

**SEDIMENTOLOGIA DE LAS GRAVAS DEL RIO COLORADO,
ARGENTINA**ADRIANA M. BLASI¹**RESUMEN**

En este trabajo se estudian las características sedimentológicas de los depósitos psefíticos del río Colorado, los que se encuentran solamente en el sector de cabeceras y proximal de la citada cuenca. El análisis granulométrico de las gravas se hizo a través de frecuencia numérica, la que luego fue convertida en frecuencia ponderal. El tamaño medio de los depósitos psefíticos disminuye en la dirección de transporte. Asimismo, los clastos de las diferentes litologías muestran selección granulométrica en el sentido del escurrimiento.

Estos materiales son de composición polimíctica. Las gravas vulcaníticas (básicas y ácidas a intermedias) constituyen el tipo mayoritario (más del 71%, le siguen en orden de abundancia los rodados graníticos (21 a 12%) y los sedimentarios (15 a 2%). Aguas abajo se observa una mayor concentración de gravas graníticas y disminución de las sedimentarias, como resultado de los procesos abrasivos que se llevan a cabo durante el transporte. Las psefitas vulcaníticas se mantienen dentro de los mismos tenores a lo largo del curso. La descripción morfológica del material se realizó a través del estudio de la planidad, esfericidad, redondez y geométricidad. Estos parámetros se modifican en la dirección de transporte como consecuencia de la selección granulométrica y morfológica. Se discute también la evolución, durante el transporte, de los distintos atributos, como asimismo la interrelación existente entre pares de propiedades que afectan los resultados encontrados.

Palabras clave: Sedimentología - Psefitas - Textura - Depósitos fluviales.

ABSTRACT

SEDIMENTOLOGY OF FLUVIAL GRAVELS OF COLORADO RIVER, ARGENTINA. This paper deals with the sedimentology of the psephitic deposits of the Colorado River (Argentina), a long stream flowing through the arid areas from the Cordillera de Los Andes (Argentina) to the Atlantic Ocean. The study begins with the description of the essential characteristics of the river basin at headwaters. Grain size analyses of gravels were made by counting and then converting into ponderal frequency. Mean size of gravels decreases downstream. The different lithological groups also show grain size sorting. Lithologically, the gravels are made up of two type of vulcanites (basaltic an acid-intermediate ones) (more than 71%), granites (21 to 12%) and sedimentary rock fragments (15 to 2%). Granites, being more resistant to abrasion, tend to concentrate downstream an also in the large size grade. Sedimentary gravels tend to diminish with transport increase

(1) Instituto de Geomorfología y Suelos. Fac. Ccias. Nat. y Museo, UNLP. CIC. 3 nro. 590. 1900. La Plata.

while vulcanites remain fairly stable. The morphological study of the Colorado river gravels comprises determination of geometricity, flatness, sphericity and roundness. It is shown that the shape properties vary with distance of transportation and that they are affected both by grain size and morphological sorting. The significance of these variations and the evolution of morphological properties are discussed either with grain size or in the lithological groups, downstream. Relationships among size, lithological and morphological characteristics are also analysed.

Key words: Sedimentology - Psephites - Texture - Fluvial deposit.

INTRODUCCIÓN

El análisis sedimentológico de los depósitos psefíticos reconocidos en el sector proximal del río Colorado, tuvo por finalidad conocer las características texturales - granulométricas, morfológicas y composicionales - de las acumulaciones de alta energía y definir las causas que determinan las variaciones de los diferentes rasgos con la distancia de transporte.

Hasta el presente son escasos en la Argentina los trabajos sedimentológicos realizados en psefitas actuales, por lo que se espera contribuir no sólo con el conocimiento de las características particulares de las acumulaciones del Colorado, sino con los aspectos propios de la evolución y naturaleza de los materiales gruesos afectados por la acción fluvial, tal como lo hicieron los estudios de Teruggi *et al.* (1971, 1977), Spalletti (1976) e Iriondo (1973).

Al respecto, los resultados obtenidos en las investigaciones citadas y las alcanzadas en este trabajo sientan las bases para la realización de futuros estudios sedimentológicos comparativos de materiales psefíticos fluviales.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REGION ESTUDIADA

La cuenca activa o de aporte hídrico directo, abarca unos 15.300 km² ubicados principalmente en la zona andina del sur de la provincia de Mendoza, constituida por las cuencas tributarias de los ríos Barrancas, Grande y arroyos Butacó y Chacaicó, siendo la del Grande la de mayor preponderancia en la formación del Colorado.

Los caudales de crecidas estivales son en esta cuenca de alimentación bastante considerables, dada la extensión de los frentes cordilleranos que desaguan las aguas de fusión a través de numerosos ríos y arroyos en los colectores principales del sistema hidrográfico. En esta área, las precipitaciones presentan un régimen típicamente patagónico, son invernales y caen principalmente en forma de nieve, alcanzando los 1000 mm anuales.

Por su parte, en la región extrandina de la cuenca del Colorado, en su curso medio, los aportes de caudales quedan restringidos al esporádico derrame de pequeños cursos temporarios de las provincias del Neuquén, La Pampa y Río Negro. En esta zona de las mesetas áridas del norte de la Patagonia, la precipitación media anual no supera los 200mm, en tanto la evaporación por el contrario es muy intensa.

Los caudales medios anuales de los ríos Grande y Barrancas son de 93 m³/seg. y 31m³/seg. respectivamente, mientras que los datos de aforo en la localidad de Buta Ranquil (río Colorado superior) establecen para el período 1942/72 un nódulo de 133 m³/seg.

Respecto a las características de los valles fluviales que conforman la cuenca superior y media y que fueron reconocidas en los sitios de muestreo, se ha observado que presentan tramos en donde las aguas corren en medio de un ancho valle, donde los depósitos determinan la formación de rasgos morfológicos típicos de los ríos entrelazados. Tal es el caso del río Grande en la localidad de Bardas Blancas, del Barrancas en las inmediaciones de la confluencia con el Grande, (estación Barrancas) y del Colorado, en la localidad de Buta Ranquil (segundo sitio) y Gobernador Ayala.

Por el contrario, en otros sectores, los cursos se encajonan entre potentes coladas basálticas (estrechamiento del río Grande en Ranquil-Co y del Colorado aguas abajo de Buta Ranquil). Este diseño también se aprecia cuando se reduce la distancia entre las altas bardas de las mesetas que delimitan el valle, tal es el caso del río Colorado en la localidad de Casa de Piedra (sector extrandino).

Los afloramientos rocosos que enmarcan los cursos de la región estudiada son de naturaleza volcánica

y sedimentaria. Dentro de las primeras se destacan las efusivas permotriásicas (Serie Porfirítica, Groeber, 1933, o Grupo Choyoi, Di Gregorio y Uliana, 1979) y las rocas efusivas del Cenozoico, entre ellas los basaltos y vulcanitas ácidas a intermedias terciarias y cuaternarias; por otra parte los afloramientos sedimentarios silicoclásticos, carbonáticos y piroclásticos quedan representados en toda el área por un amplio número de unidades litoestratigráficas acumuladas en su mayoría en la cuenca Neuquina durante los megaciclos Jurásico, Andico y Riográndico y por sedimentitas epiclásticas y piroclásticas cenozoicas que incluyen desde las unidades continentales del Terciario medio y superior hasta los depósitos aluviales y glaciales del Peistoceno. (cf. Blasi, 1986).

Respecto de los afloramientos de rocas plutónicas se debe destacar que son menos extensos y se ubican principalmente en la región de cabeceras, donde nace la red tributaria del Colorado, en la alta Cordillera Andina. Están representadas principalmente por las intrusiones ácidas del Terciario superior (Groeber, op. cit.) el granito y Pórfiro del Chihuido y las plutonitas Andinas (Dessanti, 1973, 1978) (cf. Blasi, 1986).

El análisis de la distribución y extensión de los diferentes tipos litológicos en el sector proximal del río Colorado, nos permite apreciar que alrededor del 80% de la mencionada región está constituida por exposiciones de unidades basálticas, de rocas ácidas a intermedias y depósitos clásticos cenozoicos cuyos detritos procedieron de las citadas vulcanitas.

UBICACIÓN DE LOS DEPÓSITOS

Los depósitos psefíticos fueron reconocidos principalmente en lo que se conoce como cuenca de afluencia activa o de aporte hídrico efectivo (cf. Mazza, 1961), o cuenca superior del río Colorado (cf. Grondona, 1975). Esto es, en los cursos tributarios del sector de cabeceras y aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas (en el sector más septentrional del río Colorado propiamente dicho), donde el aporte de los caudales a través de tributarios menores es aún importante (Fig. 1).

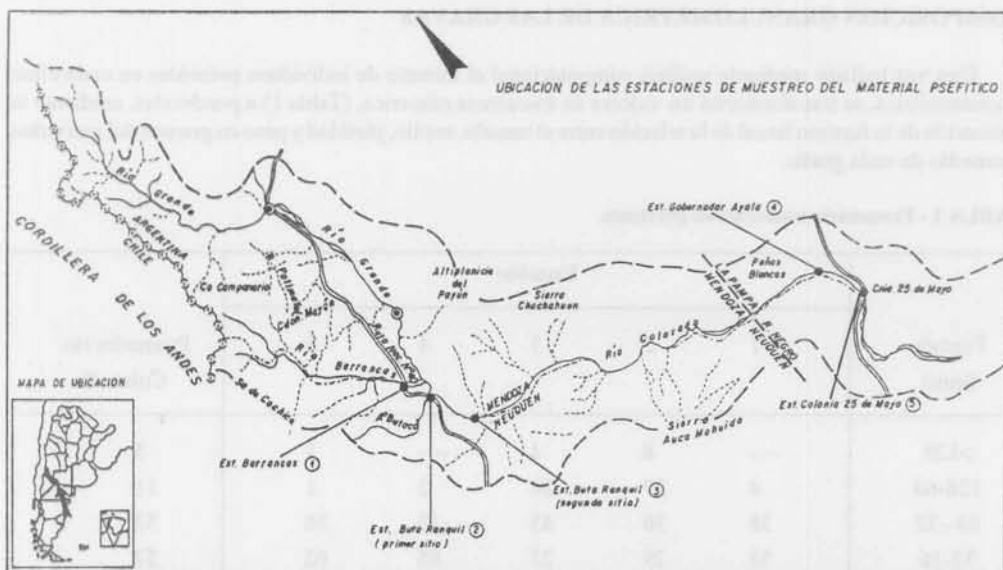


FIG. 1 - Ubicación de las estaciones de muestreo del material psefítico.

