

ESTUDIO GRANULOMETRICO ESTADISTICO DE LAS SEDIMENTITAS DE LA FORMACION GUANDACOL (CARBONICO) EN LA SIERRA DE MAZ

Por LUIS ANTONIO SPALLETI

RESUMEN

En el presente trabajo se estudian microscópicamente las rocas psamíticas (wackes) y limolíticas de la Formación Guandacol, con el objeto de analizar e interpretar sus caracteres texturales.

El estudio comprendió la determinación de los coeficientes estadísticos de Folk y Ward (1957) y los de Passega (1957), además de la estimación de los porcentajes de matriz. También se efectuaron análisis de multivariación en los que se aplicaron fórmulas de Sahu (1964*a*) y Landim y Frakes (1968).

Se concluye que las rocas de la Formación Guandacol han sido depositadas por agentes viscosos relativamente veloces, como movimientos de remoción en masa rápidos (flujos de barro o de tierra) que actuaron en zonas de abanicos aluviales y alternaron con ocasionales cursos de agua de carácter tractivo. Estos últimos se hicieron más frecuentes durante la depositación de los términos más jóvenes de la formación.

ABSTRACT

Thin section textural analyses on sandstones (mainly wackes) and siltstones of Guandacol Formation were made in this research.

Statistical coefficients (Folk and Ward, 1957; Passega, 1957), matrix content, and multivariate analyses (Sahu, 1964*a*; Landim and Frakes, 1968) were applied.

It is concluded that Guandacol rocks were deposited by viscous and relatively quickly mass-waste agents (mud-flows and earth-flows) wich alterned with more fluid and tractive aqueous mechanisms, located on an alluvial fan area. The low increase in arenite content to the younger terms of the formation is the result of a more frequent action of tractive currents.

INTRODUCCION

Este trabajo tiene como finalidad —con el aporte de nuevos criterios sedimentológicos— valorar la interpretación efectuada por Teruggi *et al.* (1969) y Spalletti (1968) en lo que se refiere a las características de los agentes de transporte y depositación que originaron las wackes continentales de la Formación Guandacol (Carbónico). Con tal motivo, fueron analizados los rasgos principales de la distribución granulométrica en psamitas y limolitas que afloran en el extremo meridional de la Sierra de Maz, en la provincia de La Rioja.

La Formación Guandacol (Cuerda, 1967), también conocida como Estratos de Guandacol (Frenguelli, 1944) o Paganzo I (Bodenbender, 1911), aparece apoyada, en discordancia angular, al basamento cristallino de la Sierra de Maz y alcanza en su sección tipo —Cerro Guandacol— 1059 metros de espesor (Teruggi *et al.*, *loc. cit.*). Ha sido subdividida por estos últimos autores en tres miembros informales que tienen una potencia de 700, 240 y 110 metros respectivamente.

En general, se trata de un conjunto de sedimentitas epiclásticas fácilmente reconocibles por sus colores verdosos (Teruggi *et al.*, *loc. cit.*), pero la litología es variable según los miembros; así en el miembro inferior predominan conglomerados y wackes, en el medio se destacan wackes y lutitas verdes y en el miembro superior abundan fangolitas, limolitas y lutitas que pasan en la parte más alta de la secuencia a arenitas.

El conjunto muestra muy baja madurez mineralógica y escasa madurez textural (alto porcentaje de matriz y bajo redondeamiento de clastos) que tiende a mejorar hacia las secciones más jóvenes (Spalletti, 1968). Además, las rocas psamíticas exhiben muy buenos ejemplos de estructuras sedimentarias primarias, especialmente lineaciones subestratales (Spalletti, *loc. cit.*).

Las tareas de muestreo se efectuaron en los años 1966 y 1967, durante campañas en las que participaron los doctores Renato R. Andreis y Mario M. Mazzoni y el licenciado Juan P. Abait; los trabajos de laboratorio fueron realizados en colaboración con el licenciado Juan P. Abait. Todas estas actividades, que forman parte de un plan de investigación de los sedimentos gondwánicos de la provincia de La Rioja, están coordinadas por el doctor Mario E. Teruggi. A todos ellos, el autor quiere dejar expresado su especial reconocimiento.

METODOS DE TRABAJO: DESCRIPCION Y VALORACION

El estudio granulométrico comprendió la medición con ocular micrométrico de 200 clastos por corte delgado; en esta oportunidad efectuamos observaciones con 100 aumentos y pudimos estimar correctamente clastos de granulometría superior a los 31 micrones (5 ϕ).

