamente más altas la matriz se vuelve areno-arcillosa. El cemento es silíceo y en casos calcáreo. El color de estas rocas es variado y se define por el de sus constituyentes mayores, así: verde-grisáceo donde predominan fragmentos de filitas y esquistos; blanco-grisáceo donde hay mayor contenido de cantos de cuarzo; cuando la meteorización es avanzada, en estas rocas predomina el color rojizo debido a la presencia de óxidos de Fe secundarios.

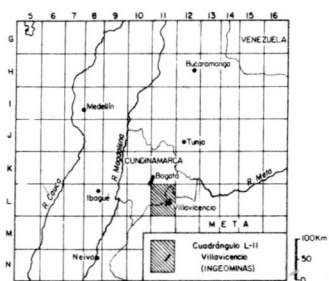
Rasgos Texturales. La distribución de tamaño es polimodal. Se diferencian cuatro o más clases de tamaño de grano, desde gránulos hasta bloques, con predominio de guijarros (55%) y bloques (30%) (150 medidas directas, Quebrada Paujil). De manera global, el tamaño del grano en el Segmento Inferior disminuye tanto en la vertical como en la lateral (de mayor a menor en la dirección SW-NE). El calibrado es muy pobre.

La forma de los constituyentes de la armazón es discoidal y en menor proporción elipsoidal. Alrededor de 75% son fragmentos angulosos a subredondeados, con baja esfericidad. Las superficies de los cantos están corroídas y levemente pulidas. Los contactos, longitudinales y puntuales, presentan límites y superficies deformadas, con rastros de rozamiento y desde los mismos se originan fracturas radiadas. El espacio de poros originales visibles es reducido.

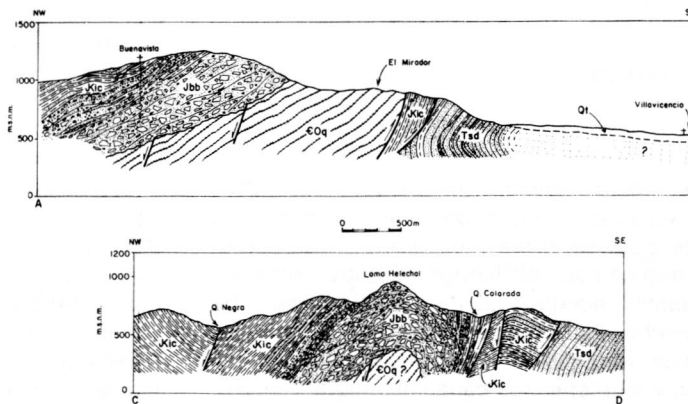
Estructuras Sedimentarias. La más característica es la disposición desordenada, caótica, de los fragmentos. El aspecto de los bancos es masivo, crudamente estratificados; no obstante, las capas de la parte más alta del Segmento, además de presentar gradación de grano que se interrumpe en superficies erosivas,

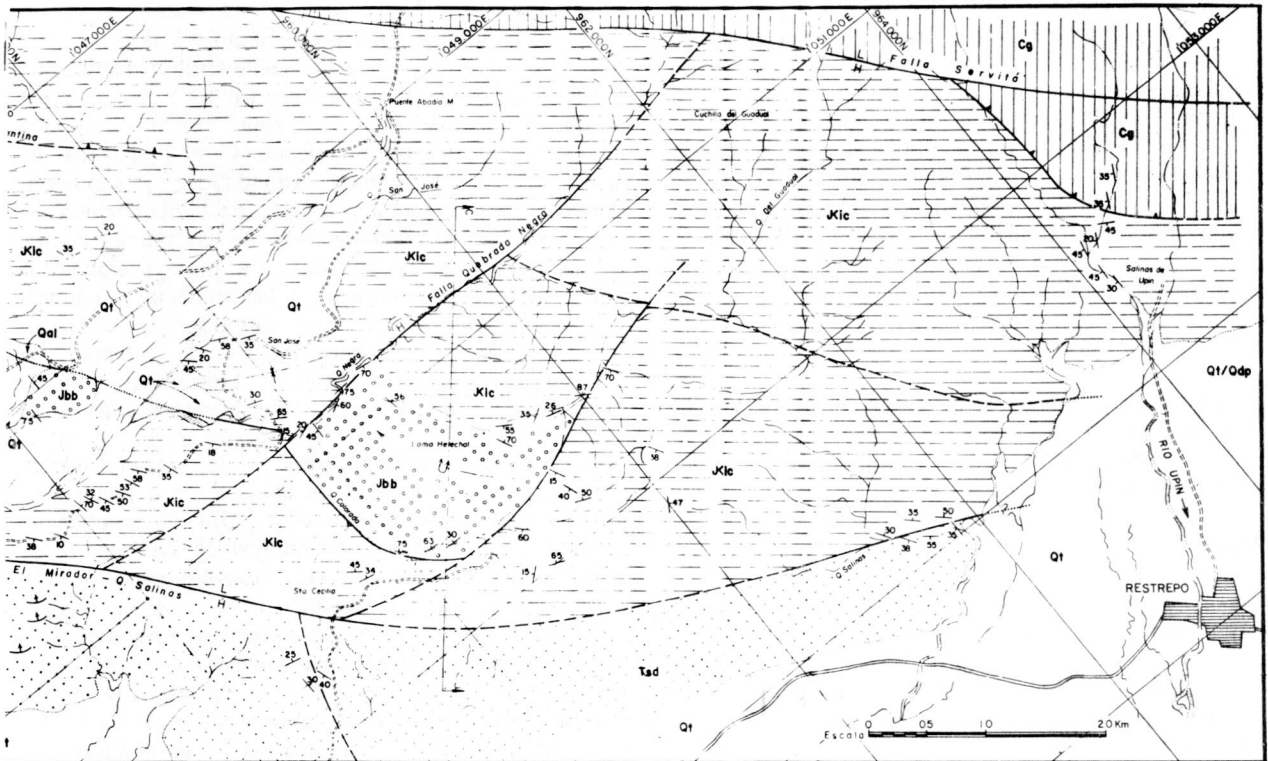


CORTES GEOLOGICOS



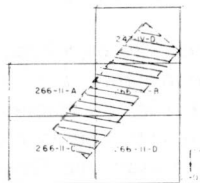
Localización aprox. del área cartografiada






LEYENDA

CUATERNARIO	Qal	Depósito Aluvial	—H—	Falla (L: Bloque levantado, H: Bloque hundido)
	Qdp	Derrubio de Pendiente	—	Falla de Empuje
	Qt	Terraza	—	Falla Transversal
TERCIARIO	Tsd	Terciario no diferenciado	---	Lineamiento de falla Interida
CRETACEO INFERIOR	Kic	Parte Media del Grupo Cúcuta	---	Contacto Geológico
CRETACEO SUPERIOR	Jbb	Formación Brechas de Buenavista	---	Inconformidad
CARBONIFERO	Cg	Capas Rojas del Valle del Guatiquia	80°	Rumbo y Buzamiento de Estratificación: Estratos en posición normal
CAMBRIICO-ORDOVICIO	Coq	Grupo Quetame	75°	Estratos en posición invertida
			35°	Rumbo y Buzamiento de Foliación
			—	Dirección de Buzamiento Paleogeológico
			—	Sinclinal
			—	Anticlinal
			—	Anticlinal Invertido
			—	Dirección de Corte Geológico



Límite Aproximado de la zona topográfica y Pluvial Antiguos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		MAPA GEOLOGICO		
	FACULTAD DE CIENCIAS				
	DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS				
	Trabajo de Grado		Topografía	Escala	Figura
	Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista		I. G. A. C., 1960	1: 25 000	2
IDEBE	GALINDO	Asesor: Dr. J. M. JICA L.	Dibujó: J. J. JICA L.	Fecha: Enero de 1984	

exhiben una relativa orientación de los cantos, alineados con sus ejes mayores semejando imbricación.

Espesor y Límites. En general, la forma del depósito que corresponde al Segmento Inferior se asemeja a un prisma. Su espesor disminuye de SW a NE, desde 110 m (el mayor medido) en la Quebrada Paujil hasta 70 m (estimado) en la Loma Helechal, en donde la secuencia está invertida y no se observa su base. El Segmento Inferior suprayace inconformemente a filitas verdes y grises del Grupo Quetame; las dos unidades definen discordancia angular con superficie de contacto erosiva. El techo del Segmento está determinado por la presencia de las primeras capas y láminas de rocas arenolutíticas del Segmento Superior y que se disponen sobre brechas que gradan a conglomerados.

2.2 Segmento Superior

El espesor total de este Segmento es de aproximadamente 45 a 60 m. El límite con la secuencia suprayacente (unidad "Parte Media del Grupo Cáqueza") es de carácter gradacional.

Ruditas

En el Segmento Superior este tipo textural está representado por brechas y conglomerados. Estos constituyen alrededor de 10% a 15%, dependiendo del sitio que se considere. Están confinadas hacia la parte baja del Segmento, pero se presentan esporádicamente en la parte media del mismo.

Las brechas son clastosoportadas y con material intersticial areno-arcilloso de colores gris y negro; la armazón está constituida por fragmentos de filitas, esquistos y cuarcitas. El cemento es silíceo o calcáreo, con predominio del primero.

Los conglomerados presentan dos tipos texturales: Conglomerados de Guijarros y Conglomerados de Gránulos, ambos tipos granosoportados y en sectores con soporte de lodo y matriz detrítica fina. Los constituyentes de la armazón son predominantemente metamórficos, así: Cuarzo (policristalino en mayor porcentaje), feldespato (esencialmente plagioclasa) y fragmentos líticos (de filita, esquisto y cuarcita). Una aproximación grosera sobre la composición promedio de tales conglomerados está representada por la fórmula $Q_{65}F_{12}L_{23}$ (Tabla 1).

De acuerdo con características genético-descriptivas, los tipos texturales descritos corresponden al grupo de "Ruditas Marinas y Lacustres" (*sensu* Corrales *et al.*, 1977: 266), dados su carácter poligénico y contenido de matriz detrítica fina. Estas rocas son las representantes de grano grueso de las familias de arenitas líticas y arcóscas que se describen más adelante.

Rasgos Texturales. Las brechas, pobremente calibradas, presentan tres o más clases de tamaño de grano, desde gránulos hasta bloques, con predominio

de guijos y guijarros. En mayor porcentaje los fragmentos son angulosos a subredondeados, con baja esfericidad. Abundan los fragmentos elongados. Las superficies de los cantos presentan costras de oxidación (que les imprime color rojizo) y sistemas de fracturas orientadas al azar.

En los conglomerados predominan los dos tipos de granos citados; sin embargo, es notoria la distribución de tamaño polimodal (-6ø a -1ø). En las muestras analizadas al microscopio (v. Tabla 1), el porcentaje promedio de granos angulosos y subangulosos es mayor que el de granos redondeados y subredondeados, aunque tal angulosidad está influenciada en alto grado por sobrecrecimiento en los bordes de los granos. Además, predominan los granos elongados sobre los equidimensionales, y los contactos puntuales y longitudinales sobre los suturados y cóncavo-convexos. Es significativamente alto, también, el porcentaje de granos flotantes. Los conglomerados descritos varían de regular a pobremente calibrados.

Estructuras Sedimentarias. Las rocas descritas se disponen en capas de dm a m de espesor y su variación lateral es bien notable. En las brechas es característica la disposición caótica de los fragmentos y en los conglomerados se observa estratificación gradada normal. Las brechas forman cuerpos lenticulares con estratificación irregular, interestratificadas entre arenitas y shales con estratificación ondulada paralela. En la base de los bancos de brecha y conglomerado son relativamente abundantes superficies erosivas, que marcan una variación fuerte en la litología al pasar a subfacies lutíticas. En algunos bancos de conglomerado se observa incipiente estratificación cruzada, así como canales erosivos.

Arenitas y Lutitas

(Tabla 1 y Fig. 4). Las arenitas del Segmento Superior comprenden los siguientes tipos:

Areniscas Feldespáticas (-1ø a +3ø) de colores verde, gris y amarillo y composicionalmente con fórmula $Q_{72}F_{24}L_4$; **Subfilarenitas** (+1ø a +5ø) de colores amarillo y gris, y **Filarenitas** (+2ø a +5ø) negras y grises, composicionalmente con fórmulas promedio $Q_{83}F_7L_{10}$ y $Q_{74}F_3L_{23}$.

En las areniscas feldespáticas los granos del armazón promedian el 78%, entre los cuales el porcentaje de cuarzo monocristalino es aproximadamente igual al de cuarzo policristalino; predomina plagioclasa sobre feldespato potásico y los fragmentos líticos son en su totalidad metamórficos (especialmente filita). Entre las micas sobresale el contenido de muscovita, sericita y algo de biotita, y entre los accesorios epidota y circón. La matriz en promedio representa 13% y está constituida predominantemente por arcilla alogénica, con bajo porcentaje de arcilla autigénica. El cemento (9%) es silíceo y en casos de carbonatos.