Otras acumulaciones psefíticas se observan en el tramo extrandino, correspondiente al sector medio de la cuenca, de carácter netamente alóctono. Sin embargo, la proporción volumétrica de los materiales gravosos en este sector es menos importante que la encontrada en la región cordillerana.

Los depósitos gruesos estudiados constituyen rasgos morfológicos bien definidos desarrollados en las áreas activas y semiactivas del curso; así, en todas las estaciones, se presentan como barras gravosas laterales de tipo longitudinal y constituyen las facies denominadas gravosas gruesas de Blasi (1986).

UBICACION DEL MUESTREO Y METODOLOGIA

Las muestras fueron recolectadas en cinco estaciones; la elección respondió a criterios de equidistancia y a accesibilidad (Fig. 1). Las bases estadísticas del muestreo (Otto, 1938), han sido similares a las de otros trabajos sedimentológicos. En todos los casos las muestras corresponden a acumulaciones de material gravoso que constituirían barras laterales, longitudinales al canal y desarrolladas en el llamado nivel activo del río compuesto (composite stream, Willams y Rust, 1969). Constituye una excepción la muestra de la estación 5 (Colonia 25 de Mayo) que fue recogida en un nivel topográfico más alto, perteneciente a un área semiactiva. En estas barras participan además otros tipos texturales - arenas y limos - aunque en baja relación volumétrica.

Se recolectaron aproximadamente 200 individuos por estación, si bien posteriormente se eliminaron del estudio los clastos cuyo tamaño medio aritmético resultó inferior a 16mm. Estos individuos se descartaron por el incremento del error en las determinaciones morfométricas convencionales.

En cada clasto se procedió a valorar la redondez según escala de Krumbein (1941), determinar la composición litológica y la medición de los ejes A, B y C. Asimismo, mediante el análisis computacional se estableció para cada clasto el valor del tamaño medio aritmético $(A + B + C / 3)$, de platitud $(A + B / 2C)$, de esfericidad $(B/A)^2 \cdot C/B$ (Krumbein, op. cit.) de geomericidad (Zingg, 1935) y la relación C/B, como así también las desviaciones típicas de cada parámetro. Se elaboraron además los promedios de todas estas propiedades para cada estación, por fracción granulométrica y por tipo litológico, a la vez que se calculó el porcentaje de geomericidad y de variables composicionales. Por último, se efectuaron también estudios comparativos entre las distintas propiedades texturales y composicionales.

RESULTADOS

COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LAS GRAVAS

Una vez hallado mediante análisis computacional el número de individuos presentes en cada clase granulométrica, se transformaron los valores de frecuencia numérica, (Tabla 1) a ponderales, mediante la aplicación de la función lineal de la relación entre el tamaño medio, platitud y peso en gramos del individuo promedio de cada grado.

TABLA 1 - Frecuencia numérica en por ciento.

Tamaño (mm)	Estación					Promedio río Colorado
	1	2	3	4	5	
>128	----	8	4	----	1	3
128-64	4	27	24	2	1	11
64--32	38	36	45	13	36	33
32-16	58	29	27	85	62	52

En tres estaciones (2,3 y 5) los grados más frecuentes son los más gruesos, en una el intermedio (estación 1) y en la restante el más pequeño. Asimismo, si consideramos conjuntamente los porcentajes en peso de los dos grados más gruesos en cada estación, estos constituyen más del 85% de cada distribución, excepto en la estación 4, en donde cada una de las fracciones está representada por aproximadamente las mismas proporciones ponderales (Tabla 2).

El valor de la media ponderal (Tabla 2), permite definir la mayoría de estas psefitas como gravas gruesas, mientras que en la estación 4 dicho valor correspondió al límite entre grava media y gruesa.

TABLA 2 - Análisis granulométrico.

Tamaño (mm)	Estación					Clasificación según Teruggi (1982)
	1	2	3	4	5	
>128	----	72,45	50,00	----	----	guijón-grava gruesa
128-64	41,52	21,57	37,60	30,06	62,77	_____ 64 mm
64--32	44,20	4,72	11,15	33,10	26,10	guijarro-grava mediana
32-16	14,28	1,22	1,24	36,84	11,12	_____ 16 mm
Md. Pond. Ø	- 6,3	- 7,0	- 7,0	- 5,9	- 6,8	
Intv. Moda Pond. Ø	- 6/ - 5	- 7,0	- 7,0	- 5/ - 4	- 7/ - 6	
Intv. Moda Numérica Ø	- 5/ - 4	- 6/ - 5	- 6/ - 5	- 5 / - 4	- 5/ - 4	

Md.: mediana; Pond.: ponderada; Intv.: intervalo.

En general puede observarse que a lo largo del curso los grados no mantienen un comportamiento parejo, por lo que resulta complejo encontrar tendencias granulométricas en la dirección de transporte; sin embargo, se puede deducir que desde la estación 2 a la 5 (todas ellas sobre el río Colorado) se evidencia un aumento en las proporciones ponderales de gravas medianas en detrimento de las gravas gruesas que predominaban en las primeras estaciones (Tabla 2).

Por su parte, las gravas del río Colorado, al igual que las estudiadas en los ríos Sarmiento y San Antonio (Teruggi *et al.* 1971, 1977), han mostrado distribuciones de carácter unimodal, aunque en este caso el intervalo granulométrico de la moda varía de una estación a otra (Fig. 2).

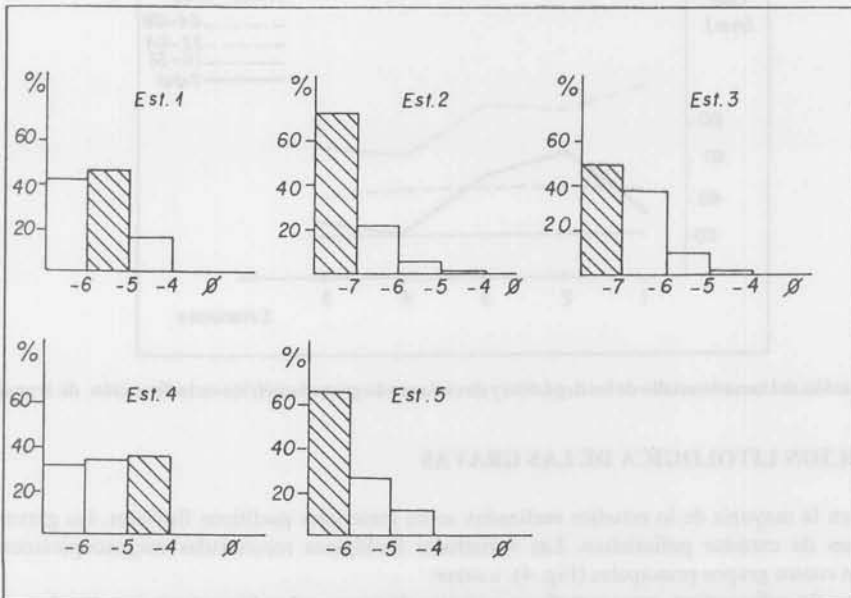


FIG. 2 - Ubicación de la moda ponderada en cada estación.

En cuanto al tamaño medio obtenido para cada localidad (Tabla 3, Fig. 3), puede observarse una marcada tendencia a la disminución de los valores desde la estación 2 a la 4, en tanto que el hallado para la primera no se ha considerado por pertenecer al curso del río Barrancas. Asimismo, el encontrado en la estación 5 es un tanto mayor que el inmediato aguas arriba; si bien esto modifica levemente la tendencia citada, debe considerarse un caso particular, ya que corresponde al tamaño medio de depósitos acumulados en el área semiactiva del curso, cuya depositación tuvo lugar, en otro momento de la historia del río, bajo condiciones hidrodinámicas que pueden no guardar relación con las que afectaron a los materiales de las áreas activas muestreados en otras estaciones.

En cuanto a los valores medios de los grados granulométricos se encontró que para las fracciones 16-32 mm, y 32-64 mm, se mantienen constantes a lo largo del perfil longitudinal, mientras los de la clase más gruesa (64-128 mm) tienden a disminuir aguas abajo (Fig.3) por lo que, al igual que en el río Sarmiento (Teruggi *et al.*, 1971) el valor granulométrico medio del grado más grueso resulta el más apto para detectar variaciones de tamaño en la dirección de transporte. Con todo, debe comentarse la baja representatividad estadística de este grado en las muestras estudiadas.

TABLA 3 - Valores del tamaño medio de los depósitos de cada estación y su clasificación.

	Estación				
	1	2	3	4	5
Tamaño medio aritmético (mm)	34,43	65,11	54,55	25,43	31,54
Tamaño medio aritmético (\emptyset)	-5,10	-6,00	-5,70	-4,65	-4,95
Clasificación	Grava mediana	Grava gruesa	Grava mediana	Grava mediana	Grava mediana

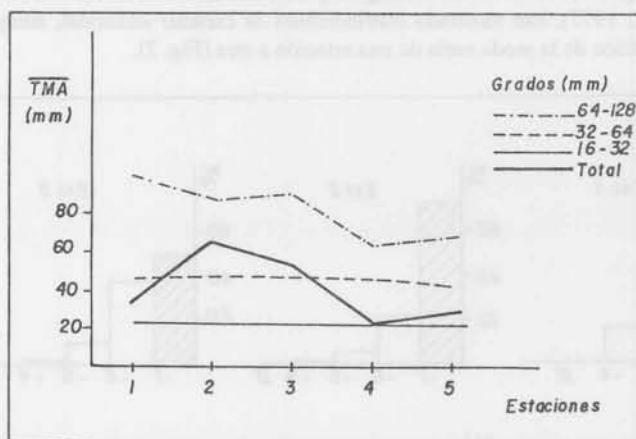


FIG. 3 - Variación del tamaño medio de los depósitos y de cada grado granulométrico en la dirección de transporte.