Uno de los problemas más graves con el que tropezamos en laboratorio fue, justamente, determinar el tamaño límite entre clastos y matriz, dada la permanente transición que se advertía desde los individuos psamíticos a los pelíticos. Ya otros investigadores se han encontrado frente al mismo dilema y, afortunadamente, han proporcionado algunas pautas que deben ser tomadas en consideración. Así por ejemplo Reed (1957) y Warren (1963) fijaron el límite en 20 micrones de diámetro, mientras que Stanley (1963) indicó que la separación entre clastos y matriz está en los 2 micrones; sin embargo, ninguno de estos investigadores explicó claramente cuál era la razón que los impulsaba a escoger tales definiciones. En cambio Spencer (1963) y Dott (1964) argumentaron que la distribución de tamaños se corta siempre en el grado limo a los 30 micrones de diámetro; además esta medida es coincidente con el espesor de los cortes delgados y tiene la ventaja de corresponder a una cifra entera en la escala ϕ . Como puede deducirse, ambos autores quitan a la fracción limo todo valor como clase genética.

La observación en detalle de los cortes delgados de sedimentitas guandacolenses nos ha permitido confirmar las deducciones de Spencer y Dott. En ellas, la continua variación en tamaño de los componentes de mineralogía esencialmente psamítica (cuarzo, feldespatos y clastos líticos) sufre una abrupta interrupción alrededor de los 30 micrones de diámetro.

Por debajo de esa cifra crítica, la composición muestra cambios sustanciales; la matriz de las rocas estudiadas está constituida por una fina masa — a veces incipientemente recristalizada — de biotita, clorita, sericita y minerales de las arcillas (c.f. Teruggi *et. al.*, 1969), con poco cuarzo, feldespato y calcita. Con respecto a la calcita es oportuno hacer la siguiente consideración: se la incluye como parte de la matriz cuando se presenta en los intersticios de los clastos finamente dividida y asociada a otros minerales de grano fino; en este caso puede ser parte de un fango original calcáreo-pelítico, aunque su génesis ofrece dudas (véase Marchese y Fernández Garrasino, 1967). Si por el contrario aparece constituyendo cristales esparíticos creemos que su formación

es epigénica a manera de cemento que ha reemplazado a la matriz original; son pruebas de esta acción la presencia de algunas "sombras" de material pelítico relicto incluidas en el cemento y fenómenos de corrosión de clastos por calcita que ha comenzado a atacar a los constituyentes detríticos más gruesos.

Cabe mencionar que establecer el límite entre clastos y matriz en 31 micrones tiene importancia también desde el punto de vista práctico, pues — como señalamos anteriormente — las partículas más finas que se pueden determinar con precisión son las de esa granulometría.

Los análisis de distribución de tamaños también fueron complejos e insumieron gran cantidad de tiempo. Es conocido que los datos de frecuencia numérica arrojan resultados considerablemente distintos de aquellos expresados en frecuencia ponderal (Friedman, 1958, 1962; Sahu, 1964 *b*; Teruggi, Mazzoni y Spalletti, 1971; Spalletti, 1972). En consecuencia, como la distribución se obtuvo en base al recuento de clastos, fue necesario aplicar un factor de corrección con la finalidad de trasladarla a expresiones de frecuencia en peso que son las utilizadas corrientemente.

Friedman (1958) mostró que la distribución de tamaños obtenida a partir de tamizado guarda íntima relación con los valores de cuartiles derivados del examen de cortes delgados; como resultado de esta observación dedujo una ecuación de corrección y un gráfico que sirven para obtener la distribución en peso de los datos procedentes del análisis microscópico. En un trabajo posterior (Friedman, 1962) relaciona también las medidas de momentos determinadas con secciones delgadas y tamizado.

En nuestro caso hemos aplicado el método de corrección de Friedman (1958) combinado con la estimación de los porcentajes de matriz. A partir de los datos de frecuencia corregidos a porcentajes en peso realizamos curvas acumulativas con intervalos de grados a medio ϕ . Para el análisis de los parámetros estadísticos seleccionamos el método gráfico de Folk y Ward (1957) por ser uno de los más simples y comunes en la práctica sedimentológica. Además, con los valores de mediana y la determinación adicional del parámetro C (porcentil 1) construimos un diagrama CM (Passega, 1957).

Finalmente, efectuamos análisis de multivariación que consistieron en la aplicación de funciones discriminantes establecidas por Sahu (1964 *a*) y Landim y Frakes (1967).

RESULTADOS

Los resultados del análisis granulométrico estadístico aparecen resumidos en el cuadro I.

En base a la distribución granulométrica conviene mencionar que las rocas de la Formación Guandacol ocupan intervalos de grados que van desde psamitas gruesas a limos muy finos, aunque sus clases modales coinciden ampliamente con los valores de mediana y media. Además, el 67 % de las muestras estudiadas exhiben modas secundarias ubicadas casi siempre entre los intervalos psamíticos muy finos y medianos.

El estudio de la mediana (cuadro I) muestra que el parámetro varía entre 1,00 ϕ y 4,70 ϕ , aunque tiende a aparecer concentrado entre 3 y 4 ϕ . Así lo revela la clasificación granulométrica que demuestra que el 57,14 % de las muestras son arenas muy finas y sólo un 19,04 % corresponden a limos gruesos y otro tanto a arenas finas; por su parte, únicamente el 4,78 % de las sedimentitas son arenas medianas.