En las subfilarenitas la armazón representa el 70% y

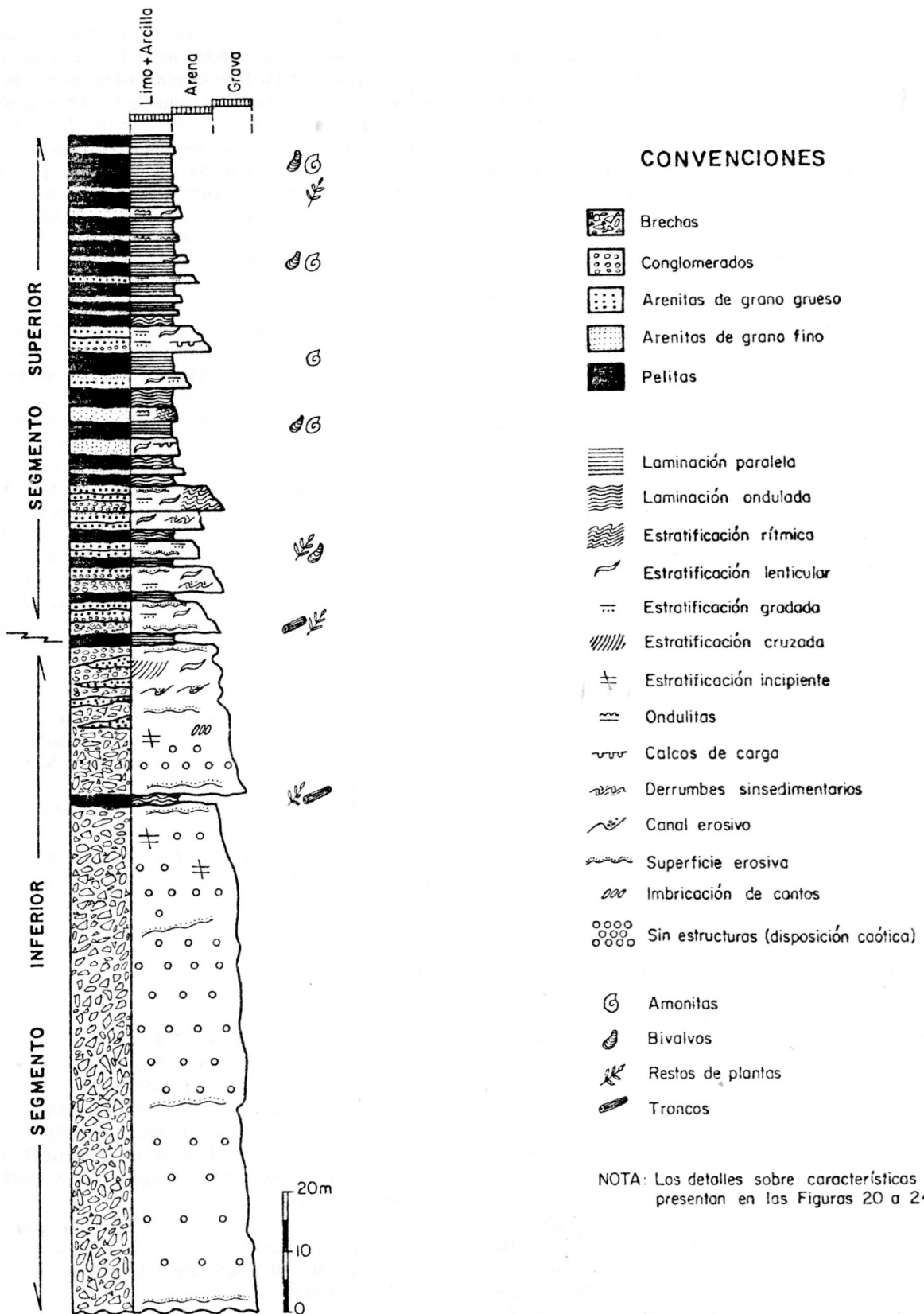


FIGURA 3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACION BRECHAS DE BUENAVISTA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATIZADA

entre sus constituyentes predominan cuarzo policristalino sobre el monocristalino, plagioclasa sobre feldespato potásico; entre los fragmentos de roca son más abundantes el cuarzo policristalino y las filitas que los esquistos. El contenido de matriz es de 29 % y consta esencialmente de arcilla. El cemento, escaso, es predominantemente calcáreo, aunque se presentan también óxidos de Fe (hematita) y minerales autigénicos de arcilla.

Las filarenitas presentan alto porcentaje (35%) de carbonato como material cementante, no así la cantidad de arcilla alogénica (6%) que constituye la matriz. Es significativo también el porcentaje de fragmentos líticos metamórficos con respecto a los líticos sedimentarios. Los otros constituyentes de la armazón son cuarzo policristalino y monocristalino (predominando este último), plagioclasa (no parece estar presente feldespato potásico) y micas y minerales accesorios en muy bajo porcentaje.

Las subfacies lutíticas del Segmento Superior representan alrededor de 65%. Con las arenitas descritas conforman una alternancia de capas (cm a dm, esporádicamente m, de espesor) y láminas (mm a cm de espesor). Predominan shales sobre arcillolitas y limolitas arenosas, las cuales se confinan hacia la parte alta del Segmento.

Los shales son negros, arenosos y calcáreos, duros y bastante fosilíferos. El rasgo resaltante es su fisilidad y "esquistosidad" con presencia de minerales micáceos y brillo lustroso, características que sugieren una diagénesis alta.

Las arcillolitas y limolitas son de colores amarillo y café, algo silíceas y friables. Como los shales, son bastante fosilíferas.

Rasgos Texturales. Las arenitas son granodecrecientes y presentan distribución de tamaño polimodal. Los constituyentes clásticos de la armazón exhiben sobrecrecimiento secundario, principalmente los granos inestables como feldespato; este hecho ha afectado las características texturales originales; así, aunque el porcentaje de granos con bordes angulosos y subangulosos originales es alto, tal angulosidad ha sido incrementada por recristalización ("pore-lining"). Por lo general, en las arenitas predominan los granos elongados sobre los equidimensionales. El calibrado varía desde moderado ($So = 1.4 - 2.0$) hasta pobre ($So = 2.0 - 2.7$). Además, es muy notorio el predominio de contactos entre granos puntuales y longitudinales sobre los cóncavo-convexos y suturados. El porcentaje de granos flotantes es moderadamente alto.

Estructuras Sedimentarias. Hacia la parte baja del Segmento Superior los niveles de arenitas exhiben estratificación lenticular y ondulada paralela, así como estratificación gradada normal, y en los niveles conglomeráticos se observa imbricación de cantos. A lo largo de todo el Segmento se presenta estratificación rítmica. En algunos sitios se evidencian paleoderrumbes

que ocasionaron que bloques de brechas y conglomerados quedaran atrapados entre litologías de grano fino. Se presentan también bloques exóticos de brechas de hasta 10 m de diámetro, embebidos entre shales y lodolitas frecuentemente con impresiones de fósiles. La presencia de marcas de herramientas (tool-marks) y ondulitas, se restringe a las partes media y alta del Segmento, en capas de arenitas de grano fino y principalmente en afloramientos de las Quebradas Paujil y Buenavista. En la Quebrada Honda se encontraron turboglifos ("flute-casts") en cantos de areniscas mal calibradas.

Los shales, arcillolitas y limolitas del Segmento Superior presentan laminación plana paralela continua y ondulada paralela, especialmente en los niveles más altos. En casos en que shales reposan directamente sobre bancos de brecha y arenisca lo hacen como relleno de canales, formando capas y láminas que siguen la forma del canal, con la concavidad hacia abajo. Es característica también la presencia de lentes de shales negros interestratificados entre capas de brecha. En afloramientos de la Quebrada Negra se encontraron, en shales calcáreos, huellas de rodamiento ("rools-marks") que se atribuyen a conchas de amonitas adornadas con nudos ventrales equidistantes. Hacia la parte terminal del Segmento Superior ocurren también estructuras poligonales que se interpretan como grietas sinérgicas ("shrinkage-cracks").

Fósiles. Los fósiles, principalmente amonitas y bivalvos, se encuentran en shales negros y areniscas de grano fino; son frecuentes restos de plantas y de peces. El estudio detallado de la fauna colectada se restringió a las amonitas. Estas ocurren casi siempre como impresiones laterales, regularmente preservadas y frecuentemente deformadas. El lado ventral es visible en pocos casos y ningún ejemplar de la colección tiene preservada la línea de sutura. Como característica común presentan un marcado paralelismo con las superficies de estratificación.

La fauna de amonitas estudiada, con abundantes individuos, es la siguiente:

QUEBRADA PAUJIL

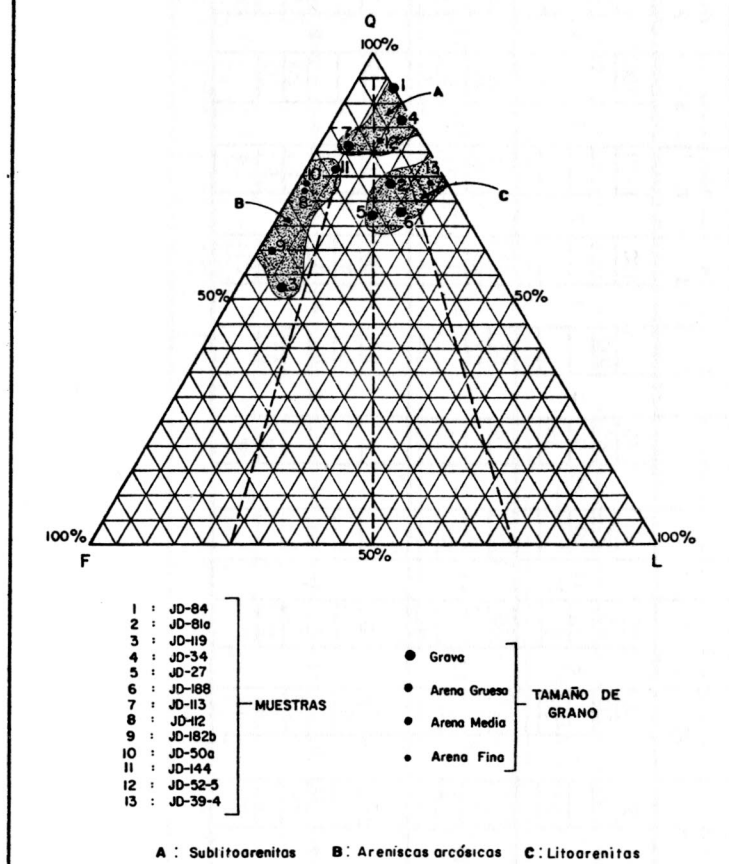
Berriasella cf. *B. krantzi* A. LEANZA
Berriasella sp., aff. *B. pastorei* A. LEANZA
Berriasella sp., aff. *B. peruviana* RIVERA
Protacanthodiscus sp., aff. *P. andreae* (KILIAN)
Substeuerocheras cf. *S. subquadratum* IMLAY
Hemispiticeras sp., aff. *H. steinmanni* (STEUER)
Windhausenicer cf. *W. internispinosum* (KRANTZ)
Leptoceras sp. 2

QUEBRADA LA ROSA

Berriasella sp., aff. *B. pastorei* A. LEANZA
 ? *Dickersonia* sp.

CARRETEABLE BUENAVISTA - SAMARIA

FIGURA 4
TRIANGULO DE ANALISIS COMPOSICIONAL
ESTABILIDAD COMPOSICIONAL



Substeueroceras cf. *S. koeneni* (STEUER)

Paradontoceras cf. *P. antilleanum* IMLAY

Himalayites sp. 1

Himalayites sp. 2

Leptoceras sp. 1

?*Protancyloceras* sp.

QUEBRADA TRES ESQUINAS

Kossmatia sp.

?*Pseudolissoceras* sp., aff. *P. zitteli* (BURCKHARDT)

El estudio detallado de las formas relacionadas, así como las ilustraciones respectivas, se encuentran en Dorado (1984).

2.3. Análisis Facial

2.3.1 Segmento Inferior.

Composición

El depósito que corresponde al Segmento Inferior es de procedencia local, entre otros, por los siguientes hechos:

- Existe una marcada semejanza en composición entre las ruditas de ese depósito y las rocas de la unidad infrayacente (Grupo Quetame). Es significativa y notoria en el Segmento Inferior la riqueza de fragmentos líticos inestables, predominantemente metamórficos.

- El alto porcentaje de clastos angulosos y subangulosos, discoidales y elongados, que caracterizan el Segmento Inferior reflejan poco transporte.

- El depósito es textural y mineralógicamente inmaduro.

Es decir, los materiales que conforman el Segmento Inferior evidencian estrecha proximidad con las rocas del área fuente. Se infiere que la fuente principal de esos materiales constituía una provincia de rocas metamórficas de bajo grado, expuestas en áreas de intenso plegamiento.

Dicha provincia correspondió al Grupo Quetame, cuyas metamorfitas debieron conformar un cinturón de apreciable relieve sometido a erosión al tiempo que sufría deformación y levantamiento (Fig. 5).

Según Twenhofel (1947:120), las rocas metamórficas producen partículas elipsoidales al ser sometidas a denudación; esta apreciación es compartida por Folk (1968: 89) al anotar que los fragmentos de roca metamórficos elongados o elipsoidales se derivan de rocas foliadas. Tal es el caso presente.