COMPOSICION LITOLÓGICA DE LAS GRAVAS

Como en la mayoría de los estudios realizados sobre materiales pefíticos fluviales, las gravas del Colorado son de carácter polimictico. Las variedades litológicas reconocidas megascópicamente se reunieron en cuatro grupos principales (Fig. 4), a saber:

a- gravas de sedimentitas, representadas por clastos de rocas carbonáticas (coquinas y calcarenitas), silicoclásticas (arenitas, limolitas amarillentas, limolitas rojizas y fangolitas) y piroclastitas (tobas).

b- gravas graníticas, entre las que se identificaron rodados de granito gris, rosado y verdoso, granodioritas y de cuarzo pegmatítico.

c- gravas vulcánicas basálticas, constituidas por individuos de basaltos y de andesitas basálticas.

d- gravas vulcánicas intermedias a ácidas, formadas por fragmentos de riolitas, dacitas, traquitas (?) y escasos rodados de ignimbritas.

Como puede observarse a lo largo del recorrido analizado (desde Barrancas a Colonia 25 de Mayo), las gravas vulcánicas, constituyen el tipo más abundante -de un 71 a 78 %-; le siguen en orden de abundancia las graníticas y posteriormente las sedimentarias.

El grado de abundancia total de las vulcánicas no varía en el trayecto analizado. Las graníticas por su parte tienden a aumentar con la distancia de transporte, mientras que las sedimentarias disminuyen (Fig.4).

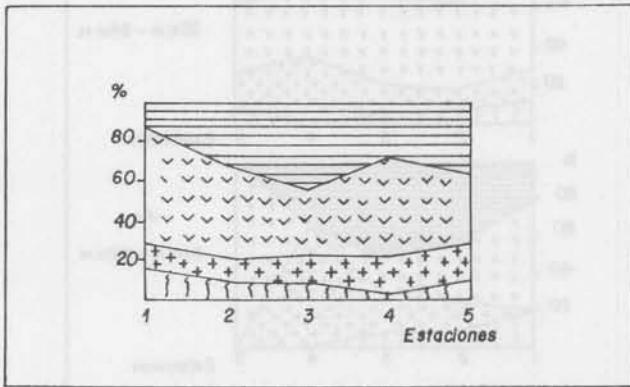


FIG. 4 - Litología total y su variación con la distancia de transporte (Referencias : se representan con v: vulcanitas ácidas a intermedias, con rayado horizontal clastos basálticos; con x: plutonitas y con líneas verticales a las sedimentarias).

Respecto del tamaño medio alcanzado por las gravas de cada tipo composicional en los diferentes depósitos, se ha observado que en todos los casos los valores más altos corresponden al grupo granítico, mientras que las gravas sedimentarias quedan representadas por tamaños intermedios en el tramo de la estación 1 a la 3 y por los más bajos desde la estación 3 a la 5. Por su parte las vulcánicas (basálticas y no basálticas) representan, respecto a las restantes litologías, los rodados de tamaño más pequeño en el primer tramo e intermedio en el segundo (Fig.5).

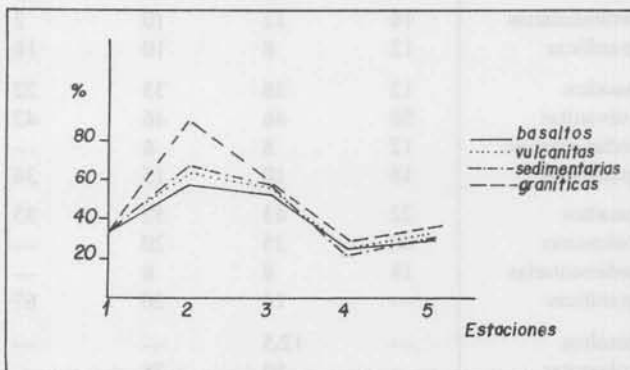


FIG. 5 - Variación del tamaño medio de las gravas de cada tipo composicional a lo largo del recorrido.

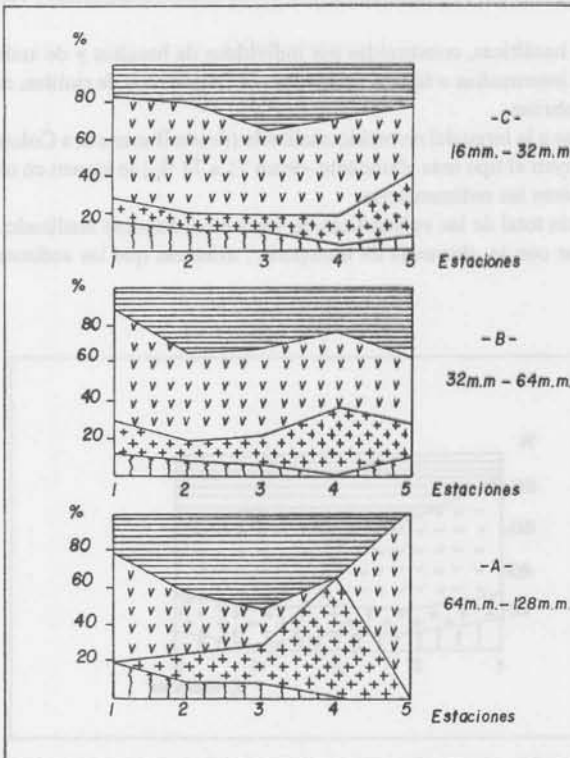


FIG. 6 - Variación composicional según los diferentes grados granulométricos analizados (Referencias: se representan con v: vulcanitas ácidas a intermedias, con rayado horizontal clastos basálticos; con x: plutonitas y con líneas verticales a las sedimentitas).

TABLA 4 - Representación porcentual de los tipos litológicos en cada grado y estación.

Tamaño	Litología	Estación				
		1	2	3	4	5
16-32mm	basaltos	18	20	34	29	22
	vulcanitas	54	60	45	53	38
	sedimentarias	16	12	10	2	8
	granfíticas	12	8	10	16	32
32-64mm	basaltos	12	36	33	22	38
	vulvanitas	58	46	46	42	34
	sedimentarias	12	8	6	---	10
	granfíticas	18	10	15	36	18
64-128mm	basaltos	22	43	52	33	---
	vulcanitas	60	35	20	---	100
	sedimentarias	18	8	8	---	---
	granfíticas	---	14	20	67	---
>128mm	basaltos	---	12,5	---	---	---
	vulcanitas	---	50	75	---	---
	sedimentarias	---	12,5	---	---	---
	granfíticas	---	25	25	---	---

La evolución del tamaño medio de los distintos tipo composicionales en la dirección de transporte de las gravas sigue la misma tendencia que la observada para el tamaño medio global de los depósitos (Fig.5).

Si se confrontan por otro lado, los tres grados granulométricos de las distribuciones de un mismo tipo litológico y se analizan los comportamientos a lo largo del perfil, se observa que el grado más grueso posee la distribución más irregular (Fig.6 y Tabla 4).

El grado intermedio muestra una evolución bastante pareja en la dirección de transporte, las sedimentitas disminuyen aguas abajo, como ocurrió con el grado más grueso, aunque en éste vuelven a aparecer en la última estación. Las graníticas también muestran un comportamiento semejante al observado en el grado 64-128 mm, sólo que en este caso se mantienen presentes hasta la estación 5. En tanto que las vulcanitas basálticas y ácidas a intermedias presentan máximos y mínimos, que se contrarrestan a lo largo del perfil, excepto en la estación 5 (Fig. 6).

Respecto del grado más fino, se evidencia un comportamiento similar al observado en la fracción intermedia. Sin embargo, en este grado, las sedimentarias y las vulcanitas no basálticas parecen estar mejor representadas.

Cabe destacar que el comportamiento composicional del grado 32-64 mm, que resultó ser el más similar a la composición global de las gravas del río San Antonio y Sarmiento, es también en nuestro caso el más semejante a la distribución general de las gravas vulcaníticas (tanto básicas como ácidas a intermedias), mientras que el más fino lo es para la distribución de los individuos sedimentarios y graníticos. Indudablemente estas tendencias están fundadas en el tenor de los clastos de las diversas composiciones en cada fracción granulométrica.

En este sentido se cree conveniente considerar solamente las tendencias encontradas en el análisis de la composición global más la de los dos grados granulométricos mejor representados por la frecuencia numérica (16-32 mm y 32-64 mm) (Figs.4 y 6).

COMPOSICION MORFOLOGICA DE LAS GRAVAS

Geometricidad

Como puede observarse en la Tabla 5, en el río Barrancas existe predominio marcado de las formas obladadas (44%) y ecuanteras (37%) mientras que el promedio de la geometricidad de las estaciones estudiadas sobre el río Colorado muestra mayor abundancia de obladados (44%) y laminares (23%). La geometricidad, por lo tanto, parece tender a variar de formas discoidales cúbicas a discoidales-laminares (Fig.7).

TABLA 5 - Porcentajes de las diferentes geometricidades por estación e índice de geometricidad.

Geometricidad	Estación					Prom. río Colorado
	1	2	3	4	5	
Ecuantes	37,06	18,55	14,15	23,03	12,08	18,14
Obladados	43,96	52,57	31,13	41,88	53,84	43,91
Prolados	14,65	11,34	25,47	15,18	7,69	15,25
Laminares	4,31	17,52	29,24	19,89	26,37	22,68
Indice: $\frac{P + E}{O + L} =$	1,07	0,43	0,66	0,62	0,25	0,50

En el análisis parcial por estación, puede observarse que las formas obladadas en todas las estaciones son las más abundante (de 31% a 54%). Le siguen en orden decreciente y en forma variable las ecuanteras (estación 1, 2 y 4) y las laminares (estación 3 y 5). Cabe destacar que en las estaciones 2 y 4 la proporción de gravas ecuanteras (en el primer caso) y laminares (en el segundo) es similar, ambas subordinadas a las obladadas (Tabla 5).