La media (Mz) tiende, salvo escasas excepciones, a mostrar el mismo comportamiento que la mediana (cuadro I). Sus valores, en grados phi, oscilan entre 2,17 y 4,50; no obstante, en base a este coeficiente, el 42,85 % de las sedimentitas son arenas muy finas, por lo que la media también se concentra entre 3 y 4 ϕ . El resto de las muestras se reparte, en porcentajes parejos (28,57 % respectivamente) entre limos gruesos y arenas finas.

En lo que se refiere al análisis de la desviación standard (σ_1), debemos mencionar que las rocas de la Formación Guandacol, en el área estudiada, son sedimentitas escasamente seleccionadas. El coeficiente varía entre 0,58 y 2,58 (cuadro I), pero a pesar de este rango de variación aparentemente grande, la mayoría de las muestras (80,95 %), exhiben un grado de selección pobre, mientras que el 14,17 % tiene mala selección y tan solo el 4,78 % está moderadamente seleccionado (según escala de Folk y Ward, 1957).

La cantidad de matriz, en parte relacionada con la selección del sedimento, varía en las muestras estudiadas entre el 1 % y el 37,15 % aunque la mayoría (80,95 % de las sedimentitas) tiene más del 10 % de matriz, hecho que permite deducir la enorme predominancia de wackes en la columna estratigráfica local (cuadro I).

El coeficiente de asimetría (Sk_1) es sumamente variable (véase cuadro I) y oscila entre -0,48 y 0,63. En base a este parámetro, las

CUADRO 1
Resultados del análisis textural

| | ∅ 50 | Mz | Clasif. granif. | DS | Sk ₁ | Kg | % matr. | C mic. | T∅ máx. |
|-----|------|------|-----------------|----------|-----------------|---------|---------|--------|---------|
| 873 | 3,80 | 3,73 | AMF | 1,59 PS | 0,06 S | 1,21 L | 17,60 | 835 | 2,39 |
| 874 | 3,95 | 3,82 | AMF | 1,44 PS | 0,12 N | 1,07 M | 18,60 | 702 | 1,19 |
| 875 | 4,15 | 4,17 | LG | 1,30 PS | 0,03 S | 1,91 VL | 18,11 | 406 | 0,85 |
| 876 | 3,75 | 3,97 | AMF | 1,62 PS | 0,17 P | 1,12 L | 24,31 | 554 | 0,43 |
| 878 | 4,10 | 4,17 | LG | 1,37 PS | 0,12 P | 1,00 M | 29,23 | 420 | 2,10 |
| 879 | 1,00 | 2,17 | AM (AF) | 2,51 VPS | 0,63 VP | 1,77 VL | 18,60 | 1680 | 1,84 |
| 880 | 4,70 | 4,43 | LG | 0,58 MS | 0,48 VN | 0,98 M | 17,78 | 153 | 2,70 |
| 883 | 4,25 | 4,12 | LG | 1,16 PS | 0,26 N | 1,66 VL | 17,98 | 594 | 0,39 |
| 888 | 2,70 | 2,77 | AF | 1,39 PS | 0,02 S | 0,81 P | 1,00 | 841 | 0,61 |
| 889 | 2,35 | 2,77 | AF | 2,38 VPS | 0,27 P | 2,23 VL | 17,28 | 2828 | 0,61 |
| 890 | 3,75 | 3,77 | AMF | 1,11 PS | 0,02 S | 0,62 VP | 15,77 | 330 | 1,50 |
| 894 | 3,05 | 3,35 | AMF | 1,55 PS | 0,29 P | 0,99 M | 17,01 | 500 | 0,90 |
| 895 | 3,30 | 3,53 | AMF | 1,30 PS | 0,25 P | 1,04 M | 15,85 | 353 | 0,22 |
| 896 | 2,75 | 2,88 | AF | 1,36 PS | 0,17 P | 1,20 L | 9,40 | 660 | 3,02 |
| 904 | 3,80 | 3,78 | AMF | 1,31 PS | 0,01 S | 1,26 L | 15,67 | 500 | 0,13 |
| 905 | 3,90 | 4,23 | AMF (LG) | 1,47 PS | 0,30 VP | 1,16 L | 24,12 | 267 | 0,93 |
| 907 | 3,00 | 3,22 | AMF | 1,32 PS | 0,25 P | 1,08 M | 12,43 | 466 | 0,20 |
| 909 | 3,15 | 2,82 | AMF (AF) | 1,75 PS | 0,29 N | 0,88 P | 5,11 | 2000 | 1,54 |
| 910 | 3,65 | 4,50 | AMF (LG) | 2,09 VPS | 0,53 VP | 0,76 P | 37,15 | 250 | 2,06 |
| 915 | 3,60 | 3,62 | AMF (LG) | 1,33 PS | 0,01 S | 1,00 M | 14,58 | 500 | 0,48 |
| 926 | 2,60 | 2,73 | AF | 1,30 PS | 0,09 S | 1,26 L | 2,00 | 1000 | 0,82 |