Por otro lado, la presencia de fragmentos líticos con textura tipomórfica foliada mezclados con fragmentos redondeados (retrabajados) de conglomerados constituidos por cantos de cuarzo, indica la presencia de una fuente sedimentaria adicional. Se supone que las sedimentitas de la parte baja de la Fm. Areniscas de Gutiérrez-Quetame (*sensu* Renzoni 1968) constituyeron tal fuente. Esta unidad se inicia a partir de un conglomerado ortocuarcítico bien calibrado, muy semejante a los fragmentos que se encuentran en el Segmento Inferior. La Fm. Areniscas de Gutiérrez-Quetame aflora al W de la región estudiada, con afloramientos típicos en la carretera Bogotá-Villavicencio y en la región del Río Sáname y Gutiérrez (Cundinamarca).

COMPOSICION

MUESTRAS		JD-84	JD-81a	JD-119	JD-34	JD-27	JD-188	JD-113	JD-112	JD-182b	JD-50a	JD-144	JD-52-5	JD-39-4
CONSTITUYENTES EN LA ROCA Porcentaje (=100%)	Armazón	79	75	79	75	69	68	66	87	75	90	61	70	54
	Matriz	17	23	15	17	24	15	29	6	22	4	20	29	6
	Cemento	4	2	6	8	7	17	5	7	3	6	19	1	40
CUARZO (Q)	Monocristalino (Qm)	53	26	14	25	18	21	32	19	21	19	17	21	30
	Policristalino (Qp)	19	24	23	36	26	23	9	28	18	35	26	28	9
FELDESPATO (F)	Plagioclasa (P)		6	7	2	11	6	7	16	18	12	9	3	2
	Potásico (F _K)		1	22			1	2	3	6	6	2	1	
FRAGMENTOS DE ROCA (L)	Cuarzo Policristalino		52	38	23	50	40		100	100	100	77	46	22
	Filita	5	17	36	59	30	42	100				23	46	56
	Esquisto		11	5	8	11	16	3	1	2	3	4	6	12
	Metarenisca		31	26	5		10							
	Sedimentarios													
MICAS	Muscovita	13	10	27	35	36	76	52	27	18	22	23	81	38
	Biotita		3	8	12	3		32	62	18	66	12	4	62
	Clorita	19	19	17		14	3	7	21	23	15	2	13	2
	Sericita		51	34	65	15	10	16	8	43	7	75	15	
		87												
MINERALES ACCESORIOS	Zircón		25	29	20	tr.	tr.	27	36	32	60	21	40	
	Turmalina			5				6	tr.	5		7	20	
	Rutilo			2	1	tr.		tr.	4	5	29	2	tr.	2
	Apatito		2	5			1		5	5	20	57	8	
	Epidota			16	75				5	5	20		35	15
	Otros			8	tr.		tr.	67	31	5	20	8	77	

COMPOSICION DEL RELLENO DE INTERSTICIOS Porcentaje (=100%)	Minerales de arcilla																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
---	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ASPECTOS TEXTURALES DE LOS GRANOS

TAMAÑO DE GRANO		- 6 Ø a 0 Ø										- 1 Ø a + 5 Ø				
CALIBRADO (SO)		Pobre a moderadamente bien calibrados (Tucker, 1982)										1.4 - 2.0				
REDONDEZ Porcentaje de granos (= 100%)	Redondeados Subredondeados Subangulares Angulares	10	2	4	6	11	2	4	10	1.4 - 2.0	1.2 - 1.4	2.0 - 2.7	1.2 - 1.4	1.4 - 2.0		
		40	18	15	15	30	14	16	25	33	25	11	14	25		
		25	68	41	31	59	25	53	35	37	35	31	27	51		
		25	12	40	48	59	27	30	30	30	50	50	19	47		
		30	65	70	35	50	35	48	34	56	30	30	60	23		
Porcentaje de granos	Equidimensionales Elongados Con sobrecrecimiento	70	35	30	65	50	65	56	44	70	70	40	77			
		25	5	20	15	20	15	16	20	20	22	5	13			
		35	20	8	17	30	29	27	23	22	25	23	33	21		
CONTACTOS ENTRE GRANOS Porcentaje (= 100%)	Puntuales Largos Cóncavo-convexos Suturados Flotantes	15	65	57	51	41	26	38	40	57	29	35	23	15		
			10	25	4	3	13		20	10	22	20	20	14		
			2	2	17	11	8		2	6	14	2	14	2	11	
			50	5	8	11	15	24	35	5	4	26	44	39		

Granulometría y Estructuras Sedimentarias

Con base en los rasgos texturales y otros datos sedimentológicos descritos, el origen del Segmento Inferior se atribuye a movimientos de remoción en masa, posiblemente avalanchas de detritos y corrientes cargadas de fango. Es decir, representaría un depósito de "debris flow" en el sentido de Corrales et al. (1977: 348), proceso éste extensamente activo en Abanicos Aluviales según Reineck & Singh (1975:355).

La parte más baja del Segmento corresponde probablemente a materiales acumulados en pendientes inclinadas de la cabecera de abanicos; su cercanía a la fuente de aportes explicaría el característico mayor tamaño de los detritos. Los materiales de la parte más alta del depósito corresponderían a una zona transicional, en la cual interactuaron procesos marinos y fluviales, es decir, donde ocurrió gradación e interdigitación con depósitos marinos costeros (Fig. 5).

Esta interpretación permite explicar el hecho de que las ruditas del Segmento Inferior -granulometría muy gruesa- se encuentren en estrecha asociación con las facies de menor energía, depositadas en áreas de menor gradiente y correspondientes al Segmento Superior.

2.3.2. Segmento Superior

Composición

Como ya se anotó, las metamorfitas del Grupo Quetame debieron conformar un cinturón emergido por movimientos tectónicos (fallamiento de bloques) sometido a rápida erosión. Tal como se postula para el Segmento Inferior, esas metamorfitas constituyeron también la fuente principal de detritos para el depósito que corresponde al Segmento Superior, por los siguientes hechos:

- Textural y mineralógicamente las rocas clásticas de grano grueso, confinadas hacia la parte baja del Segmento Superior, son inmaduras y reflejan una relativa proximidad al área de aportes.

- Las brechas, conglomerados y areniscas son ricas en fragmentos de roca metamórficos.

- En las rocas analizadas al microscopio, correspondientes a arcosas y litoarenitas, la relación Qp/Q (cuarzo poliocristalino/ suma total del cuarzo) varía entre 0.27 y 0.33, y la relación P/F (plagioclasa/ contenido total de feldespato) entre 0.40 y 0.51. Estas relaciones, de acuerdo con Dickinson (1970:705), corresponden a areniscas subcuarzosas derivadas en parte de esquistos y gneises o de "materiales tectónicos" solevados de estratos supracorticales (argilita, pizarra, filita, esquistos, etc.).

- El análisis detallado de las características de cada tipo de constituyentes esenciales de la armazón y el relleno de intersticios demuestra un origen a partir de rocas metamórficas. Debe anotarse, sin embargo, que

las características de los granos de feldespato sugieren un origen a partir de rocas ígneas intrusivas (graníticas) y/o rocas metamórficas de alto grado (dada la presencia de pertitas frescas y de gran tamaño).

Se supone además que la desintegración de tales rocas metamórficas de bajo grado y de grano fino, originó los materiales que constituyen la subfacies lutíticas, probablemente por retrabajamiento sin cambios químicos tal como lo plantea Folk (1968: 92).

Granulometría y Estructuras Sedimentarias

El carácter granodecreciente en las subfacies conglomeráticas y arenosas del Segmento Superior, indica una disminución paulatina del relieve en el área fuente y decrecimiento de la velocidad de las corrientes, aunque bajo condiciones intermitentes de energía. Tales fluctuaciones en el paleorégimen de flujo están indicadas, además, por la presencia de lutitas entre litologías muy gruesas (brechas y conglomerados). Sin embargo, el hecho de que hacia la parte alta del Segmento se presente laminación plana paralela continua en las subfacies lutíticas, refleja condiciones de menor energía, donde los sedimentos se depositaron por decantación.

Dichos cambios verticales en los caracteres litológicos y texturales evidencian depositación cíclica para esta secuencia, como consecuencia de la propia hidrodinámica de las mencionadas corrientes. De este modo, se supone que la subfacies basal de cada ciclo se formó durante la etapa de mayor competencia de la corriente, y que la subfacie lutítica es el producto de la sedimentación de partículas finas en suspensión.

El mecanismo planteado explicaría, además, la presencia del conjunto de las estructuras sedimentarias mecánicas características en el Segmento Superior, tales como superficies erosivas, marcas de herramientas, turboglifos, huellas de rodamiento, etc., que indican a su vez un medio subacuático. Los calcos de carga, "slumps" y bloques exóticos (que "rodaron" hasta fangos de lodo) sugieren la ocurrencia de procesos de deformación que produjeron avalanchas y deslizamientos sinsedimentarios.

De acuerdo con la interpretación planteada, la secuencia del Segmento Superior probablemente se originó bajo un mar somero, enmarcado por una costa rocosa y escarpada (Fig. 5). Gran parte de los materiales de esta secuencia habrían sido depositados por corrientes de turbiedad que actuaron en aguas poco profundas y en áreas donde ocurrió rápido enterramiento de los materiales.

La hipótesis de un mar somero, con profundidades no mayores de 200 m, se sustenta además por la presencia de fauna marina (amonitas y bivalvos) característica de plataformas, a la cual se suman los abundantes restos de plantas posiblemente transportados por corrientes fluviales desde regiones próximas al área de sedimentación. Gran número de los ejemplares fósiles colectados constituyen una fauna neotónica, y a juzgar por

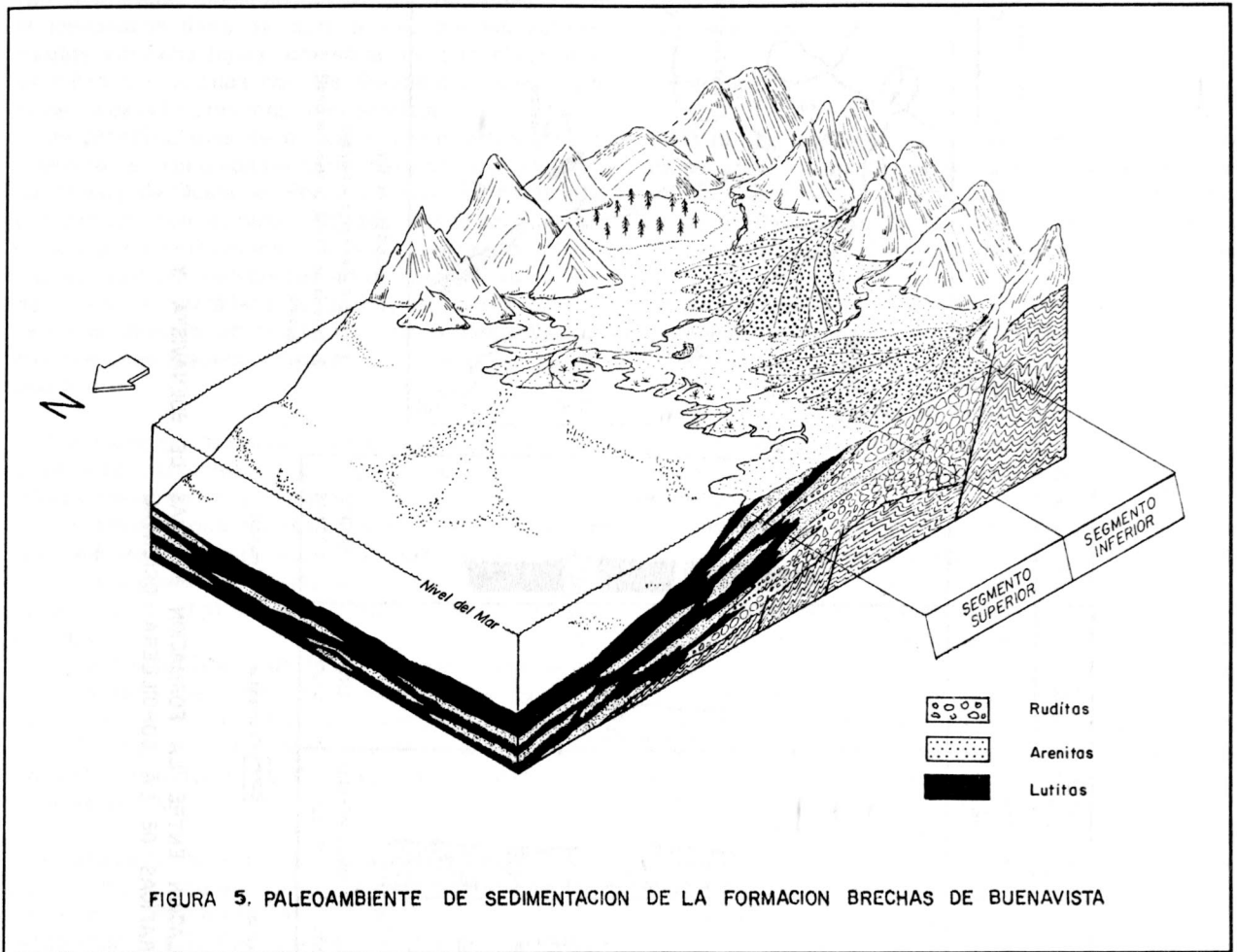


FIGURA 5. PALEOAMBIENTE DE SEDIMENTACION DE LA FORMACION BRECHAS DE BUENAVISTA

sus características, parecen representar biofacies de biocenosis propias de lugares próximos. La aparente ausencia de formas sésiles entre los organismos bentónicos estaría de acuerdo con las condiciones de rápida sedimentación que se ha planteado.