En la Fig. 7 se pueden visualizar las tendencias o variaciones de geometricidad en la dirección de transporte, tomando en cuenta las formas predominantes en cada caso. Estas variaciones se ven principalmente relacionadas a las modificaciones de la relación C/B, (Fig.8). Así, donde este valor disminuye y es por ende acompañado por un aumento de la planitud, se incrementan las formas laminares (estaciones 2, 3, 4 y 5).

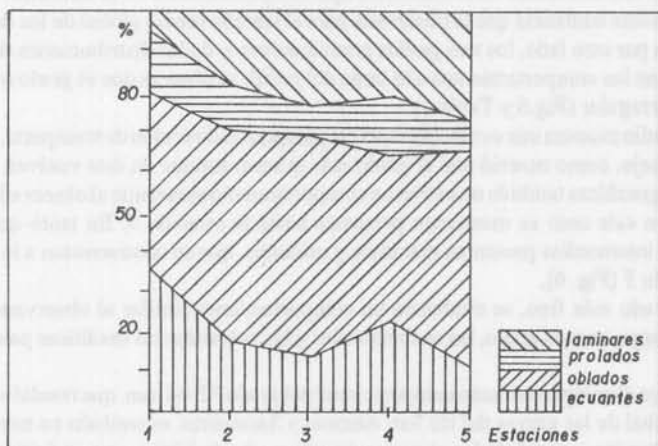


FIG. 7 - Variación de la geométrica a lo largo del río.

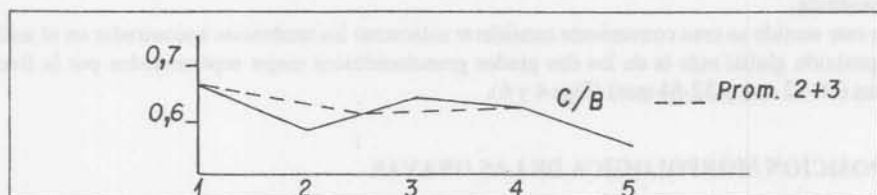


FIG. 8 - Variación del valor C/B en la dirección de transporte.

Cabe destacar que tanto en el río Sarmiento como San Antonio y del río del Oro, las formas oblatas son -del mismo modo que en el Colorado- generalmente mayoritarias, aunque por lo común están seguidas en orden de abundancia por las ecuanes (cf. Teruggi *et al.*, 1971; 1977 y Spalletti, 1976).

A lo largo del perfil, los clastos oblatos muestran variaciones marcadas entre una y otra estación, sin embargo si se realiza el promedio de las geométricas de las estaciones 2 y 3 (cercanas), se observa un comportamiento bastante uniforme hasta la estación 4, seguido entre sí de un aumento en la última estación (Fig.9). Los clastos prolados, por su parte, muestran un comportamiento inverso, evidenciando una marcada disminución en la última estación, (Fig.9).

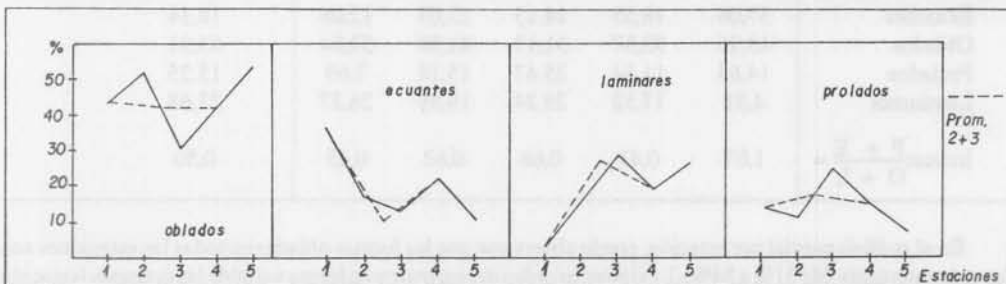


FIG. 9 - Variación individual de las formas aguas abajo.

Las gravas ecuanes, en tanto, tienden a disminuir en el sentido del transporte a excepción de un aumento de su proporción en la estación 4. Por el contrario las formas laminares aumentan, en general, aguas abajo, si bien en esta misma estación (4) evidencian una significativa disminución (Fig.9). Estas tendencias, sobre todo respecto a los clastos ecuanes y oblatos, son claramente opuestas a las encontradas en el río Sarmiento y San Antonio (Teruggi *et al.*, 1971; 1977).

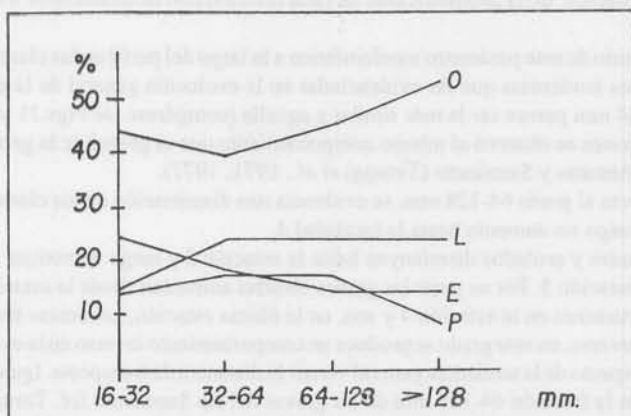


FIG. 10 - Variación de las formas según grados granulométricos.

Si se compara el comportamiento de la geometricidad en los distintos grados granulométricos (Fig.10), se puede observar que:

a- Los clastos oblatos prevalecen sobre las formas restantes en todas las fracciones analizadas, asimismo son menos frecuentes en la fracción 32-64 mm, en tanto que con el aumento granulométrico se incrementan sus proporciones.

b- Las formas laminares siguen en orden de abundancia a las oblatas cuando sus tamaños son mayores a los 32 mm. Sus proporciones aumentan desde los 32 mm y prácticamente se mantienen estables aún con el aumento granulométrico, por lo que las formas laminares son menos frecuentes en los tamaños más finos.

c- Las gravas ecuanes se reconocen en el tercer orden de abundancia, excepto la clase 16-32 mm, donde alcanzan a superar las proporciones de los clastos laminares y ocupan el segundo grado de abundancia. Se observa así una disminución de ecuanes con el aumento de la granulometría.

d- Las formas proladas están mejor representadas en las gravas entre los 32 y 128 mm; se ubican en el tercer y cuarto orden según el comportamiento citado.

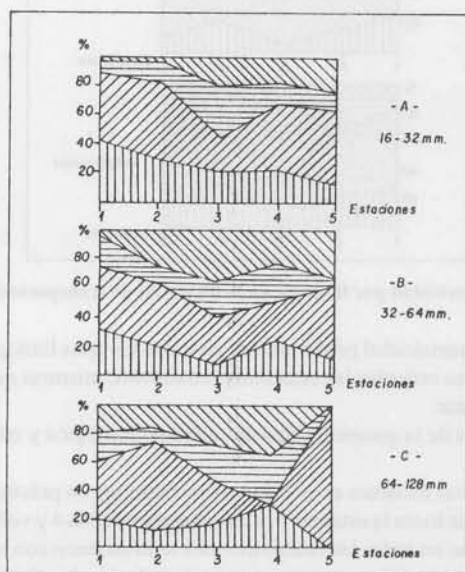


FIG 11 - Variación de la geometricidad por grados granulométricos a lo largo del recorrido (igual referencia que Fig. 7).

Respecto de la variación de la geométricidad de cada fracción con la distancia de transporte (Fig.11), se observó que:

a- el comportamiento de este parámetro morfométrico a lo largo del perfil en las clases 16-32 mm y 32-64 mm, muestra iguales tendencias que las evidenciadas en la evolución general de la geométricidad; no obstante, la clase 32-64 mm parece ser la más similar a aquella (compárese las Figs.11 y 7). Cabe destacar que en estas dos fracciones se observó el mismo comportamiento que el global de la geométricidad en los casos de los ríos San Antonio y Sarmiento (Teruggi *et al.*, 1971; 1977).

b- en lo que respecta al grado 64-128 mm, se evidencia una disminución de los clastos ecuanes desde la estación 1 a la 2 y luego un aumento hasta la localidad 4.

Los clastos laminares y prolados disminuyen hasta la estación 2 y luego aumentan. Estas tres formas no se presentan en la estación 5. Por su parte las gravas obladas aumentan desde la estación 1 a la 2, luego disminuyen, no se encuentran en la estación 4 y son, en la última estación, las únicas formas presentes.

Como puede observarse, en este grado se produce un comportamiento inverso en la evolución de clastos prolados y ecuanes respecto de la tendencia general versus la distancia de transporte. Iguales características fueron evidenciadas en la fracción 64-128 mm de las gravas del río Sarmiento (cf. Teruggi *et al.*, 1971).

En base a lo expuesto, puede decirse que las tendencias generales de las diferentes formas, en la dirección de transporte están íntimamente relacionadas con las variaciones de geométricidad producidas en la fracción 32-64 mm.

La distribución de la geométricidad se ha calculado también para cada tipo litológico y su evolución aguas abajo (Fig. 12).

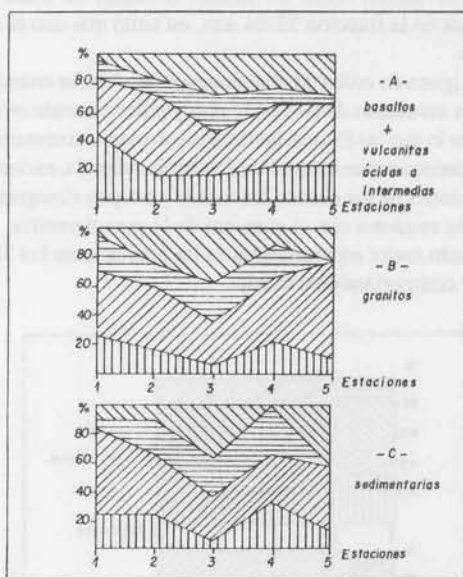


FIG. 12 - Variación de la geométricidad por litología en la dirección de transporte (igual referencia que Fig. 7).