Referencias :

∅ 50 : mediana ; Clasif. gran. : clasificación granulométrica ; AMF : arena muy fina ; LG : limo grueso ; AM : arena mediana ; AF : arena fina ; DS : desviación standard ; PS : pobre selección ; VPS : muy pobre selección ; MS : mediana selección ; Sk₁ : asimetría ; S : simétrica ; N : Negativa ; P : positiva ; VP : muy positiva ; VN : muy negativa ; Kg : curtosis ; L : leptocúrtica ; M : mesocúrtica ; VL : muy leptocúrtica ; P : platicúrtica ; VP : muy platicúrtica ; % matr. : porcentaje de matriz ; C mic. : percentil 1 en micrones ; T∅ máx. : tamaño máximo en grados phi.

muestras estudiadas se presentan en la siguiente proporción: muy positivas: 14,27 %; positivas: 33,33 %; simétricas 33,33 %; negativas: 14,27 % y muy negativas: 4,78 %. Por lo expuesto, se advierte ligero predominio de sedimentitas con asimetría positiva y simétricas.

Finalmente, el coeficiente de curtosis (K_g) es también bastante cambiante, aunque tiende a revelar leve influencia de distribuciones mesocúrticas y leptocúrticas (cuadro I), dado que la proporción en-

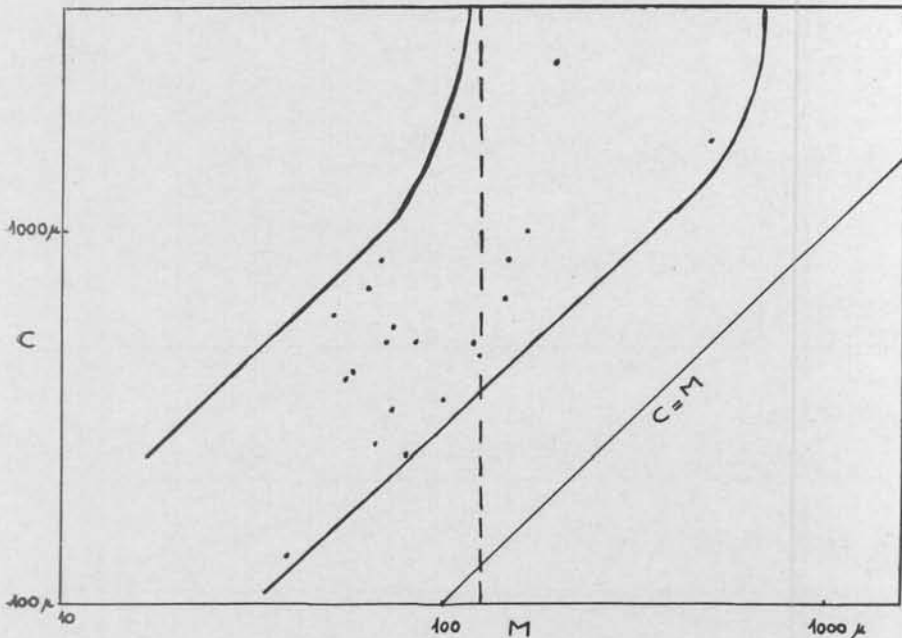


Fig. 1. — Diagrama CM de las sedimentitas de la Formación Guandacol

contrada es: 4,78 % de muy platicúrticas; 14,27 % de platicúrticas; 33,33 % de mesocúrticas; 28,57 % de leptocúrticas y 19,04 % de muy leptocúrticas.

Con los valores de mediana y percentil 1 (C) se construyó un diagrama CM (Passega, 1957). En el citado gráfico (fig. 1), cada una de las sedimentitas analizadas está representada por un punto y su conjunto queda encerrado por dos segmentos esencialmente paralelos a la línea C igual M , es decir que C varía proporcionalmente con respecto a M . Sólo en la parte superior del dibujo se insinúa aumento considerable de C para escasos cambios de M .