2.4. Edad y Correlación

La edad de la Fm. Brechas de Buenavista se establece con base en el contenido faunístico del Segmento Superior (Dorado, 1984). La asociación de los géneros *Substeuerocheras*, *Parodontoceras*, *Himalayites*, *Protacanthodiscus* y algunas morfoespecies del género *Berriasella*, sugiere sin lugar a dudas el Titoniano superior (*sensu* Wiedmann, 1980). Así, la fauna descrita se correlaciona con la Zona de *Substeuerocheras koeneni* del Titoniano superior de Argentina, de acuerdo con la caracterización de la misma presentada por Leanza (1981).

Es importante anotar, además, que la presencia de los géneros *Windhausenicerias*, *Hemispiticerias*, *Kossmatia* y *Pseudolissoceras*, cuyos ejemplares correspondientes se encontraron en capas estratigráficamente

más bajas que las capas con *Substeuerocheras*, sugiere que la edad puede extenderse hasta el Titoniano medio y superior. No obstante, sin una descripción detallada de un mayor número de formas no es posible asegurar tal hecho.

Aunque Haas (1960) considera como del Berriasiano inferior las formas asignadas por Bürgli (1957, 1960) al Titoniano superior, en este trabajo se establece biocorrelación con las morfoespecies titonianas determinadas por este último autor, es decir, con las formas que caracterizan principalmente el Titoniano del Río Batá. Se correlacionan también con algunas formas titonianas encontradas cerca a Gachalá, Quebrada Honda, carretera Bogotá-Villavicencio y Cáqueza-Quetame (Julivert *et al.*, 1968: 197; Geyer, 1973: 81-85; Dorado, en prep.).

2.5. Litocorrelación

Es indudable que la Fm. Brechas de Buenavista presenta rasgos tectosedimentológicos muy peculiares, que en primera instancia dificultan su correlación con unidades sincrónicas. En la Fig. 6 se muestra un cuadro preliminar, esquemático, de correlación entre las dife-

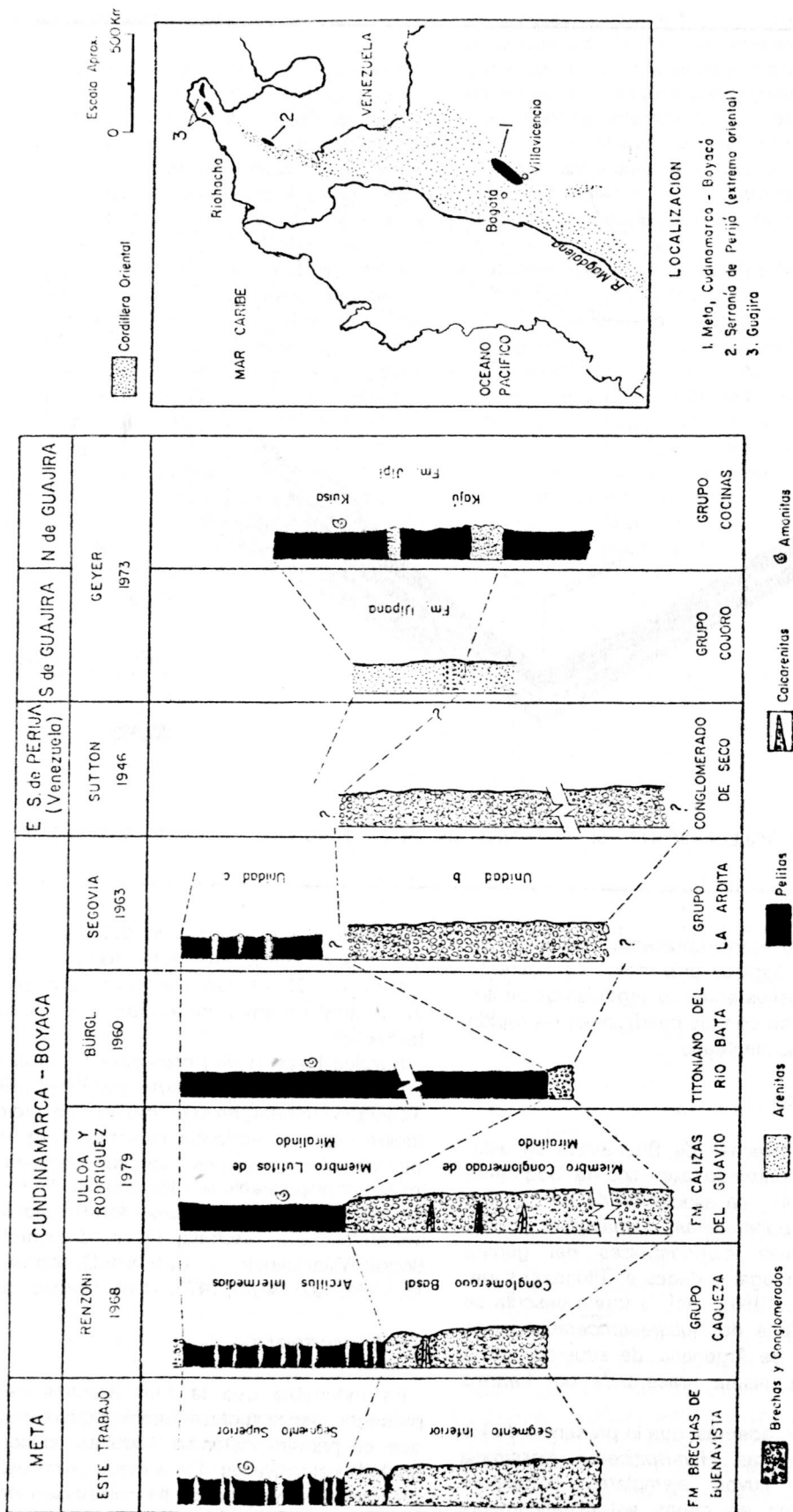


FIGURA 6 ESQUEMA DE LITOCORRELACION ENTRE LA FORMACION BRECHAS DE BUENAVISTA Y UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS DE LA CORDILLERA ORIENTAL

rentes unidades litoestratigráficas que, de acuerdo con la descripción dada de cada unidad por los autores citados en dicha figura, presentan características que permiten compararla con los Segmentos Inferior y/o Superior de la Fm. Brechas de Buenavista.

Las probabilidades de correlación más estrechas se presentan en las unidades correspondientes a la región del Macizo de Quetame. Por el contrario, se dificulta la comparación con las otras unidades citadas en la figura, no sólo por la gran distancia de separación de los afloramientos sino también porque en el momento se carece de información detallada de las mismas. De la comparación establecida en esa figura y de acuerdo con las descripciones respectivas para cada unidad, se puede colegir que:

- Las rocas que constituían las áreas fuente de materiales eran diferentes de un lugar a otro, aunque se refleja predominio de rocas metamórficas.

- Es probable que durante el tiempo de formación de esas secuencias hayan ocurrido eventos tectosedimentológicos semejantes en las áreas respectivas, y en general, a lo largo de la Cordillera Oriental de ese entonces.

- La variación lateral de facies parece reflejarse en mayor grado en las unidades superiores de la secuencia. Sin embargo, es notorio el predominio de las sub-facies lutíticas, cuyo contenido faunístico parece ser un elemento importante para establecer biocorrelación entre las mismas.

Por otra parte, debe anotarse que en la literatura geológica colombiana se encuentran referencias de otras unidades (no contempladas en la figura 6) probablemente sincrónicas con la Fm. Brechas de Buenavista. Entre estas unidades están la Fm. Valle Alto (Cordillera Central), la parte baja (?) de la Fm. Arcabuco (región de Villa de Leyva) y la parte alta del Grupo Girón (*sensu* Mojica & Dorado, en prensa).

3. RELACIONES ESTRATIGRAFICAS DE LA FORMACION BRECHAS DE BUENAVISTA

3.1 Unidad Infracente: Grupo Quetame

Está constituido por filitas verdes, filitas grises y cuarcitas; en menor proporción por esquistos sericiticos y cloríticos y brechas cataclásticas. En el área de estudio el Grupo Quetame aflora desde el sitio El Mirador (carretera Bogotá-Villavicencio) hacia la Loma El Carmen, al SE, donde se interrumpe la exposición por fallamiento. Más al SE (camino Buenos Aires- Samaria) aflora aproximadamente 150 m al N de la confluencia del Caño Grande con la Quebrada Paujil (Fig. 2).

El Grupo Quetame infrayace inconformemente a la Fm. Brechas de Buenavista. El límite es erosivo y se observa en forma clara en las Quebradas Paujil y La Rosa. La base del Grupo Quetame no está expuesta y por lo tanto se desconocen las relaciones estratigráficas con su

yacente, lo que, a su vez, impide un cálculo del espesor real de la unidad.

Petrografía

Filitas. En conjunto representan alrededor de 80% de las metamorfitas del Grupo Quetame y se disponen en las partes baja y alta de la secuencia. Las filitas grises son sericiticas, de grano muy fino y con textura tipomórfica foliada. Generalmente se observa en ellas dos direcciones de foliación: una coincidente con la paleoestratificación y otra de tipo S con desarrollo incipiente de micropliegues. Las filitas cloríticas, de grano muy fino, son esquistosas, masivas, con textura lepidoblástica y con foliación bien marcada y frecuentemente presentan micropliegues. Se infiere que se originaron a partir de una secuencia lutítica (arcillolitas y/o limolitas) sometida a metamorfismo regional de bajo grado (Facies Esquistos Verdes).

Cuarcitas. Se disponen en bancos con espesores de dm a m "interestratificadas" entre filitas; presentan colores gris claro y oscuro, textura tipomórfica granular, granoblástica recrystalizadas y en sectores con deformación cataclástica sobreimpuesta que les da una leve foliación. Se interpreta un origen a partir de cuarzoarenitas sometidas a metamorfismo regional de bajo grado.

Brechas Cataclásticas. Presentan formas miloníticas y filoníticas, textura cataclástica y fragmentos de rocas metamórficas de bajo grado. La presencia de rocas cataclásticas y evidencias de intenso fracturamiento se debe a deformación dinámica post-metamorfismo, asociada a la cual se desarrolló mineralización hidrotermal en forma de relleno de fracturas con cuarzo, clorita, carbonato (Siderita?, calcita) y pirita.

Litocorrelación/Edad

Se asume que las metamorfitas descritas pertenecen a la secuencia que según De la Espriella & Cortés (1982: 9) aflora en la carretera Bogotá-Villavicencio, entre Puente la Balsa y la Quebrada Susumuco, y quienes la denominan Grupo Quetame. Originalmente fue definida por Hettner (1982: 15-17) como "Quetameschischen". A partir de entonces se le han asignado diversos nombres (Tabla 2). Aflora a manera de ventanas de extensión variada desde el Cerro Purgatorio (al S, Depto. del Huila) hasta la localidad de Santa María (al N, Depto. de Boyaca) (INGEOMINAS, 1976).

La extrema pobreza fosilífera de esta unidad ha hecho imposible emplear métodos paleontológicos para establecer sus relaciones cronoestratigráficas. Esta limitación hace muy difícil asignarle edad; de ahí que, en su totalidad, los estudios realizados en diferentes áreas del Macizo de Quetame hayan recurrido a comparaciones con secuencias litológicas "similares" conocidas en otras regiones, especialmente en la Cordillera Oriental. Cabe anotar que con la publicación de "Precretaceous of Colombia" de Trumpy (1943), se limitan dos épocas con sendas tendencias en cuanto a la asignación

TABLA 2. GRUPO QUETAME. RELACION HISTORICO-NOMINAL

AÑO	AUTOR (es)	NOMBRE ASIGNADO	EDAD PROPUESTA
1892	Hettner, A.	Quetameschichten	Pre-Cámbrico
1931	Hubach, E.	Piso de Quetame	Pre-Cámbrico
1933	Kehrer, W.	Piso de Quetame	Cámbrico
1935	Schuchert, Ch.	Quetame Formation	Paleozoico Superior
1938	Scheibe, E.A.	Estratos de Quetame	Pre-Cámbrico
1941	Oppenheim, V.	Estratos de Quetame	Pre-Cámbrico
1941	Dickey, P.	Quetame Series	Paleozoico
1943	Trumpy, D.	Quetame Series	Cambro-Ordovícico
1957	Hubach, E.	Serie de Quetame	Cambro-Ordovícico
1961	Bürgl, H.	Serie de Quetame	Pre-Cámbrico
1962	Campbell, Ch.	Quetame Group	Pre-Devónico
1963	Segovia, A.	L-12 Metamorphics	Pre-Devónico
1966	Stibane, F.	Quetame Series	Cambro-Ordovícico
1968	Trapp, D.	Quetame Gruppe	Cambro-Ordovícico
1968	Renzoni, G.	Esquistos de Quetame	Cambro-Ordovícico
1968	Julivert, M.	Grupo Quetame	Cambro-Ordovícico
1971	Irving, E.	Serie de Quetame	Cambro-Ordovícico
1972	Estrada, A.	Serie de Quetame	Cambro-Ordovícico
1979	Ulloa C. & Rodríguez, E.	Grupo Quetame	Pre-Devónico
1980	Forero A.	Grupo Quetame	Pre-Cámbrico-Ordovícico
1981	Bridger, Ch.	Grupo Quetame	Ordovícico
1982	De la Espriella, R. & Cortés, R.	Grupo Quetame	Cámbrico-Silúrico
1984	Dorado, J.	Grupo Quetame	Cámbrico-Ordovícico

nación de edad al Grupo Quetame se refiere. Antes de tal publicación la mayoría de autores "dataron" a esta unidad como del Cámbrico o Pre-Cámbrico. La tendencia post-Trumpy se basa en la hipótesis de asignarlo al Cambro-Ordovícico (Tabla 2).