Se advierte así, que la geométricidad predominante en todos los tipos litológicos, está representada por la forma oblada y ecuate (en ese orden) en las estaciones proximales, mientras que en la más distal (estación 5) lo está por la oblada y laminar.

En cuanto a las tendencias de la geométricidad de cada tipo litológico y en la dirección de transporte (Fig.12), se observó que:

a- la evolución de las formas ecuanes es en los tres tipos litológicos prácticamente igual a lo largo del perfil, con tendencia a disminuir hasta la estación 3, a incrementarse en la 4 y volver a disminuir en la última localidad; b- las formas obladas en todas las composiciones se mantienen con tendencia decreciente hasta la estación 3 y luego manifiestan cambios aunque no muy marcados; c- los clastos prolados de los tres tipos litológicos tienden a aumentar hasta la estación 3, posteriormente disminuyen estas formas en las gravas graníticas y vulcaníticas y se mantienen constantes en las sedimentarias. En la estación 5 desaparecen las

gravas proladas de naturaleza sedimentaria y granítica y disminuyen sus tenores en las vulcaníticas; d - las laminares, por último, aumentan en todos los tipos litológicos hasta la estación 3, luego disminuyen (en el caso de las sedimentarias desaparecen) hasta la estación 4 y posteriormente aumentan en la última estación.

En la figura se puede observar que, la tendencia de cada geomericidad en la dirección de transporte, para el conjunto de todas las litologías, es prácticamente igual a la evolución observada en la geomericidad de las gravas vulcaníticas sedimentarias y graníticas; no obstante en estos dos últimos tipos litológicos se reconocen ciertas variaciones en el tramo final del recorrido.

Resultó asimismo, sumamente interesante lo observado en el diagrama de frecuencia numérica (diagrama de Zingg, 13 a, b, c, d y e) donde las áreas de mayor concentración de rodados para cada estación (máximos) se van desplazando en la dirección de transporte desde el campo de las formas ecuanter-proladas al campo de las obladas-laminares. El desplazamiento es mucho más marcado en sentido horizontal (disminución en el índice C/B) que el efectuado según la componente vertical (variación de los valores B/A), (Fig.13 e).

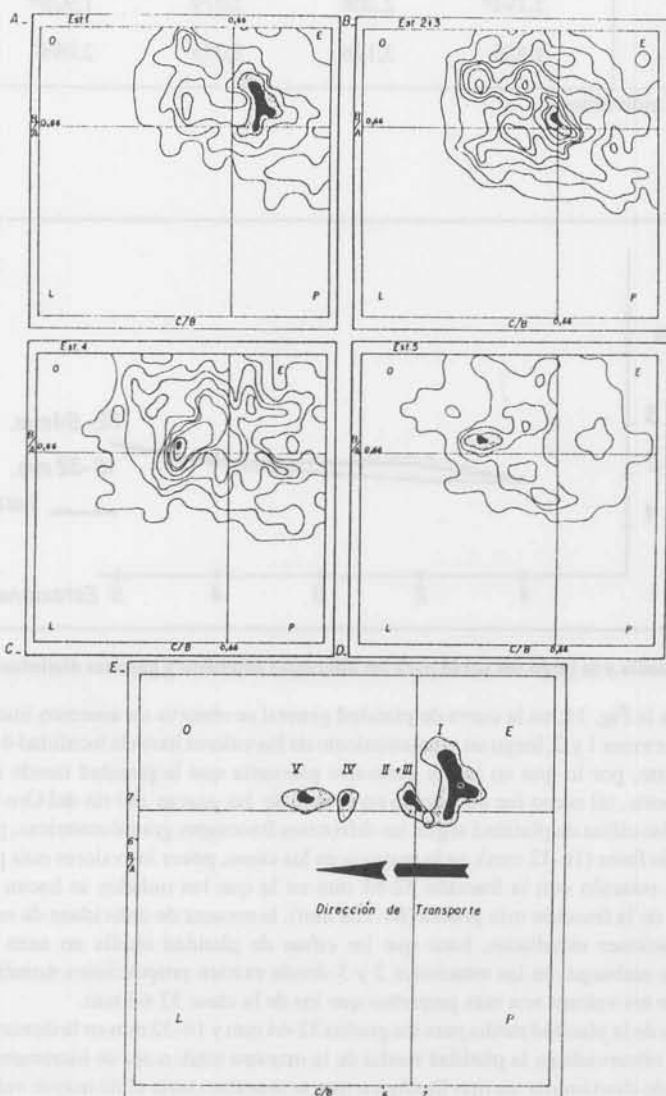


FIG. 13 - Análisis de la frecuencia numérica de la geomericidad. 13 a, 13 b, 13 c y 13 d: Áreas de igual frecuencia numérica por estación. 13 e: Desplazamiento de los máximos de frecuencia numérica en la dirección de transporte. (Referencias : áreas punteadas y negras representan los máximos numéricos).

Platitud

Los valores de platitud varían entre 1,85 y 2,45, con una cifra promedio de 2,27, ésta resultó un poco más elevada que la encontrada para las gravas del río del Oro (1,95) y Sarmiento (1,85), mientras que resultó casi igual a la platitud promedio de las psefitas del río San Antonio (2,12). (Tabla 6).

TABLA 6- Platitud según tamaño por estación.

Tamaño	Estación				
	1	2	3	4	5
16-32mm	1,834	1,860	1,977	2,091	2,500
32-64mm	1,867	2,312	2,182	2,207	2,463
64-128mm	2,192*	2,208	2,079	1,926*	1,765*
Promedio:	1,855	2,176	2,075	2,098	2,470

*: menos de cinco individuos

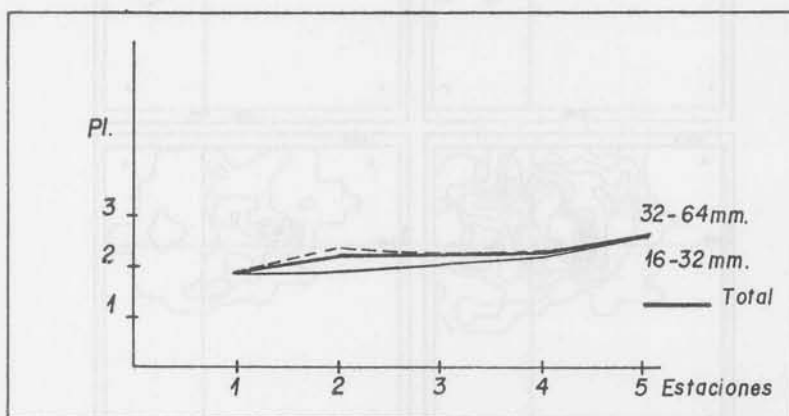


FIG. 14 - Platitud media a lo largo del perfil para los diferentes depósitos y para las distintas granulometrías.

Como muestra la Fig. 14, en la curva de platitud general se observa un aumento inicial de la platitud media entre las estaciones 1 y 2, luego un mantenimiento de los valores hasta la localidad 4 y posteriormente un nuevo incremento, por lo que en líneas generales parecería que la platitud tiende a aumentar en la dirección de transporte, tal como fue observado en el caso de las gravas del río del Oro (Spalletti, 1976).

El análisis de las cifras de platitud según las diferentes fracciones granulométricas, permitió observar que los tamaños más finos (16-32 mm), en la mayoría de los casos, posee los valores más pequeños (clastos más "cúbicos") en relación con la fracción 32-64 mm en la que los rodados se hacen menos ecuanes, (Fig.14). Respecto de la fracción más gruesa (64-128 mm), la escasez de individuos de esta granulometría en tres de las estaciones estudiadas, hace que las cifras de platitud media no sean estadísticamente representativas; sin embargo, en las estaciones 2 y 3 donde existen proporciones numéricas mayores, se puede observar que los valores son más pequeños que los de la clase 32-64 mm.

Las tendencias de la platitud media para los grados 32-64 mm y 16-32 mm en la dirección de transporte, es la misma que la observada en la platitud media de la muestra total, o sea se incrementa aguas abajo.

No se ha podido discriminar un tipo litológico que se muestre como el de mayor valor de platitud en todas las localidades.

El valor medio de platitud es casi el mismo para las diferentes litologías (2, 18 para las sedimentarias, graníticas y basálticas y 2,05 para las vulcanitas ácidas e intermedias). (Tabla 7).

TABLA 7 - Platicidad según litología por estación.

Litología	Estación					Promedio
	1	2	3	4	5	
basaltos	1,736	2,325	1,958	2,131	2,779	2,18
vulcanitas	1,847	2,033	2,046	2,114	2,285	2,05
sedimentarias	2,119	2,159	2,190	1,861	2,572	2,18
graníticas	1,783	2,361	2,486	2,032	2,259	2,18
baslt. + vulc.	1,815	2,149	1,938	2,120	2,521	2,11

La platicidad de las gravas vulcaníticas ácidas e intermedias aumenta aguas abajo. Las basálticas tienden también a aumentar su índice de platicidad aunque se observa una disminución en la estación 3. Las graníticas se hacen menos cúbicas en la dirección de transporte, excepto en la estación 4, en tanto que las sedimentarias se manifiestan constantes en cuanto a éste parámetro hasta la estación 3, luego disminuyen los valores para volver a aumentar en la última localidad. (Fig. 15).

Esfericidad

La esfericidad varía de un máximo de 0,741 a un mínimo de 0,649, siendo el promedio de 0,683. Valores cercanos todos ellos a los observados para los depósitos psefíticos de los ríos Sarmiento (0,70), San Antonio (0,69) y del Oro (0,71) (cf. Teruggi *et al.*, 1971; 1977; Spalletti, 1976).

TABLA 8 - Esfericidad según tamaño por estación.