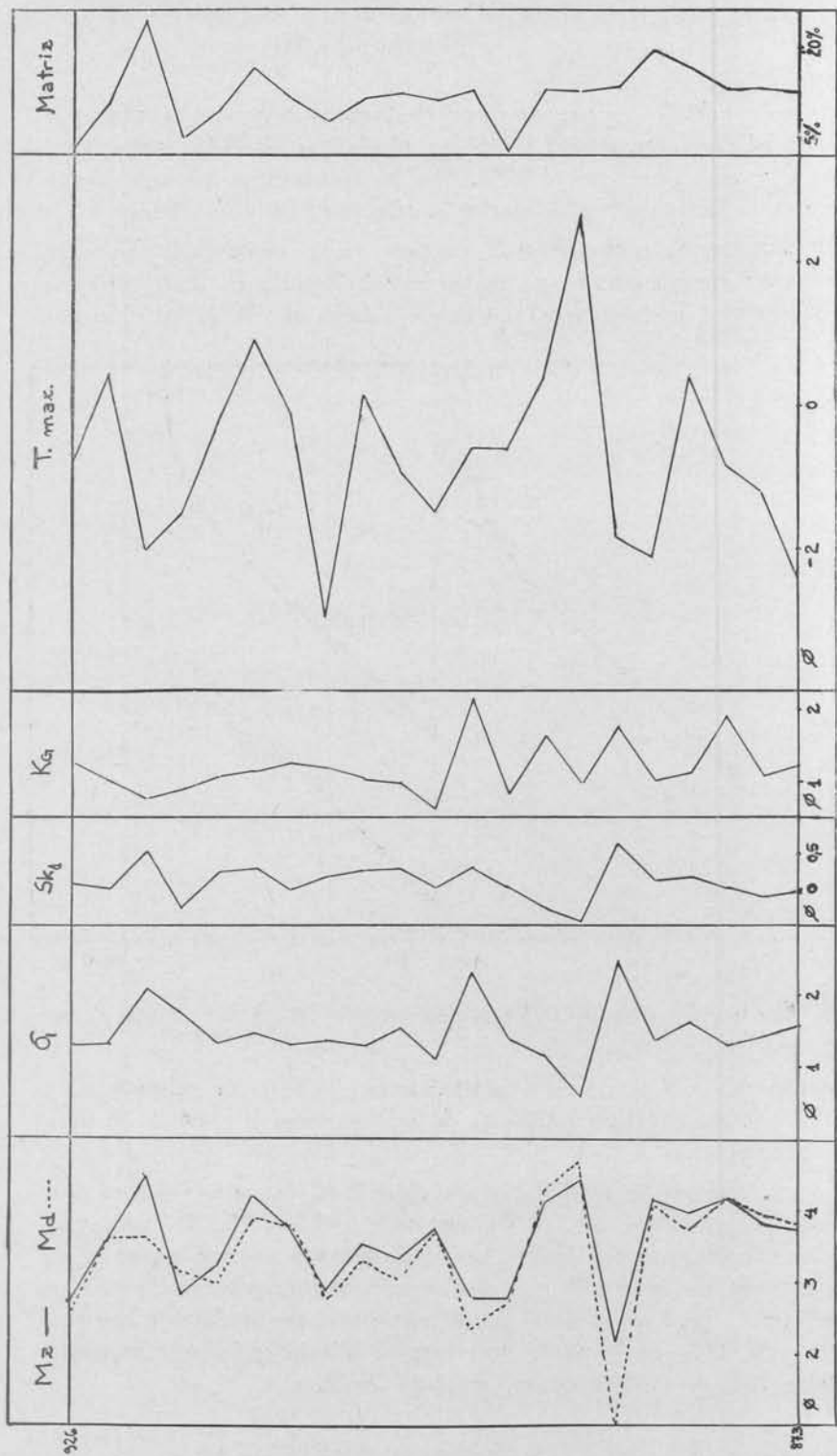


Fig. 2. — Variación de las propiedades texturales a lo largo del perfil

VARIACIONES TEXTURALES A LO LARGO DEL PERFIL

Ninguno de los parámetros y coeficientes analizados en el presente trabajo muestra cambios destacables a lo largo del perfil (fig. 2). Únicamente el tamaño de los individuos mayores y el porcentaje de matriz parecen presentar una leve sensibilidad, ya que ambos tienden a reducirse hacia los términos más jóvenes.

Entre los coeficientes estadísticos, creemos necesario mencionar que tanto la desviación standard como la curtosis exhiben cambios bruscos entre muestra y muestra en la porción inferior de la secuencia, en tanto que hacia los términos más jóvenes (miembros medio y superior) su trazado se suaviza. Asimismo, las muestras con peor selección y más elevada leptocurtosis tienden a concentrarse en las sedimentitas basales.

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

El análisis del diagrama CM permite notar que las sedimentitas se ubican en la faja que Passega (1957) denominó QR. Este segmento corresponde a materiales que se movieron en suspensión cerca del fondo y que pueden, en algunos momentos, yacer en él. Además, el diseño tiene todas las características de una suspensión gradada, en la que el tamaño máximo y medio del sedimento, así como su concentración en el agente, varían inversamente respecto a la altura de la columna de agua (Passega, 1964).

Hacia la parte superior del diagrama se insinúa un segmento vertical (PQ de Passega, 1957); ese tramo indicaría que una escasa proporción de las muestras pudo ser transportada mediante mecanismos tractivos.

El diagrama CM de las sedimentitas guandacolenses tiene gran similitud con los hallados por Passega (1964) en turbiditas y por Bull (1962) y Spalletti (1972) en sedimentos continentales originados por movimientos de remoción en masa, en zonas de abanicos aluviales; o sea que se trata de agentes de depositación viscosos que se mueven a altas velocidades durante tiempos limitados y en los que los granos viajan fundamentalmente en suspensión.