Trumpy (*op cit.*: 1290) correlaciona la "Quetame Series" con las capas fosilíferas de la Uribe y de la Serranía de la Macarena ("Güejar Series"). Al respecto escribe: "The term Quetame does not indicate a stratigraphic unit but a facies". Y posteriormente Trumpy (1944: 12) concluye: "...Es apenas dudoso que la serie Quetame sea el equivalente metamórfico de la serie Cambro-Ordoviciana del Güejar, pero no puede decirse más sin estudios más detallados, si incluye también otras formaciones".

Una nueva hipótesis ha sido propuesta por Bridger (1981: 4) al redefinir los Grupos Quetame y Güejar. Con base en el diferente grado de metamorfismo, este autor restringe las rocas del primer grupo al Ordovícico y al Cámbrico las del segundo grupo. No obstante, a la luz del conocimiento actual sólo es posible afirmar con seguridad que el Grupo Quetame es de edad Pre-Devónico medio, ya que la secuencia sedimentaria (Fm. Arenisca de Gutiérrez-Quetame, *sensu* Renzoni, 1968) que le suprayace discordantemente en varias partes del Macizo de Quetame, ha sido asignada al Devónico medio, con base en una rica fauna de braquiópodos y bryozoos (Bürgl, 1957 y 1960; Stibane, 1966).

3.2. Unidad Supracente: Parte Media del

Grupo Cáqueza

Aquí la descripción se restringe a la secuencia que reposa directamente sobre la Fm. Brechas de Buenavista, es decir, la parte baja de la unidad denominada por Renzoni (1965, 1968) "Parte Media del Grupo Cáqueza", o sea, la correspondiente a los "Esquistos de Sáname" y "Pizarras de la Culebra" de Hubach (1957).

Esta unidad cubre más del 50% de la región estudiada, prácticamente "rodeando" a la Fm. Brechas de Buenavista (Fig. 2). Las mejores exposiciones se encuentran a lo largo de las márgenes del Río Guatiquía (especialmente la oriental); en la Quebrada Argentina; carretera Bogotá-Villavicencio (sector entre Servitá y Buenavista); región de Samaria; Quebradas Negra y Colorada, y al NW de Restrepo.

La complejidad estructural que afecta a la región y en particular a esa unidad, dificulta una definición clara de la secuencia litoestratigráfica de la misma. No obstante, y de manera esquemática, pueden diferenciarse tres conjuntos en la unidad "Parte Media del Grupo Cáqueza":

Conjunto Inferior

Constituye una secuencia de lutitas negras con intercalaciones de calcarenitas, algunos niveles de areniscas grises y negras y conglomerados mal calibrados. Las lutitas son limosas y en sectores arenosas con esporádicos gránulos; presentan laminación plana

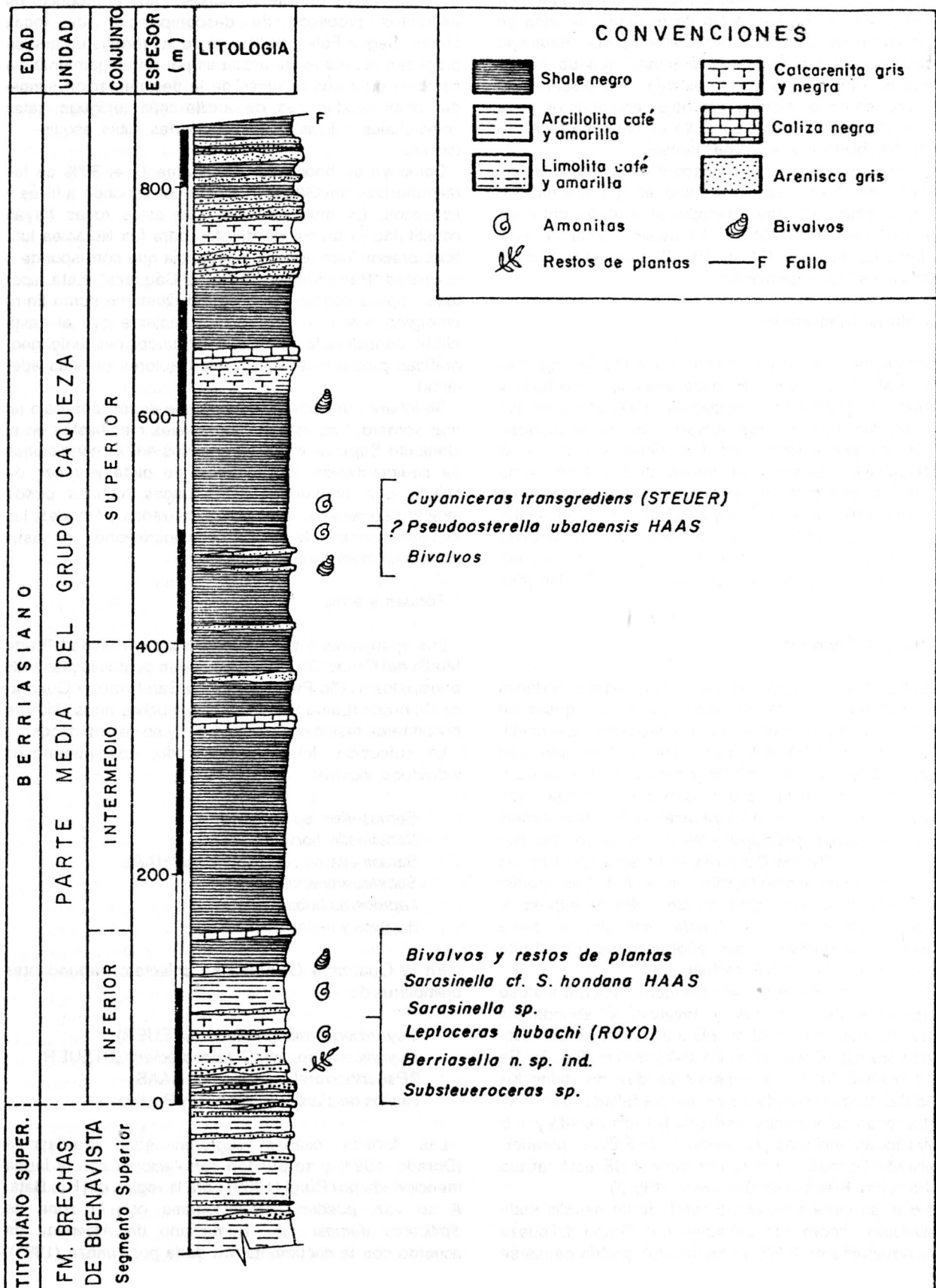


FIGURA 7. UNIDAD PARTE MEDIA DEL GRUPO CAQUEZA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA

paralela continua y ondulada lenticular y se disponen en capas y láminas de mm a cm de espesor. Se trata de rocas con brillo lustroso y cierta fisilidad, con minerales micáceos y abundante piritita diseminada; cuando meteorizadas el color que presentan es rojo. Las calcarenitas se disponen en los niveles más bajos en capas de cm a dm de espesor. Todo el conjunto es bastante fosilífero (amonitas, bivalvos y restos de plantas).

El Conjunto Inferior cubre concordantemente a la Fm. Brechas de Buenavista y el límite es gradacional. En algunos sectores (Caño Pescado) el contacto entre las dos unidades está fallado. El espesor total de este conjunto es de unos 150 m (Fig. 7), pero puede variar debido a fuertes plegamientos.

Conjunto Intermedio

Constituye una facies lutítica; sin embargo, se presentan algunos niveles de caliza arenosa y brechosa y arenisca de grano fino, principalmente hacia la parte alta del conjunto. Los mejores afloramientos se encuentran en la margen oriental del Río Guatiquía y por el carreteable que conduce a la vereda de San José. Como el anterior, este conjunto es rico en restos de plantas y en impresiones de amonitas y bivalvos. Los límites inferior y superior del Conjunto Intermedio son de carácter gradacional con los conjuntos inferior y superior respectivamente. Su espesor total puede alcanzar 250 m (Fig. 7).

Conjunto Superior

Conforma una secuencia de lutitas negras oxidadas con intercalaciones de areniscas cuarcíticas grises de grano fino y moderadamente bien calibradas. Estas últimas se confinan hacia la parte alta del Conjunto. Las lutitas se disponen en láminas de mm a cm de espesor y presentan laminación plana paralela continua, son bastante piritosas y están atravesadas por abundantes venas de calcita, principalmente en el sector del Río Upin. En la Quebrada Colorada es característico en las lutitas presentar eflorescencias de azufre. Las areniscas se presentan en capas de cm a dm de espesor y exhiben estratificación ondulada lenticular y plana paralela especialmente en afloramientos de Santa Cecilia (frente a la Loma Helechal).

El Conjunto Superior es fosilífero, encontrándose impresiones de amonitas y bivalvos y abundantes restos de helechos y otras plantas. El espesor estimado para este Conjunto es de 450 a 500 m (Fig. 7). Es difícil precisar el límite superior ya que en todos los sitios del área estudiada se encuentra fallado, así: al W contra rocas paleozoicas mediante la Falla Servitá y al E contra rocas terciarias por medio de la Falla El Mirador-Quebrada Salinas; en la región central NE está fallado contra la Fm. Brechas de Buenavista (Fig. 2).

Si bien se carece en el momento de un estudio sedimentológico sobre las litofacies del Grupo Cáqueza (aproximadamente 2.000 m de lutitas!), podría pensarse

que esas lutitas de medios acuosos son el producto de diferentes procesos de descomposición de rocas fuente. Según Folk (1968), una de las formas en que se producen minerales de arcilla es por retrabajamiento sin cambios químicos a través de la desintegración simple de rocas productoras de arcilla más antiguas, tales como shales, calizas arcillosas, pizarras, filitas, esquistos, etc.

Como ya se anotó, aproximadamente el 80% de las metamorfitas del Grupo Quetame corresponde a filitas y esquistos. Es muy probable que estas rocas hayan constituido la fuente de detritos para las litofacies lutíticas predominantes en la secuencia que corresponde a la unidad "Parte Media del Grupo Cáqueza". Esta hipótesis implica considerar al Grupo Quetame como tierra emergida hasta un tiempo más reciente que el hasta ahora considerado en las reconstrucciones paleogeográficas propuestas por diversos autores (v. más adelante).

Se infiere que dicha secuencia fue depositada bajo un mar somero. Las variaciones faciales manifiestas en el Conjunto Superior sugieren cambios en las condiciones de sedimentación; la presencia de piritita y venas de calcita que atraviesan a las capas lutíticas puede indicar deposición en cuencas cerradas y litorales; las manifestaciones de azufre y concreciones piritosas indican un medio reductor.

Fósiles y edad

Los ejemplares fósiles colectados de la unidad "Parte Media del Grupo Cáqueza" provienen de dos localidades principales: Caño Pescado (Loma San Isidro) y Quebrada Colorada (Loma Helechal). En muchos otros sitios se encontraron restos mal preservados y no determinados.

La colección del Caño Pescado, con numerosos individuos, incluye:

Berriasella n. sp. ind.
Sarasinella hondana HAAS
Sarasinella sp., cf. *S. hondana* HAAS
Substeueroceras sp.
Leptoceras hubachi (ROYO)
Bivalvos y restos de plantas

En la Quebrada Colorada se colectaron abundantes ejemplares de:

Cuyanicerias transgrediens (STEUER)
Cuyanicerias sp., aff. *C. transgrediens* (STEUER)
Pseudoosterella ubalaensis HAAS
Restos de plantas (helechos) y Bivalvos

Las formas citadas sugieren edad berriasiana (Dorado, 1984) y se pueden correlacionar con la fauna mencionada por Bürgl (1960) para la región del Río Batá. A su vez, pueden correlacionarse con la zona de *Spiticeras damesi* del Berriasiano de Argentina de acuerdo con la documentación dada por Leanza (1981).

De este modo, la secuencia descrita se asigna al Berriasiano, no siendo posible, por ahora, delimitar el Berriasiano inferior del superior.

4. PALEOGEOGRAFIA/ PALEOBIOGEOGRAFIA

En esta parte se intenta mostrar el marco geológico en el que se circunscribe la Fm. Brechas de Buenavista.