Tamaño	Estación				
	1	2	3	4	5
16-32mm	0,74	0,73	0,67	0,68	0,65
32-64mm	0,71	0,65	0,66	0,66	0,64
64-128mm	0,65*	0,68	0,65	0,71*	0,79*
Promedio:	0,74	0,68	0,67	0,68	0,65

*: menos de cinco individuos

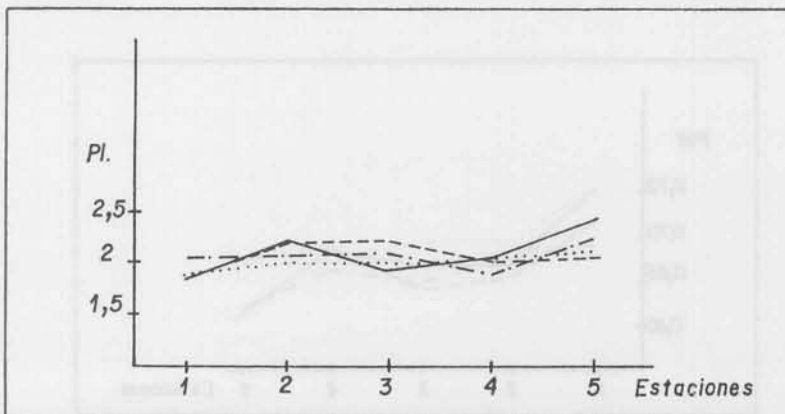


FIG. 15 - Platicidad media de las diferentes litologías en la dirección de transporte (igual referencia que Fig. 5).

Como puede verse en la Tabla 8 y Fig. 6, la esfericidad media disminuye en forma poco marcada en la dirección de transporte, tendencia que también fuera observada en el río del Oro (Spalletti, op.cit.).

Por tratarse de propiedades con tendencias numéricas opuestas, contrariamente a lo que sucedió con la platicidad, la esfericidad es mayor en todas las estaciones en los grados más finos (16-32 mm) y menor en el intermedio (32-64 mm). (Fig.16). Así, y de acuerdo a lo encontrado por Teruggi *et al.*, (1971; 1977) y Spalletti, (1976), los clastos más esféricos se identifican en las gravas de granulometría entre 16 y 32 mm.

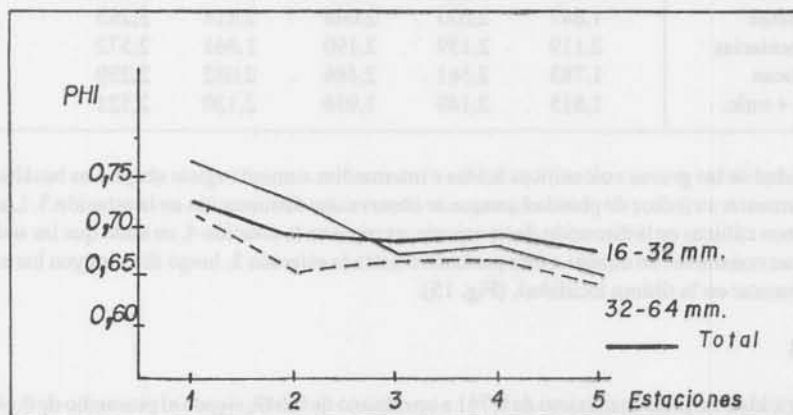


FIG. 16 - Esfericidad media global y de los diferentes grados granulométricos en cada estación.

Los promedios para el río Colorado muestran que las vulcanitas (basálticas y no basálticas) son las más esféricas (0,68) mientras que las menos esféricas son las sedimentarias. (Tabla 9 y Fig. 17).

TABLA 9 - Esfericidad según litología por estación.

Litología	Estación					Promedio
	1	2	3	4	5	
basaltos	0,755	0,670	0,670	0,685	0,614	0,680
vulcanitas	0,720	0,695	0,650	0,670	0,672	0,680
sedimentarias	0,692	0,684	0,652	0,666	0,620	0,663
graníticas	0,719	0,654	0,593	0,684	0,674	0,664
baslt. + vulc.	0,727	0,684	0,660	0,679	0,644	---

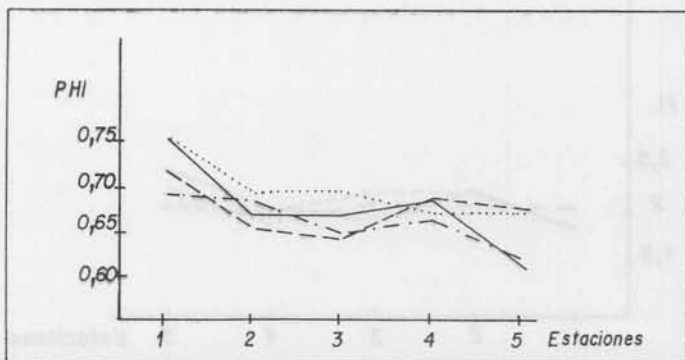


FIG. 17 - Esfericidad media de cada litología por estación (igual referencia que Fig. 5).

Redondez

Esta propiedad tiende a aumentar de manera notoria en la dirección de transporte (Fig. 18 y Tabla 10). Varía de un valor máximo de 0,786 (estación 5) a un mínimo de 0,637 (estación 1), siendo el promedio ponderado de las gravas del río Colorado de 0,746. Estos valores son sensiblemente mayores a los alcanzados por los materiales psefíticos en los cursos que ya hemos citado, y permiten clasificarlas como gravas bien redondeadas (escala de Pettijohn, 1957). (Tabla 10).

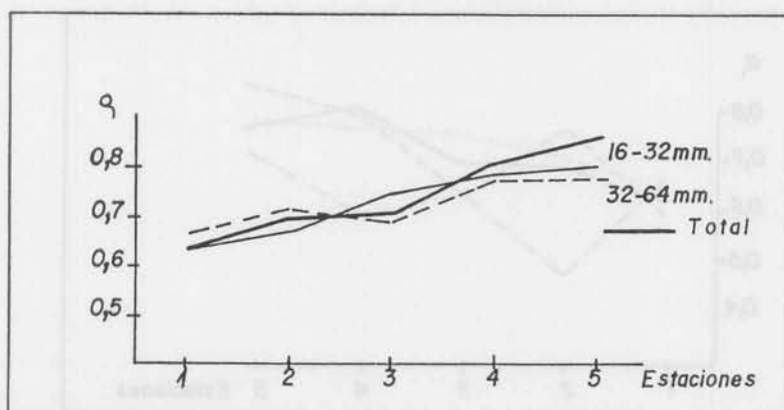


FIG. 18 - Redondez media global y de cada grado granulométrico a lo largo del recorrido.

TABLA 10 - Redondez según tamaño por estación.

Tamaño	Estación				
	1	2	3	4	5
16-32mm	0,635	0,670	0,750	0,783	0,794
32-64mm	0,658	0,713	0,684	0,775*	0,775
64-128mm	0,479*	0,664	0,687	0,669*	0,599*
Promedio:	0,637	0,688	0,701	0,781	0,786

*: menos de cinco individuos

La redondez varía en relación a los grados granulométricos. En primer lugar se evidencia que los clastos de tamaño entre 32 y 64 mm son los más redondeados (entre las estaciones 1 y 2); luego, lo son los de tamaños más pequeños (fracción 16-32 mm), tal como se evidenció en los materiales de los ríos Sarmiento y del Oro, (Fig. 18, Tabla 10).

TABLA 11 - Redondez según litología por estación.

Litología	Estación					Promedio
	1	2	3	4	5	
basaltos	0,617	0,686	0,697	0,811	0,774	0,734
vulcanitas	0,646	0,710	0,752	0,764	0,782	0,727
sedimentarias	0,670	0,477	0,637	0,599*	0,714	0,646
graníticas	0,587	0,766	0,631	0,794	0,842	0,741
baslt. + vulc.	0,640	0,710	0,721	0,781	0,778	0,732

Ambas fracciones muestran además tendencia a redondearse en la dirección de transporte. Por su parte, la clase 64-128 mm, no se ha representado ni analizado por su escasa representatividad estadística.

En cuanto a la relación de la redondez con la litología, se observó que ninguna variedad composicional se comporta como la más redondeada durante el recorrido; sin embargo la redondez media de las gravas graníticas parece ser la de mayor valor (Tabla 11). Igual comportamiento fue comprobado en las gravas del río San Antonio y del Oro, por Teruggi *et al.* (1977) y Spalletti (1976). Asimismo las gravas sedimentarias se han mostrado como las más angulosas en casi todas las localidades (Fig.19 y Tabla 11).

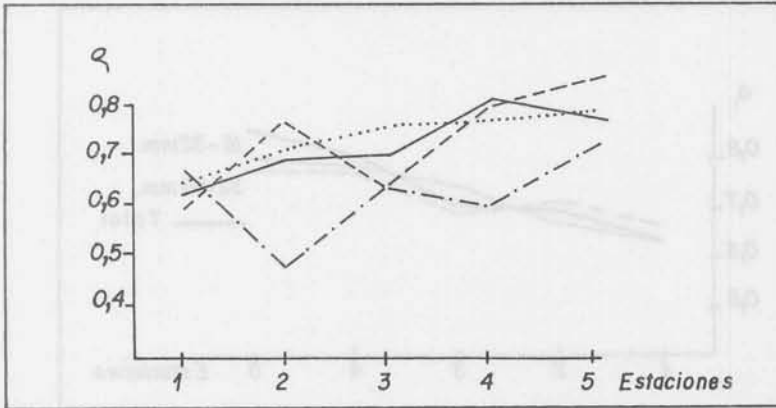


FIG. 19 - Redondez media de cada litología y en las diferentes estaciones. Variación del tamaño medio de las gravas de cada tipo composicional a lo largo del recorrido.

CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

Analizados los caracteres granulométricos, litológicos y morfológicos de las gravas del río Colorado, se tratará de establecer la evolución de las propiedades en la dirección de transporte y su significación sedimentológica.

Tamaño de grano: Los materiales psefíticos, depositados por los ríos Colorado y Barrancas, corresponden en su mayoría a gravas gruesas cuyas distribuciones granulométricas han mostrado carácter unimodal. Esto último coincide con lo observado por otros autores en las gravas fluviales (Teruggi *et al.* 1971; 1977; Spalletti, 1976; Cortelezzi *et al.* 1965; 1968).