El segmento PQ, que incipientemente se desarrolla en el diagrama aquí presentado, también recuerda al encontrado por Spalletti (1972) en el abanico aluvial de Volcán, y revelaría mezcla de depósitos fluviales y cenoglomerados.

Por otra parte, el significado de los coeficientes estadísticos de Folk y Ward (1957) fue primeramente tratado por Sahu (1964 *a*) quien dio, para cada uno, definiciones vinculadas a los agentes de transporte. Así por ejemplo, menciona que la media (Mz) es una medida de la energía cinética del agente de transporte, la desviación standard (σ_1) indica sus fluctuaciones y la asimetría (Sk_1) es un índice que permite averiguar si existieron agentes que operaron con velocidades superiores a la velocidad media durante intervalos de tiempo mayores al normal. Como complemento, Landim y Frakes (1967) indicaron que la curtosis (Kg) muestra si las fluctuaciones de velocidad han tenido efectos selectivos preferenciales en algún sector de la distribución granulométrica.

Si consideramos la media y los tamaños máximos como un reflejo de la energía del agente de transporte, en especial de su competencia, debemos reconocer que —dados los cambios texturales— ésta ha variado constantemente a medida que se producía la depositación de las sedimentitas de la Formación Guandacol. No obstante, la merma de tamaños máximos de clastos hacia los términos más jóvenes pone en evidencia que la velocidad promedio de las corrientes decreció paulatinamente.

La desviación standard es otro coeficiente de suma importancia en la interpretación sedimentológica. Contrariamente a la opinión de Sahu (1964 *a*), ya expuesta, Spalletti (1972) ha considerado que este parámetro no da indicios de los cambios de velocidad de transporte, sino que es únicamente un índice de fluidez. Sus cifras considerablemente elevadas dan una idea de la alta viscosidad de los agentes; además, la escasez de muestras con bajos valores de desviación —si bien es un reflejo de la presencia de corrientes tractivas más fluidas— también tiende a mostrar su escasa importancia frente a aquéllas de carácter denso que prevalecieron ampliamente en el tiempo de la depositación de la Formación Guandacol.

Junto con el análisis de selección, debemos mencionar el contenido de matriz, o sea —en este caso— el material de granulometría inferior a los 31 micrones. Su proporción (véase cuadro I) da también idea de la escasísima capacidad selectiva de los agentes que nos ocupan; además, su merma hacia las porciones superiores de la formación parece revelar un aumento en la fluidez que no pudo ser detectado con el análisis de la desviación standard (c.f. Spalletti, 1968).

Es conveniente acotar que la predominancia de distribuciones positivas y simétricas frente a las negativas indica que los agentes de

transporte tuvieron frecuentemente velocidades próximas al valor de la velocidad media, aunque algunos operaron, en varias oportunidades, con energía levemente superior.

En cuanto a la curtosis, debemos mencionar que las corrientes poseían mayor capacidad de selección de los materiales ubicados hacia el centro de la distribución en relación con los de los extremos (Landim y Frakes). Respecto a este coeficiente, si nos atenemos a las deducciones efectuadas por Lustig (1965), debemos reconocer que la marcada concentración de muestras leptocúrticas en el tercio inferior de la secuencia puede denotar procesos de depositación en la base de abanicos aluviales, donde en los sedimentos abundan gránulos y arcilla que hacen decrecer la selección en los extremos de la distribución.

El análisis de multivariancia, efectuado a partir de los coeficientes estadísticos de Folk y Ward, consistió en la aplicación de los índices discriminantes de Sahu (1964 *a*) y Landim y Frakes (1968).

De las distintas funciones creadas por Sahu hemos utilizado la que sirve para diferenciar sedimentos fluviales deltaicos de los de corrientes de turbidez. Su fórmula es

$$0,7215 Mz - 0,4030 (\sigma_1)^2 + 6,7322 Sk + 5,2927 Kg$$

y el valor límite es 9,8433, ya que todos los resultados que estén por debajo de esa cifra corresponden a turbiditas, en tanto que los que la superan son fluviales. En nuestro caso hemos obtenido el valor 6,8709 que está francamente por debajo del número discriminante.