Al parecer, la secuencia esencialmente pelítico-arenosa que dio origen a las metamorfitas del Grupo Quetame es sincrónica con los sedimentos fosilíferos (cambro-ordovicianos) de La Uribe y de la Serranía de la Macarena ("Grupo Güejar"). Según Harrington & Kay (1951, en Bürgl, 1961: 145), tales sedimentitas habrían sido depositadas en el margen de un miogeosinclinal, con aportes desde el W del Escudo de las Guayanas. El metamorfismo que exhibe el Grupo Quetame podría explicarse, teóricamente, si se asume que los sedimentos originales constituían los niveles más profundos de la cuenca (datos preliminares indican la presencia de *Helminthoidea* en pizarras y filitas que afloran en la carretera Bogotá-Villavicencio, Dorado, en prep.), próximos a un eje de mayor presión y temperatura. Ese metamorfismo habría ocurrido durante el "Ciclo Orogénico Caledoniano" postulado por Bürgl (1961: 145).

El no haberse encontrado hasta ahora registros litológicos ni paleontológicos del Ordovícico superior y Silúrico, llevó a Bürgl a considerar que durante ese intervalo de tiempo ocurrieron movimientos tectónicos acompañados de intrusiones graníticas y que alcanzaron a afectar parte del Escudo de las Guayanas. Tal orogenia, conocida regionalmente en el N de Suramérica, habría causado los plegamientos pre-devonianos manifiestos en el Grupo Quetame y en general en las unidades metamórficas del Paleozoico inferior de la Cordillera Oriental y de los Andes de Mérida (Venezuela).

Ese proceso orogénico caledoniano dio origen a una provincia metamórfica (con plutonitas en general ácidas) sometida a erosión hasta el Devónico inferior, cuando, por subsidencia de dicha área cratonizada (Cediel, 1976: 27), un mar epicontinental avanzó sobre la misma, dando lugar a la deposición de la secuencia litoestratigráfica del Paleozoico medio y superior que reposa discordantemente sobre el Grupo Quetame. Esa secuencia representa un ciclo de avance y retroceso del mar según se deduce del análisis detallado de las unidades respectivas. Al parecer, en la región del Macizo de Quetame el retroceso comenzó a finales del Paleozoico (Carboniano), con fenómenos tectónicos (principalmente movimientos verticales de bloques) que continentalizaron gran parte de la Cordillera Oriental de ese entonces. Luego, las unidades paleozoicas fueron sometidas a intensa erosión en algunos sitios, por ejemplo donde las rocas devonianas y carbonianas fueron erosionadas completamente, dejando a exposición las metamorfitas del Grupo Quetame, el cual permaneció como tierra firme hasta el inicio de la sedimentación mesozoica y probablemente hasta el

Cretácico inferior.

De esta manera se explicaría el hecho de que el Grupo Quetame haya constituido la fuente principal de detritos para el depósito que corresponde a la Fm. Brechas de Buenavista y quizá de las unidades suprayacentes.

Distribución Tierra/Mar

Considerando la ubicación espacio-temporal de la Fm. Brechas de Buenavista, en la figura 8 se ilustran las principales reconstrucciones paleogeográficas propuestas por los autores que se citan en la misma. El análisis de la literatura geológica respectiva permite destacar los siguientes hechos:

- La Cordillera Oriental estuvo emergida desde el Pérmico hasta el Cretácico inferior (Julivert, 1968). En el Macizo de Quetame no se han encontrado, hasta ahora, registros litológicos ni paleontológicos comprobados del Pérmico y Triásico. Este hecho se interpreta de dos maneras: la región estuvo emergida, lo cual sustenta la hipótesis de Julivert, ó los registros de ese tiempo fueron erosionados completamente. Los resultados de análisis petrogenéticos y faciales sobre la Fm. Brechas de Buenavista demuestran la citada hipótesis de Julivert, al menos para la región estudiada.

- La ingresión marina hacia la región del Macizo de Quetame durante el Jurásico superior ocurrió en la dirección NW-SE, aprovechando un campo de subsidencia o una región baja de la actual Cordillera Central, localizada entre los paralelos de Yarumal (7°N) y de Caucasia (8°N) (Bürgl, 1961; Etayo-Serna *et al.*, 1976; Mojica, 1980). Dicha ingresión, denominada Ingresión Titoniana-Berriaciana por Geyer (1979) dio paso a la "Transgresión Cretácica" que cubrió por completo al Macizo de Quetame en el Cretácico superior (Bürgl, *op. cit.*; Etayo-Serna *et al.*, *op. cit.*). El mar jurásico que cubrió la parte central colombiana estuvo relacionado con el de la Guajira (Geyer, 1968).

Esa ingresión del mar hacia el oriente colombiano ocurrió cubriendo una faja sedimentaria que Mojica (*op. cit.*) denomina "Corredor de Medellín". El registro más occidental de la misma lo constituye la Fm. Valle Alto (Cordillera Central) y el oriental más meridional está representado por la Fm. Brechas de Buenavista (Fig. 9). Es de anotar que aún no es claro si tal vía de ingresión presenta evidencias a partir del Liásico tal como lo supone Bürgl (1961), a través de la cual habría entrado el mar Jurásico hacia la "Cuenca de Cundinamarca" y explicar así el origen de la Fm. Batá, ya que al parecer el Liásico no está registrado en la Fm. Valle Alto (Mojica & Dorado, en prensa), y por lo tanto surge el interrogante ¿por dónde ingresó el mar liásico hacia el "oriente andino"?

- No obstante, preliminarmente se piensa que las ingresiones del mar en dirección a la actual región del escudo continental, durante el Triásico y Jurásico, y la transgresión del mar cretácico, se explicarían con la hipótesis de Geyer (1979) sobre un probable origen aulacoclinal para

las "Cuencas de Tolima y Cundinamarca-Boyacá". Tal estructura cortaría transversalmente a la Cordillera Central de ese entonces, en dirección E-W aproximadamente, y se habría desarrollado desde el Paleozoico Superior hasta finales del Mesozoico. Sin embargo, existen algunos interrogantes que aparentemente esa hipótesis no permite explicar, tales como los planteados por Mojica & Macía (1982) sobre la distribución del "Vulcanismo Saldaña" y otros procesos de magmatismo y sobre la distribución de los registros del Triásico y Jurásico (v. Mojica & Dorado, en prensa).

Para el caso de la región del Macizo de Quetame es evidente que las cuestiones que surgen al respecto quizá se deban al hecho de que hasta ahora no ha sido definida con claridad la historia geológica de la "Cuenca de Cundinamarca", entre otras razones porque no se han logrado determinar su geometría y tipo y se carece de estudios sedimentológicos detallados que permitan deducir características del relleno lítico y un patrón o modelo de paleocirculación.

Paleobiogeografía

En la Figura 9 se muestran localidades fosilíferas en las que se han encontrado amonitas titonianas y berriasianas. Es claro que las formas encontradas en la Fm. Brechas de Buenavista representan la fauna colombiana oriental más meridional hasta ahora conocida correspondiente al Jurásico Superior.

En Colombia, Geyer (1973: 81-85 Y 1979: 360), Ulloa & Rodríguez (1979: 18), Wiedmann (1980: 115), Leanza (1981:562), Dorado (1984), y otros, sostienen que el Jurásico Superior se halla registrado en la Cordillera Oriental, con base en faunas de amonitas referidas principalmente en los clásicos trabajos de Bürgli (1957 Y 1960) y Royo (1945) y en sus propias colecciones.

A nivel local, las morfoespecies que se encuentran en la Fm. Brechas de Buenavista se pueden comparar principalmente con las reportadas de las regiones del Río Batá y Puente Quetame y con algunas formas de Gachalá y Ubalá (Dorado, en prep.). A nivel regional son comparables con las faunas coevas argentinas, peruanas, chilenas, mexicanas y cubanas.

Según Leanza (1981:564), paleogeográficamente, las faunas de amonitas del Titoniano Superior y del Berriasiano de Colombia muestran, a nivel genérico, un elevado porcentaje de formas perigondwánicas y mediterráneas y menor proporción de formas netamente andinas. En cambio, parece ser que a nivel específico existe una estrecha relación de especies endémicas suramericanas, o netamente colombianas. Aunque en el Valanginiano crece el porcentaje de especies conocidas en Europa, la conclusión de Leanza (*op. cit.*) confirmaría la hipótesis de Wiedmann (1980: 116) sobre la existencia en América del Sur de una fauna bien individualizada durante el lapso Titoniano-Valanginiano. Dicha fauna constituiría una provincia faunística particular que, según Wiedmann, llega hasta México y con sus

últimas influencias hasta California.

La similitud de las faunas jurásicas colombianas con las faunas coevas europeas y mexicanas fue señalada por Etayo-Serna *et al.* (1976: 246), quienes afirman, además, que las faunas berriasianas y valanginianas de amonitas comprenden especies autóctonas, cuyos géneros, sin embargo, son en su mayoría conocidos del dominio del mar de Tethys. Wiedmann (*op. cit.*) cree que la inmigración de faunas europeas, ya sea por medio de Tethys o por África del Sur, facilita la datación y correlación exacta con el estándar bioestratigráfico del Titoniano y Valanginiano. Así, por ejemplo, la fauna del Titoniano Superior con *Substeueroceras* permitiría la correlación a nivel mundial, según la opinión de Leanza (*op. cit.*: 577).

Para el Berriasiano, sin embargo, a pesar de que los distintos géneros de amonitas que le caracterizan en Suramérica muestran una marcada continuidad filética con respecto a aquéllos del Titoniano (Leanza, *op. cit.*), se aprecia una sustancial diferencia en la composición de las faunas según la región que se considere. Esto lleva a reafirmar la hipótesis de que la fauna berriasiana de Suramérica, en conjunto, presenta un marcado tinte andino, como lo plantea Leanza, hecho que demuestran muchos géneros probablemente originarios de América del Sur (e.g. *Cuyanicerias*, *Frenguellicerias*, *Argentinicerias*, *Groebericerias* y *Raimondicerias*), lo cual prueba que el intercambio faunístico con la región mediterránea y perigondwánica no fue tan fluido como durante el Titoniano.

No obstante, siguen sin explicación fenómenos como el que plantea Wiedmann (*op. cit.*: 116), al observar que durante el Berriasiano se encuentran las relaciones más estrechas entre Europa y América del Sur en la región de Lima, Perú. A esto se suma el hecho de que en Suramérica, en el pasaje del Berriasiano al Valanginiano se produzca, desde el punto de vista de los cefalópodos, un neto corte faunístico, al desaparecer definitivamente géneros comunes al Titoniano y al Berriasiano, especialmente en los *Himalayitinae* y los *Berriasellidae* (Leanza, *op. cit.*).

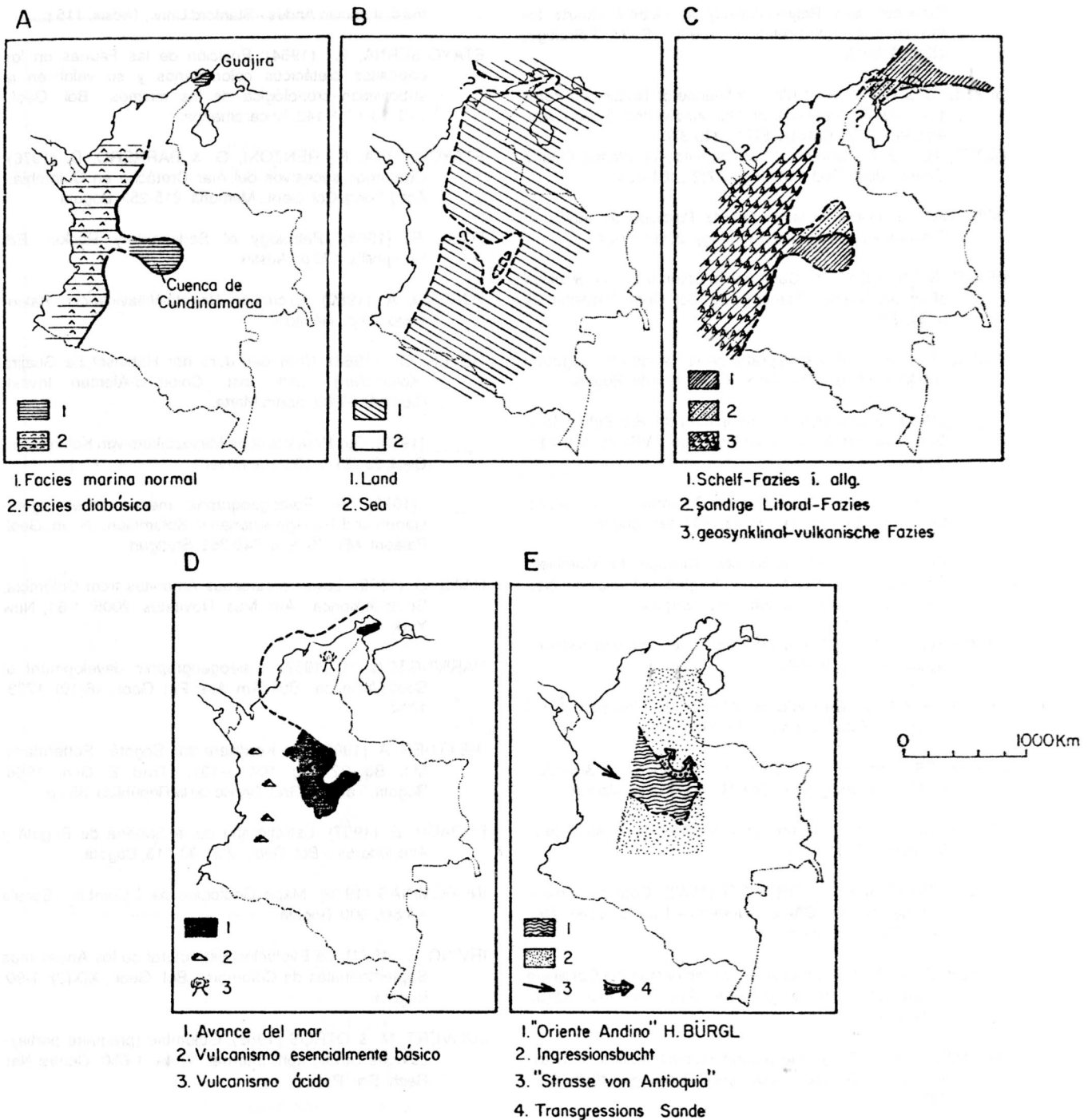
AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jairo Mojica, Profesor del Dpto. de Geociencias de la Universidad Nacional, quien de manera altruista y desinteresada dirigió y orientó mi Trabajo de Grado en el cual se basó el presente escrito.