Respecto de la granulometría, se ha notado en primer lugar que el tamaño medio de las gravas del río Barrancas es menor al correspondiente a los rodados de Buta Ranquil (primera estación sobre el Colorado). Así y debido a que entre estas dos localidades se produce la confluencia del río Grande, es posible suponer que la carga sedimentaria aportada por este tributario es granulométricamente más gruesa que la incorporada por el Barrancas.

Asimismo, y para el río Colorado, se ha observado que las gravas depositadas en los diferentes tramos (desde Buta Ranquil a Colonia 25 de Mayo) se hacen más pequeñas con la dirección de transporte, lo que cumple con la ley de Stenberg (en: Teruggi *et al.*, 1971) y que coincide con las tendencias observadas por otros autores (Unrug, 1957; Iriondo, 1973; Smith, 1974) respecto de la variación granulométrica de los materiales psefíticos en cursos entrelazados; no obstante en este caso dicha tendencia es más notoria.

Se han comprobado además que, como citan Teruggi *et al.* (1971), no todos los grados granulométricos son aptos para verificar cambios en la dirección de transporte. Así la variación de los valores medios de cada fracción se muestra más marcada cuando se consideran tamaños más gruesos. Sin embargo, se debe aclarar que en este estudio la evolución del tamaño medio de la fracción 64-128 mm (que mostró clara tendencia a la disminución aguas abajo), debe ser considerada poco representativa por la baja frecuencia numérica en que se halla presente.

La disminución progresiva del tamaño medio de los depósitos, reconocidos en las barras gravosas del río Colorado, es en mayor medida la respuesta a los cambios hidrodinámicos que se producen en la corriente. Se entiende que entre los mismos se destacan: las modificaciones del gradiente, condiciones del flujo y

velocidad que condicionan, a su vez, la competencia del río en sus diferentes tramos. Asimismo, no debe despreciarse la influencia de la abrasión y/o ruptura de los materiales durante el transporte en la evolución del tamaño aguas abajo, ya que se ha apreciado una intensa movilización detrítica en condiciones supercríticas.

Posiblemente las características alóctonas del curso en el tramo analizado (estación 2 a la 5) resalta dichas tendencias e impiden que existan perturbaciones por aporte de efluentes, que contribuyan con material pefítico, afectando negativamente la selección granulométrica como ocurre en otros ríos y en donde la tendencia a la disminución no se observa o se altera en ciertos sectores.

Es importante considerar, además, que el valor granulométrico medio de las diferentes litologías, adoptan en la dirección de transporte el mismo comportamiento que el observado para las gravas en su conjunto, por lo que, de existir nuevos aportes de materiales durante el trayecto analizado, éstos no alteran las tendencias resultantes de la selección granulométrica.

Composición litológica: La composición litológica de las gravas es predominantemente vulcanítica, con menor proporción de rodados graníticos y de sedimentitas. Dichas participaciones reflejan claramente la amplia distribución y extensión de los afloramientos de rocas efusivas en el área de cabeceras o subcuenca superior.

Tabla 12: Composición litológica de las gravas en cada estación.

Litología %	Estación					Prom. río Colorado
	1	2	3	4	5	
Sedimentarias	15	9	8	2	8	6
Graníticas	14	12	15	20	21	18
Vocánicas basálticas	15	31	43	28	34	33
Volc. ácidas a inter.	56	47	34	50	37	43
Basálticas más ácidas-intermedias	71	78	77	78	71	76

Es de destacar que la naturaleza composicional de las gravas del río Colorado, se asemeja considerablemente a la de los rodados Tehuelches de la zona comprendida entre el río Colorado y el río Negro, (Cortezzi *et al.*, 1965; 1968); es aún más afín a la de los rodados patagónicos del lago Pellegrini, (Spalletti y Lluh, 1973), en los que la proporción de vulcanitas supera ampliamente (95%) a la de las graníticas y sedimentarias (5%). Tanto en éste último caso como en el río Colorado los individuos de vulcanitas ácidas a intermedias superan a los de basaltos.

Las gravas graníticas representan sin duda los detritos de los núcleos ígneos de la alta cordillera; su elevada frecuencia en la carga sedimentaria, a pesar de la pobreza de las exposiciones, y luego del extenso recorrido desde las áreas de aporte, responde - en nuestra opinión - al factor de durabilidad o resistencia al desgaste.

Respecto de los rodados sedimentarios, si bien podría esperarse una mayor proporción porcentual debido a la presencia de importantes secuencias silicoclásticas y carbonáticas aflorantes en buena parte de la cuenca imbrífera, se encuentran poco representadas. Así, la incorporación de este material se debe producir a través de aportes granulométricos más pequeños (sábulo, arena o menor) o bien debe considerarse una más rápida abrasión de los materiales derivados de estas unidades como consecuencia de una menor resistencia física.

En cuanto a la composición de las gravas en relación con la distancia de transporte se puede decir que ésta se mantiene prácticamente constante. Con todo, debido seguramente a los efectos de ruptura, desgaste y/o descomposición, las gravas sedimentarias pasan a formar parte de fracciones granulométricas más pequeñas disminuyendo así sus tenores en las muestras de las estaciones más alejadas de cabeceras.

Las graníticas, por su parte, aumentan progresivamente, tal vez como consecuencia de la ya citada alta resistencia al desgaste, que permite se concentren frente a la disminución de las proporciones de las litologías lábiles. Las vulcanitas permanecen prácticamente constantes, si bien sus tenores son levemente mayores en los depósitos reconocidos en el río Colorado respecto del alcanzado en el Barrancas; por tal motivo es probable que el río Grande aporte un exceso de gravas de esta litología.

Al analizar el tamaño medio de las gravas se pudo observar que las graníticas poseen las granulometrías

mayores a lo largo del perfil; podemos entonces suponer que la fragmentación inicial a partir de las rocas madres plutónicas se produce, tal vez, a través de líneas de discontinuidad lo suficientemente separadas o alejadas, aptas para la provisión de detritos de mayor tamaño.

Geometricidad - Platidad - Esfericidad: La forma predominante reconocida en las gravas de los ríos Barrancas y Colorado ha sido discoidal u oblada (44%). En las primeras de estas corrientes le siguen en orden de abundancia las ecuanes (37%), mientras que en la otra se ubican las laminares (23%). En este sentido las observaciones geomorfométricas realizadas en diversos depósitos fluviales argentinos (Teruggi *et al.*, 1971; 1977; Spalletti, 1976; Spalletti y Lluch, 1973), evidencian la preponderancia de formas oblatas y ecuanes, a excepción de las halladas en los rodados patagónicos del Lago Pellegrini, donde se encontró una composición morfométrica rica en clastos oblatos y laminares, (cf. Spalletti y Lluch, op. cit.).

La variación observada en la geometricidad de las gravas entre los diferentes depósitos se da como consecuencia de múltiples factores y no como producto de un solo mecanismo. Así, puede estar determinada - en mayor o menor medida - por la abrasión de los individuos durante el transporte, la que a su vez dependerá, entre otras propiedades, de la forma original del clasto, de su dureza y tamaño, de la presencia de líneas de discontinuidad en el fragmento lítico (esquistosidad, fracturas, laminación etc.), de la rigurosidad del transporte (distancia y energía) y de la naturaleza del piso o lecho del canal fluvial.

Así también, la geometricidad se ve afectada por la incorporación de nuevos detritos a través de tributarios o ante una efectiva acción erosiva sobre el material clástico psefítico que conforma el perímetro del canal; es así más frecuente, que a lo largo del recorrido estos nuevos materiales clásticos alteren las tendencias o evolución de la geometricidad. También es importante tener en cuenta, como determinantes de la variación de la geometricidad en la dirección de la corriente, a los efectos de un posible transporte selectivo fundado en la forma de los rodados.

Por último, no debe dejar de considerarse la influencia que puede ejercer la dependencia de la forma respecto del tamaño, ya que, si existe selección granulométrica del material aguas abajo, también existirá (en caso de comprobarse esta interrelación) variación en la composición geométrica de las gravas analizadas.

En nuestro caso la forma oblada predomina sobre las restantes tanto en las gravas de las diferentes litologías, como en las diversas fracciones granulométricas y localidades de estudio.

Resulta difícil creer que las diferentes rocas madres hayan aportado justamente la misma morfología de clastos de manera preferencial, o sea que el predominio de oblatos se deba en todos los casos al factor de procedencia; por otra parte también resulta extraño admitir que la mayor parte de los detritos, cualquiera sea su granulometría, se hayan originado con esta forma, y más aún, que la abrasión durante el transporte haya permitido alcanzar a la carga sólida, esta geometricidad de manera preponderante. En realidad, nos inclinamos entonces a considerar que la evolución de la geometricidad de las gravas en el río Colorado está mayormente controlada por el efecto del transporte selectivo. Así, el que la gran mayoría de las litologías reflejen para cada estación la misma geometricidad que el promedio general para las gravas de esa misma localidad, es indicativo de la gran importancia que tiene el transporte selectivo en la discriminación de las formas de los clastos para el sistema fluvial analizado.

Naturalmente, las proporciones generales de geometricidad para cada sitio de estudio están, además, fuertemente condicionadas por la morfología de los clastos vulcaníticos, que son los que predominan o que se presentan con mayor tenor.

Así, puestos en movimiento los materiales de la carga de lecho, (una vez vencida la resistencia tractiva crítica), y al producirse posteriormente un cambio en las condiciones hidrodinámicas (pérdida de velocidad y energía) comenzarán a depositarse en primer lugar las gravas más ecuanes y proladas (rod shape) -de alto valor de C/B- de mayor granulometría, en tanto que las de igual volumen y densidad pero de formas discoidales y laminares permanecerán dentro de la carpeta tractiva favorecidas por su menor resistencia al transporte y por su mayor inercia. Por lo que en un reconocimiento cuantitativo se encontrará que existe enriquecimiento agua abajo de formas discoidales y laminares.