Por otra parte, la función ideada por Landim y Frakes intenta separar tills de sedimentos aluviales y la fórmula se expresa

$$0,00405 Mz + 0,02381 \sigma_1 - 0,05616 Sk + 0,10365 Kg$$

Para estos autores todos los materiales cuyo resultado sean superiores al valor 0,12809 son glaciales, y en las sedimentitas de la Formación Guandacol hemos encontrado la cifra de 0,16815. Si nos atenemos a estos resultados debemos deducir que las rocas que nos ocupan han sido transportadas por el hielo; sin embargo, es necesario aclarar que, recientemente, Spalletti (1972) halló que sedimentos formados por flujos de barro mostraban funciones cuyo rango de variación iba de 0,19 a 0,21. Por lo tanto es muy factible pensar que las sedimentitas que nos ocupan — en promedio — deben haber tenido viscosidad bastante más baja que la de los flujos actuales de Volcán (mud-flows) y, lógicamente, también inferior a la de agentes glaciales.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El ambiente de sedimentación en el que se depositaron las sedimentitas de la Formación Guandacol ha sido discutido por buen número de investigadores de las ciencias geológicas (Hausen, 1921; Keidel, 1922; Du Toit, 1927; Frenguelli, 1944, 1954; De la Mota, 1946 y Cuerda, 1967) quienes le han atribuido génesis glacial. Es necesario destacar la notable agudeza de observación de estos autores, pues con buen criterio relacionaron el aspecto caótico y la pobre selección de las sedimentitas con el más conocido agente viscoso de transporte y sedimentación.

Si bien es muy posible que procesos glaciales hayan sido frecuentes en Gondwana durante el tiempo carbónico, Teruggi *et al.* (1969) y Spalletti (1968) —mediante estudios sedimentológicos— refutaron la interpretación genética antes expuesta. También Frakes, Amos y Crowell (1969) han considerado que diamictitas vecinas de la misma edad no se han formado por la acción del hielo, sino que son el resultado de procesos de remoción en masa submarinos.

Teruggi *et al.* (*loc. cit.*) han notado que la ausencia de rodados pentagonales, el notable espesor de la formación y las características morfológicas de los rodados no concuerdan con los rasgos de sedimentación glaciales. A la vez, Spalletti (1958) ha mencionado como una prueba más la falta de orientación típica de till en los diagramas petrofábricos efectuados en rodados de la Formación Guandacol.

En base a la caracterización efectuada por Blissenbach (1954), Teruggi *et al.* han considerado que los depósitos de la unidad que nos ocupa concuerdan notablemente con los sedimentos pedemontanos formados en abanicos aluviales y han sido originados por flujos laminares. Por su parte, Spalletti dedujo —en base al estudio de estructuras primarias— que el transporte fue relativamente corto y que las zonas de depositación eran cercanas a áreas elevadas. Cabe mencionar además que tanto Spalletti como Teruggi *et al.* han advertido que la viscosidad de las corrientes se redujo durante la depositación de los términos más jóvenes de la formación.

Revisemos ahora sucintamente cuáles son las conclusiones más importantes que surgen del análisis textural de las sedimentitas de la Formación Guandacol.

El análisis comparativo de nuestro diagrama CM con otros ya interpretados permite deducir que estos materiales fueron transportados principalmente en suspensión por corrientes viscosas y rápidas.

También se interpreta, a partir de los porcentajes de matriz y grado de selección, la baja fluidez de los agentes de transporte y sedimentación, mientras que el coeficiente de curtosis sugiere vinculación con rocas depositadas hacia la base de abanicos aluviales.

También el análisis de multivariancia tiende a revelar que las corrientes que depositaron las capas de la Formación Guandacol eran comparativamente tan viscosas como las corrientes de turbidez, a la vez que descarta la posibilidad mencionada por De Alba (1954) de depositación en ambientes fluviales deltaicos. Por otra parte, la determinación de los índices discriminantes ha permitido conocer que las características de los agentes —si bien parecidas— no eran exactamente iguales a las originadas por glaciares.

Como puede apreciarse, los resultados obtenidos en este trabajo nos permiten confirmar las deducciones de Teruggi *et al.* y de Spalletti en cuanto al ambiente y los agentes de depositación de la Formación Guandacol en la Sierra de Maz; a la vez, nos indican que estas sedimentitas se han originado por corrientes relativamente veloces y medianamente viscosas como pudieron ser movimientos de remoción en masa del tipo flujos de barro o flujos de tierra que operaron en combinación con ocasionales cursos de agua normales de carácter tractivo. Estos últimos se hicieron frecuentes durante el tiempo que demandó la depositación de las capas más jóvenes, aunque su energía decreció sucesivamente a causa de la degradación de las áreas positivas cercanas o —quizás— a cambios en la procedencia y en la dispersión de los materiales que constituyen el miembro superior.

BIBLIOGRAFIA

- BLISSENBACH, E., 1954. *Geology of alluvial fans in semiarid regions*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 65 (175-190).
- BODENBENDER, G., 1911. *Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, T. XIX (5-200).
- BULL, W. B. 1962. *Relation of textural (CM) patterns to depositional environment of alluvial fan deposits*. J. Sed. Petr., v. 32 (211-216).
- CUERDA, A., 1967. *Formación Guandacol (Devónico Superior - La Rioja)*. Notas Com. Inv. Cient. Bs. As., v. IV, n° 7 (14 pp.).
- DE ALBA, E., 1954. *Descripción geológica de la Hoja 16c, Villa Unión, provincia de La Rioja*. Dir. Nac. Minas, Bol. 82 (81 pp.).
- DE LA MOTA, H. F., 1946. *Estudios geológicos en el Cerro "Bola" al sur de Villa Unión, Departamento de General Lavalle, Provincia de La Rioja*. Tesis inéd. n° 111 Museo La Plata (145 pp.).