A Cecilia Aguilar y Marta Espinosa por sus múltiples favores que hicieron posible la culminación de este Trabajo de Grado.

LITERATURA CITADA

- ARKELL, W., KUMMEL, B. & WRIGHT, C. (1957): Treatise of Invertebrate Paleontology.- R. C. MOORE (Ed.), Part L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea, L80-L465. Geol. Soc. America (Univ. Kansas Press), Lawrence.
- BASU, A., YOUNG, S., SUTTNER, L., JAMES, W. & MACK, G. (1975): Re-evaluation of the use of Undulatory



A— Extensión del mar titoniano en Colombia: BÜRL (1961: Fig. 19).

B— Palaeogeographic Map during the 1st. Cycle (Tithonian-Valanginian): CAMPBELL (1962: Fig. 1).

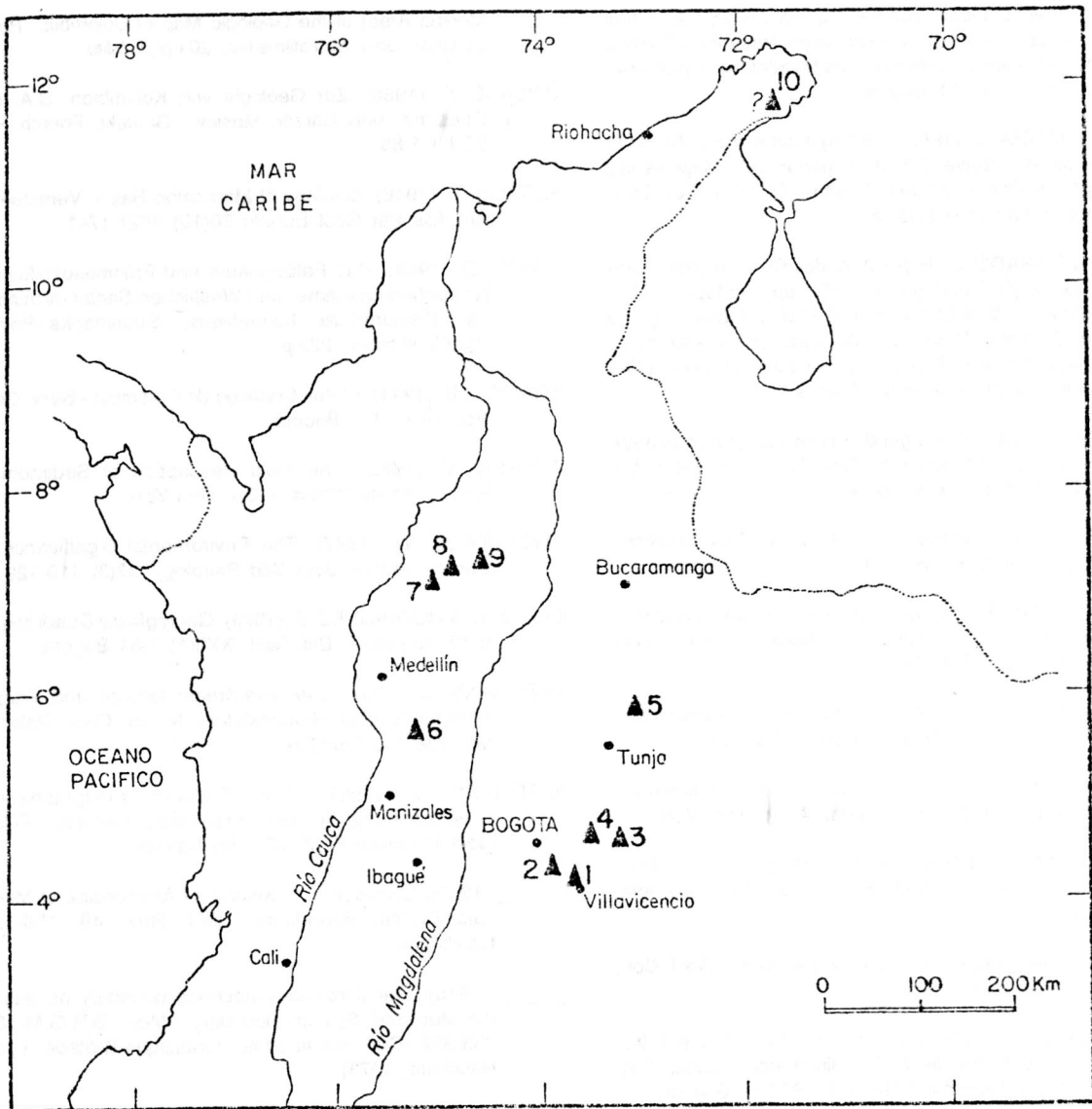
C— Paläogeographische Karten für Tithonium: GEYER (1973: Fig. 38)

D— Contornos sucesivos del mar cretáceo en Colombia: Berriasiano/Valanginiano: ETAYO-SERNA et al. (1976: Fig. II).

E— Obertithonisch-berriasische Ingressio in das Cundinamarca-Boyacá-Becken als Beginn der Kreide-Transgression im "Oriente Andino": GEYER (1979: Fig. 3).

FIGURA 8. RECONSTRUCCIONES PALEOGEOGRAFICAS

- Extinction and Polycrystallinity in Detrital Quartz for Provenance Interpretation.- Jour. Sed. Petrology, 45(4): 873-882.
- BEARD, D. & WEYL, P. (1973): Influence of Texture on Porosity and Permeability of Unconsolidated Sand.- Am. Ass. Pet. Geol. Bulletin, 57(2): 349-370.
- BLATT, H. (1967): Original Characteristics of Clastic Quartz Grains.- Jour. Sed. Petrology, 37(2): 401-424.
- BOCKMAN, J. (1952): Clastic Quartz Particles as Indices of Provenance.- Jour. Sed. Petrology, 22(1): 17-24.
- BRIDGER, Ch. (1981): The Cambrian in Colombia - A New Vision of an Old Theme.- Tercer Cong. Col. Geol., Medellín, 29 p., inédito.
- BÜRGEL, H. (1957): Bioestratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus Alrededores.- Bol. Geol., V(2): 113-185, Bogotá.
- _____. (1960): El Jurásico e Infracretáceo del Río Batá.- Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1319, en Bol. Geol., VI(1-3): 169-211, Bogotá.
- _____. (1961): Historia Geológica de Colombia.- Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat., XI(43): 137-191, Bogotá.
- CAMPBELL, C. J. (1962): A Section Through the Cordillera Oriental of Colombia between Bogotá and Villavicencio.- Col. Soc. Pet. Geol. Geoph., 29 p., Bogotá.
- CAMPBELL, C. V. (1967): Lamina, lamina set, bed and bedset.- Sedimentology, 8: 7-26.
- CEDIEL, F. (1976): Geología del Macizo de Floresta.- Act. I Cong. Col. Geol., Memoria: 17-29, Bogotá.
- CORRALES, I., ROSELL, J., SANCHEZ, L., VERA, J. & VILAS, L. (1977): Estratigrafía.- Edit. Rueda, 718 p., Madrid.
- CROOK, K. (1960): Classification of Arenites.- Am. Jour. Science, 258: 419-428.
- DE LA ESPRIELLA, R. & CORTES, R. (1982): Contribución a la Estratigrafía del Grupo Quetame.- Cuarto Cong. Col. Geol., Cali, 15 p., inédito.
- DICKEY, P. (1941): Pre-Cretaceous Sediments in the Cordillera Oriental of Colombia.- Bull. Am. Ass. Pet. Geol., 25(9): 1789-1795.
- DICKINSON, W. (1970): Interpreting Detrital Modes of Graywacke and Arkose.- Jour. Sed. Petrology, 40(2): 695-707.
- DICKINSON, W. & SUCZEK, C. (1979): Plate Tectonics and Sandstone Compositions.- Am. Ass. Pet. Geol. Bulletin, 63(12): 2164-2182.
- DORADO, J. (1984): Contribución al Conocimiento de la Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista (Límite Jurásico-Cretácico), W de Villavicencio, Meta.- Trabajo de Grado, Dpto. de Geociencias, Univ. Nal. Bogotá.
- ESTRADA, A. (1972): Geology and Plate Tectonics History of the Colombian Andes.- Stanford Univ., Thesis, 115 p.
- ETAYO-SERNA, F. (1964): Posición de las Faunas en los depósitos cretácicos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos.- Bol. Geol., UIS, 16-17: 1-142, Bucaramanga.
- ETAYO-SERNA, F., RENZONI, G. & BARRERO, D. (1976): Contornos sucesivos del mar Cretáceo en Colombia.- Act. I Cong. Col. Geol., Memoria: 215-252, Bogotá.
- FOLK, R. (1968): Petrology of Sedimentary Rocks.- Ed. Hemphill's, 170 p., Austin.
- FORERO, A. (1980): Excursión Bogotá-Villavicencio, Paleozoico. 23 p., inédito.
- GEYER, O. (1968): Über den Jura der Halbinsel La Guajira (Kolumbien).- Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient., 2: 67-83, Santa Marta.
- _____. (1973): Das Präkretazische Mesozoikum von Kolumbien.- Geol. Jb. B5: 1-156, Hannover.
- _____. (1979): Zur Paläogeographie mesozoischer Ingressionen und Transgressionen in Kolumbien.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1979, 6: 349-368, Stuttgart.
- HAAS, O. (1960): Lower cretaceous Ammonites from Colombia, South America.- Am. Mus. Novitates, 2005: 1-61, New York.
- HARRINGTON, H. (1962): Paleogeographic development of South America.- Bull. Am. Ass. Pet. Geol., 46(10): 1773-1814.
- HETTNER, A. (1982): Die Kordillere von Bogotá.- Pettermans, Mitt. Bd. 22, Erg. 104: 1-131; Trad. E. Gohl, 1966: Bogotá, Talleres Gráf. Banco de la República, 351 p.
- HUBACH, E. (1957): Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y Alrededores.- Bol. Geol., V(2): 93-113, Bogotá.
- INGEOMINAS (1976): Mapa Geológico de Colombia.- Escala 1:1'500.000, Bogotá.
- IRVING, E. (1971): La Evolución Estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia.- Bol. Geol., XIX(2): 1-90, Bogotá.
- JULIVERT, M. & OTROS (1968): Colombie (première partie).- Lexique Stratigraph. Internat. V, 4a: 1-650, Centre Nat. Rech. Sci., Paris.
- KEHRER, W. (1933): El Carbonífero del Borde Llanero de la Cordillera Oriental.- Bol. Min. Pet., t.9(49-54): 105-121, Bogotá.
- LEANZA, H. (1981): Faunas de Ammonites del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior de América del Sur, con especial consideración de la Argentina.- En: Cuencas Sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, 2: 559-597, W. Volkheimer y E. Musacchio (Ed.), Buenos Aires.