La geometricidad oblada-ecuanes identificada en los depósitos del curso más cercano a cabeceras (Barrancas) denota la ya indicada segregación de formas de alta velocidad de caída, mientras que la existencia de una geometricidad predominantemente oblada-laminar en los sectores distales (Gobernador Ayala y Colonia 25 de Mayo) permite comprobar el enriquecimiento de las formas menos isométricas.

Las características y variaciones aguas abajo de los restantes parámetros morfológicos (platidad y esfericidad) también se ven controladas por los mecanismos y/o factores enunciados para la geometricidad, esto es, la abrasión de los individuos, la dependencia litológica y granulométrica, la presencia de nuevos

aportes y, sobre todo, la existencia de transporte selectivo.

Como dijimos anteriormente se trata de propiedades con tendencia numérica opuesta. Por tanto: el aumento de la platicidad y disminución de la esfericidad hacia los tamaños mayores, la tendencia aguas abajo al incremento de la platicidad y decrecimiento de la esfericidad, así como la paridad de los valores de ambos parámetros en las diferentes litologías, hace pensar, como en el caso de la geomericidad, que el transporte selectivo en base a la forma es el principal factor de control sobre las tendencias a lo largo del perfil. De tal manera, el esperado aumento de la esfericidad, que estaría provocado por la selección granulométrica tendiente a la concentración de materiales más finos en las áreas más distales, se ve interferido por el transporte selectivo de formas de mayor platicidad en el mismo sentido.

Redondez: Las gravas depositadas por el río Colorado y por el Barrancas alcanzan cifras promedio de redondez de 0,74, en el primer curso, en tanto que las pertenecientes al Barrancas quedan caracterizadas por un valor medio de 0,64. Estas cifras son algo mayores a las encontradas en el estudio de las gravas (redondeadas) de los ríos San Antonio, del Oro y Sarmiento (Teruggi *et al.*, 1971; 1977; Spalletti, 1976). En el caso de los rodados " Tehuelches " o " Patagónicos " (Cortezzi *et al.*, 1965; 1968; Spalletti y Lluich, 1973), los valores de redondez se acercan a los nuestros ya que tanto en el primer caso (y para la zona más cercana a cabeceras) como en el segundo, las cifras corresponden a gravas bien redondeadas.

Son numerosos los aspectos que deben tenerse en cuenta en la interpretación o consideración de la evolución de este parámetro en la dirección de transporte. Diversos autores han podido confirmar, la tendencia general al aumento de la redondez con la distancia de transporte; sin embargo se ha observado también que la redondez de los materiales gruesos no muestra variaciones a lo largo del perfil o bien disminuye aguas abajo.

Así, como en el caso de las variaciones de la composición geométrica de los rodados con la distancia, se deben tener en cuenta los diferentes aspectos que controlan el incremento o disminución de redondez. De tal manera, entre los que provocan un aumento progresivo se destaca la abrasión, incluidas la rigurosidad, tiempo de accionar y su efectividad; este comportamiento está en directa dependencia del factor litología (en especial textura y dureza). También resulta de importancia, en algunos casos, el transporte selectivo de formas redondeadas y el aporte predominante de clastos ya redondeados (retrabajamiento, policiclicidad). Por otro lado debe tenerse en cuenta los efectos opuestos o negativos, que tienden a concentrar aguas abajo gravas menos redondeadas y que son producto, tanto de la ruptura de los materiales durante el transporte como de la incorporación de detritos angulosos.

Asimismo, se ha verificado reiteradamente la dependencia del redondeamiento respecto del tamaño de los individuos. Así, un transporte selectivo en la dirección de flujo actuará en forma positiva o negativa según la interrelación citada.

En nuestro caso se ha observado progresivo aumento de la redondez media de los depósitos en la dirección de transporte; tendencia que también ha sido comprobada al analizar la variación de la redondez de las diversas litologías.

Se verificó, además, que los clastos graníticos poseen el mayor valor medio de redondez, mientras que por el contrario, los sedimentarios poseen las cifras más bajas. A la vez, se ha comprobado que en el tramo desde la estación 3 a la 5 el mayor redondeamiento se produce en las granulometrías más finas, en tanto que en las primeras estaciones este atributo es más importante en los tamaños intermedios.

El progresivo y constante aumento de la redondez a lo largo del perfil analizado, nos permite desechar un aporte pefítico de otras formas, que modifique la tendencia adoptada en la dirección de transporte. Además, resulta difícil que exista transporte selectivo de clastos por redondeamiento, ya que las formas más susceptibles al desgaste - proladas y ecuanes - decrecen su tenor a medida que se incrementa su recorrido.

Por otra parte, el aumento de la redondez aguas abajo se produce en todas las variedades litológicas, pero con un ritmo e intensidad distintos para cada uno de los tipos.

Estas observaciones nos permiten deducir que el aumento progresivo de la redondez de las gravas en la dirección de transporte se debe principalmente a la acción abrasiva.

Por los valores medios de redondez, se aprecia que el proceso de abrasión es más importante en los tamaños intermedios y en los más pequeños, cualquiera sea su litología. Se aprecia, asimismo, que se hace dominante en los tamaños más finos con el aumento de la distancia recorrida, obviamente como consecuencia de su mayor permanencia dentro de la carga sólida. De este modo, como corolario, se deduce que la redondez no solo deriva de la abrasión (intensidad y tiempo), sino también del mecanismo de transporte selectivo por granulometría.

Asimismo, se ha podido comprobar la efectividad de la abrasión sobre la litología que ha sido

transportada por mayor distancia, como es el caso de los clastos graníticos; a la vez que se ha observado, contrariamente a lo esperado, que las gravas sedimentarias son menos redondeadas; muy probablemente los individuos de esta composición han tenido intensa partición como consecuencia de su escasa resistencia a las rigurosas condiciones hidrodinámicas bajo las que se efectuó su transporte.

BIBLIOGRAFÍA

- BLASI, A., 1986. Estudio sedimentológico del río Colorado. *Tesis Museo de La Plata, Fac. de Ciencias Naturales*. UNLP. 237 p.
- CORTELEZZI, C.; DE SALVO, O. y DE FRANCESCO, F., 1965. Estudio de las gravas Tehuelches de la región comprendida entre el río Colorado y el río Negro, desde la costa de la provincia de Buenos Aires hasta Choele Choel. *Act. II Jor. Geol. Arg. 2: 65-86*.
- CORTELEZZI, C.; DE FRANCESCO, F. y DE SALVO, O., 1968. Estudio de las gravas Tehuelches en la región comprendida entre el río Negro y el río Colorado, desde la costa atlántica hasta la cordillera de los Andes. *Act. III Jor. Geol. Arg. 3: 123-146*.
- DESSANTI, R.; 1973. Descripción geológica de la hoja 28 b, Malargüe, prov. de Mendoza. *Bol. nro. 149. Serv. Geol. Nac.*
- DESSANTI, R.; 1978. Descripción geológica de la hoja 29 b, Bardas Blancas, prov. de Mendoza. *Bol. nro. 139. Serv. Geol. Nac.*
- DIGREGORIO, J. y ULIANA, M.; 1975. Plano geológico de la provincia del Neuquén. *Seg. Cong. Ibero-Americano Geol. Econ., 4: 69-93*.
- GROEBER, P.; 1933. Descripción geológica de la hoja 31 c. Confluencia de los ríos Grande y Barrancas. *Bol. 38. Dir. Geol. Min.*
- GRONDONA, M.; 1975. El río Colorado y su cuenca. *GAEA. 7 (2): 225-249*.
- IRIONDO, M.; 1973. Granulometría de los sedimentos del valle aluvial del río Manzo Superior, provincia de Río Negro. *Rev. Asoc. Geol. Arg. 28 (1): 61-69*.
- KRUMBEIN, W.; 1941. Measurement and geological significance of shape, and roundness of sedimentary particles. *Jour. Sed. Petr. 5 (11)*.
- MAZZA, G.; 1961. Evaluación de los recursos naturales de la Argentina. Recursos hídricos superficiales. *CFI 4 (2)*.
- OTTO, G.; 1938. The sedimentation unit and its use in field sampling. *Jour. Geol. 46: 569-582*.
- PETTJOHN, F. J.; 1957. Sedimentary rocks. Harper and Bros, New York, USA.
- SMITH, N.; 1974. Sedimentology and bar formation in the upper Kicking Horse River, a braided outwash stream. *Jour. Geol. 82 (2): 205-224*.
- SPALLETTI, L.; 1976. Sedimentología de las gravas glaciales, fluviales y lacustres de la región del cerro San Lorenzo (provincia de Santa Cruz). *Rev. Asoc. Geol. Arg. 10 (1-2): 23-43*.
- SPALLETTI, L. y LLUCH, L.; 1973. Estudio sedimentológico comparativo de los rodados patagónicos y del cordón pefítico del Lago Pellegrini, provincia de Río Negro. *Rev. Asoc. Min. Petr. Sed. 4 (4): 105-141*.
- TERUGGI, M.; MAZZONI, M. y SPALLETTI, L.; 1971. Sedimentología de las gravas del río Sarmiento, provincia de La Rioja. *Rev. Mus. La Plata. N.S. Geol. 7 (56): 77-146*.
- TERUGGI, M.; MAZZONI, M. y SPALLETTI, L.; 1976. Sedimentología de las gravas del curso inferior del río San Antonio, provincia de Córdoba. *Obra Cen. Mus. La Plata. Geol. 4: 1-22*.
- UNRUG, R.; 1957. Recent transport and sedimentation of gravels in the Dunajee Valley (Western Carpathians). *Act. Geol. Pol. 7 (2): 252-257*.
- WILLIAMS, P. y RUST, B.; 1969. The sedimentology of a braided river. *Jour. Sed. Petr. 39 (2): 649-680*.
- ZINGG, T.; 1935. Beitrag zur Schotteranalyse. *Schweiz Min. Petr. Mitt. 15: 39-140*.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Luis A. Spalletti por dirigir y apoyar esta investigación, lo que sin duda permitió que este trabajo alcanzara su culminación sobre la base de las tareas propuestas a su inicio.

Manuscrito recibido el 7 de octubre de 1988.