- DOTT, R. M., 1964. *Wacke, greywacke and matrix. What approach to immature sandstone classification.* J. Sed. Petr., v. 64 (625-632).
- DU TOIT, A. L. (1927). *A geological comparison of South America and South Africa.* Carnegie Inst. Publ. n° 181. Washington.
- FOLK, R. L. y WARD, W. C., 1957. *Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters.* J. Sed. Petr., v. 27 (3-26).
- FRAKES, L.; AMOS, A. y CROWELL, J., 1969. *Origin and stratigraphy of Late Paleozoic diamictites in Argentine and Bolivia.* Gond. Strat. IUGS Symp. T. 2. (821-843).
- FRENGUELLI, J., 1944. *Apuntes acerca del Paleozoico Superior del Noroeste argentino.* Rev. Mus. La Plata, nva. ser. sec. Geol. T. II (213-265).
- 1954. *El Gondwana inferior en la Argentina.* Physis, T. XX, n° 59 (424-437).
- FRIEDMAN, G. M., 1958. *Determination of sieve-size distribution from thin section data for sedimentary petrological studies.* J. Geol., v. 66 (394-416).
- 1962. *Comparison of moment measures for sieving and thin section data in sedimentary petrological studies.* J. Sed. Petr., V. 32 (15-25).
- HAUSEN, H., 1921. *On the lithology and geological structure of the Sierra de Umango Area. Province of La Rioja, Argentine Republic.* Acta Acad. Aboensis, Matem. et. Physic 1 : 4 (1-131).
- KEIDEL, J., 1922. *Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocidos en la Argentina.* Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba. T. XXV (293-368).
- LANDIM, P. y FRAKES, L. 1968. *Distinction between tills and other diamictites based on textural characteristics.* J. Sed. Petr. v. 38 (1213-1223).
- LUSTIG, L. K., 1965. *Clastic sedimentation in Deep Sprigs Valley, California.* U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 352-T (131-192).
- MARCHESE, H. y FERNÁNDEZ GARRASINO, C., 1967. *Clasificación petrográfica de sedimentitas carbonáticas.* Rev. Asoc. Geol. Arg. T. XXII (79-94).
- PASSEGA, R., 1957. *Texture as characteristic of clastic deposition.* Am. Assoc. Petr. Geol., Bull. 41 (1952-1984).
- 1964. *Grain size representation by CM patterns as a geological tool.* J. Sed. Petr., V. 34 (830-847).
- REED, J. J., 1957. *Petrology of the Lower Mesozoic rocks of the Wellington District.* New Zeland Dep. Sci. and Ind. Res., Bull 57, New Zeland Geol. Suvey.
- SAHU, B. K., 1964 a. *Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments.* J. Sed. Petr., v. 34 (73-83).
- 1964 b. *Transformation of weight frequency and number frequency data in size distribution studies of clastic sediments.* J. Sed. Petr., V. 34 (768-773).
- SPALLETTI, L. A., 1968. *Estructuras sedimentarias de la Formación Guandacol (Carboníco). Extremo sur de la Sierra de Maz, provincia de La Rioja.* Rev. Mus. La Plata, nva. ser. sec. Geol. T. VI (235-272).
- 1972. *Sedimentología de los cenoglomerados de Volcán, provincia de Jujuy.* Rev. Mus. La Plata, nva. ser. sec. Geol. T. VIII (137-225).
- SPENCER, D. W., 1964. *The interpretation of grain size distribution curves of clastic sediments.* J. Sed. Petr., V. 33 (180-190).
- STANLEY, D. J., 1963. *Vertical petrographic variability in Annot Sandstone Turbidites: some preliminary observations and generalizations.* J. Sed. Petr., v. 33 (783-788).
- TERUGGI, M. E.; ANDREIS, R. R.; INÍGUEZ, A. M.; ABAIT, J. P.; MAZZONI, M. M. y

- SPALLETTI, L. A., 1969. *Sedimentology of the Paganzo Beds at Cerro Guandacol, Province of La Rioja*. Gond. Strat, LUGS Symp. T. 2 (857-880).
- TERUGGI, M. E.; MAZZONI, M. M. y SPALLETTI, L. A., 1971. *Sedimentología de las gravas del río Sarmiento (provincia de La Rioja)*. Rev. Mus. La Plata, nva. ser. sec. Geol. T. VII (77-146).
- WARREN, P. T., 1963. *The petrography, sedimentation and provenance of the Wenlock Rocks near Hawick, Roxburghshire*. Trans. Edim. Geol. Soc., v. 19, part. 3.