- 1- Región de Buenavista (Fm. Brechas de Buenavista)
- 2- Región de Cáqueza-Quetame
- 3- Santa María de Batá
- 4- Región de Ubalá-Gachalá
- 5- Santa Rosa de Viterbo
- 6- San Félix (Fm. Valle Alto)
- 7- Quebrada El Infierno
- 8- Río Porce
- 9- Río Bagre
- 10- Cerro Cojoro

FUENTES: ROYO Y GOMEZ (1945)
 BURGL (1957 y 1960)
 HAAS (1960)
 ETAYO-SERNA (1964)
 JULIVERT et al. (1968)
 ETAYO-SERNA et al. (1976)
 GEYER (1973 y 1979)

FIGURA 9. LOCALIDADES DE REFERENCIA SOBRE FAUNAS DE AMONITAS DEL TITONIANO SUPERIOR Y BERRIASIANO

- MOJICA, J. (1980): Observaciones acerca del estado actual del Conocimiento de la Formación Payandé (Triásico Superior), Valle Superior del Río Magdalena, Colombia.- Geol. Col., 11: 67-91, Bogotá.
- MOJICA, J. & MACIA, C. (1982): Geología del extremo NE de la Cuenca de Neiva (Valle Superior del Magdalena), Región de Prado-Dolores (Tolima).- Col. Soc. Pet. Geol. Geoph., manuscrito, Bogotá.
- MOJICA, J. & DORADO, J. (in print): Andes Colombianos, parte A; Geología-Estratigrafía, 65 pp. (Mscr.).- En: Volkheimer, W. & Musacchio, E. (Edit.), Bioestratigrafía de los Sistemas Regionales del Jurásico y Cretácico de América del Sur, Tomo I. El Jurásico anterior a los movimientos intermálmicos. Buenos Aires.
- OPPENHEIM, V. (1941): Geología de la Cordillera Oriental entre los Llanos y el Magdalena.- Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat., IV(14): 175-181, Bogotá.
- PETTIJOHN, F. (1976): Rocas Sedimentarias.- Edit. Universit. de Buenos Aires, 3a Edic., 730 p.
- PITTMAN, E. (1970): Plagioclase Feldspar as an Indicator of Provenance in Sedimentary Rocks.- Jour. Sed. Petrology, 40(2): 591-598.
- POWERS, M. (1953): A new Roundness Scale for Sedimentary Particles.- Jour. Sed. Petrology, 23(2): 117-119.
- REINECK, H. & SINGH, I. (1975): Depositional Sedimentary Environments.- Edit. Spring-Verlag, 439 p., New York.
- RENZONI, G. (1965): Geología del Cuadrángulo L-11, Villaviciencio, Escala 1:200.000.- Serv. Geol. Nal. e Inv. Min. Nal., Bogotá.
- _____. (1968): Geología del Macizo de Quetame.- Geol. Col., 5: 75-127, Bogotá.
- ROYO Y GOMEZ, J. (1945): Fósiles Carboníferos e Infracretácicos del Oriente de Cundinamarca.- Comp. Est. Geol. Of. Col., Serv. Geol. Nal., t. 6: 193-246, Bogotá.
- SCHEIBE, E. A. (1938): Estudios Geológicos sobre la Cordillera Oriental.- Est. Geol. & Pal. Cord. Or. Col., Parte 1: 1-58, Bogotá.
- SCHUCHERT, C. (1935): Historical Geology of the Antillean Caribbean Region.- Edit. John Wiley & Sons, Inc., New York, 811 p.
- SEGOVIA, A. (1963): The Geology of Plancha L-12 (Peralonso-Medina Area) of the Geologic Map of Colombia.- Penn. St. Univ., Univ. Microfilms Inc., 201 p., inédito.
- STIBANE, F. (1966): Zur Geologie von Kolumbien, S.A. das Quetame- und Garzón Massiv.- Geotekt. Forsch., Heft 30, I-II: 1-85.
- SUTTON, F. (1946): Geology of Maracaibo Basin, Venezuela.- Am. Ass. Pet. Geol. Bulletin, 30(10): 1621-1741.
- TRAPP, D. (1968): Das Paläozoikum und Frühmesozoikum in Nördlichen Quetame- und Westlichen Santandermassiv der Ostkordillere Kolumbiens, Südamerika.- Private Veröffentlichung, 222 p.
- TRUMPY, D. (1944): El Pre-Cretáceo de Colombia.- Serv. Geol. Nal., Inf. N° 412, Bogotá.
- TUCKER, M. (1982): The Field Description of Sedimentary Rocks.- Halsted Press, 112 p., New York.
- TWENHOFEL, W. (1947): The Enviromental Significance of Conglomerates.- Jour. Sed. Petrology, 17(3): 119-128.
- ULLOA, C. & RODRIGUEZ, E. (1979): Geología del Cuadrángulo K-12, Guateque.- Bol. Geol., XXII(1): 1-84, Bogotá.
- WIEDMANN, J. (1967): Die Jura/Kreide Grenze und Fragen stratigraphischer Nomenklatur.- N. Jb. Geol. Paläont, Mh.: 736-746, Stuttgart.
- WIEDMANN, J. (1968): Das Problem stratigraphischer Greenzziehung un die Jura/Kreide Grenze.- Eclog. Geol. Helvetiae, 61(2): 321-386, Basilea.
- _____. (1973): Evolution or revolution of Ammonoids at Mesozoic System Boundaries.- Biol. Rev., 48: 159-194, Cambridge.
- _____. (1975): The Jurassic-Cretaceous boundary as one of the Mesozoic System Boundary.- Mem. B.R.G.M., 86: 358-362 (Coll. sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon-Neuchatel, 1973)
- _____. (1980): El Límite Jurásico-Cretácico: Problemas y Soluciones.- Act. II Congr. Arg. Pal. Bioestr. y I Congr. Latinoam. Pal., Buenos Aires 1978, Tomo V: 103-120.
- WILSON, M. & PITTMAN, E. (1977): Authigenic Clays in Sandstones: Recognition and Influence on Reservoir Properties and Paleoenvironmental Analysis.- Jour. Sed. Petrology, 47(1): 3-31.

EN LAS SIGUIENTES FIGURAS SE MUESTRAN ALGUNAS CARACTERISTICAS DESCRITAS EN LAS PAGINAS PRECEDENTES Y QUE
CORRESPONDEN A LAS LITOFACIES DE LA FORMACION BRECHAS DE BUENAVISTA

FIGURA 10

- A. Brecha. Fragmentos elongados de filita y cuarcita y bloques subredondeados de conglomerado ortocuarcítico. Relleno de intersticios con material arenoso.
Segmento Inferior: Quebrada Paujil.
- B. Brecha. Expresión típica de clases de tamaño de grano (guijarros y bloques). Fragmentos metamórficos angulosos, discoidales y elipsoidales, fracturados, alterados, contacto entre fragmentos longitudinales y puntuales. Disposición caótica.

Segmento Inferior: Quebrada Paujil

- C. Brecha. Imbricación de cantos de composición metamórfica, angulosos y subangulosos, discoidales a elipsoidales. Contactos puntuales y longitudinales. Matriz arenosa.
Parte alta del Segmento Inferior: Quebrada Paujil.

- D. Detalle de conglomerado ortocuarcítico (Fig. 10A), constituido por cantos subredondeados de cuarzo lechoso, bien calibrado. Fracturas y huellas de rozamiento en los cantos.
Segmento Inferior: Quebrada Paujil.



B



D



A



C

FIGURA 11

- A. Disposición típica de bancos de brecha limitados por superficies erosivas. Gradación de grano y disposición caótica de los fragmentos. Lentes de lutita sobre la superficie irregular. Parte baja del Segmento Inferior: Quebrada Honda
- B. Limite erosivo entre brechas y lutitas. Paleotopografía irregular. Relleno de cavidades por capas conformando la concavidad hacia abajo. En la parte alta se observa estratificación lenticular y laminación ondulada paralela. Segmento Superior: Quebrada Colorada.

- C. Estratificación lenticular típica. Lente de lutita con laminación ondulada paralela entre bancos de brecha constituida por fragmentos metamórficos. Segmento Superior: Quebrada Paujil.
- D. Cuerpo lenticular de brecha (muy fracturado), intercalado entre arenitas y shales (fosilíferos) con estratificación ondulada paralela, rítmica. Segmento Superior: Quebrada Paujil.



B



D



A



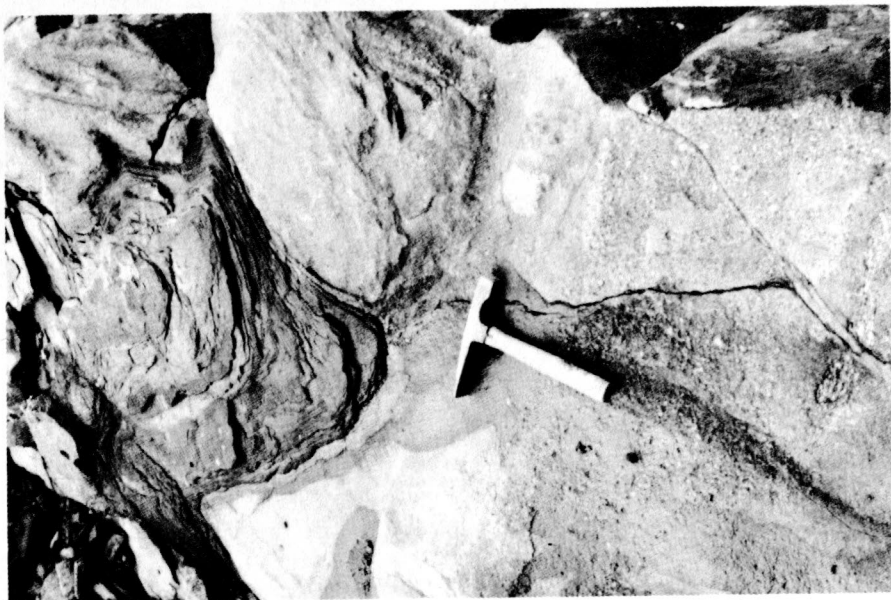
C

FIGURA 12

A. Bloque de brecha, subredondeado, incorporado entre capas de arenitas y pelitas. Gradación de grano en las capas de arenitas de la parte baja.
Segmento Superior: Carreteable Buenavista - Samaria.

B. Bloque exótico de brecha constituido por fragmentos metamórficos (filita, esquisto y cuarcita). En las láminas de shales que reposan sobre la superficie del bloque se encuentran impresiones de amonitas.
Segmento Superior: Quebrada Honda.

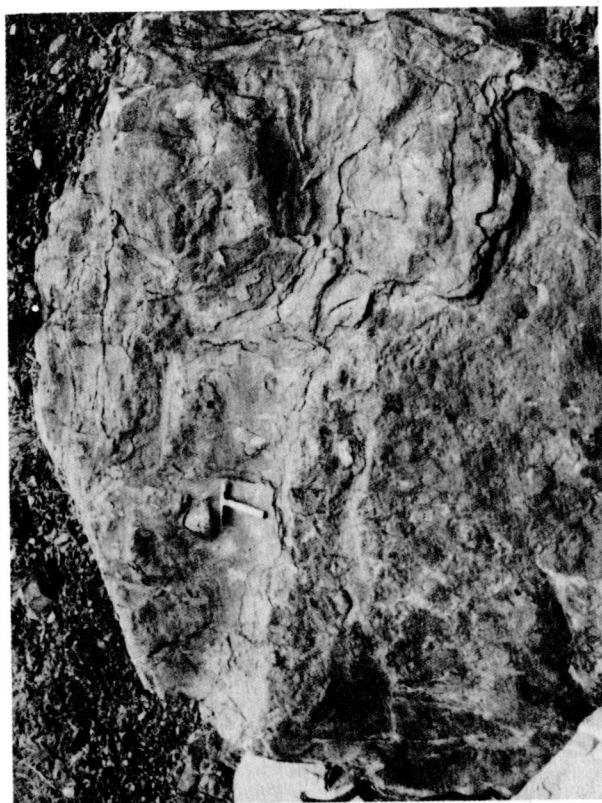
C. Superficie erosiva. Yacente: conglomerado de gránulos de cuarzo. Arriba: lutita con laminación ondulada (concavidad de las láminas hacia abajo, siguiendo la forma de la concavidad).
Segmento Superior: Quebrada Paujil.



C



A



B

FIGURA 13

A. Estratificación lenticular. Acuñaamiento de arenitas y shales.
Segmento Superior: Quebrada Paujil.

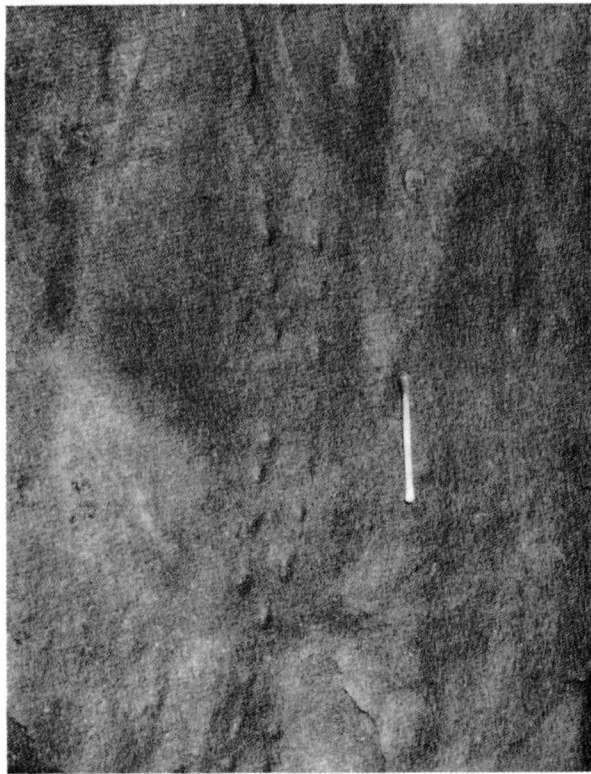
B. Brecha. Bloques de cuarzo lechoso (con **superficie estrada**) y de cuarcita, angulosos. Matriz areno-arcillosa.
Parte alta del Segmento Inferior: Quebrada Paujil.

C. Turboglifos ("flute-casts") en arenisca de grano fino a medio.
Segmento Superior: Quebrada Honda.

D. Huellas de rodamiento ("roll-marks") producidas por concha de amonita adornada con nudos ventrales, en shales.
Segmento Superior, parte alta: Quebrada Negra.



B



D



A



C