

ASPECTOS SEDIMENTOLOGICOS DE ARENAS EOLICAS DEL PLEISTOCENO TARDIO-Holoceno DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA.

Manuel SZELAGOWSKI¹, Marcelo A. ZARATE² y Adriana M. BLASI³

¹ PETROBRAS ENERGÍA S.A. Gerencia Reservorios. J. J. Lastra 6000, 8300 Neuquén;
mszelago@petrobrasenergia.com.

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa, Avenida
Uruguay 151, 6300, Santa Rosa, La Pampa. E-mail: mzarate@exactas.unlpam.edu.ar.

³ CIC. División Petrología y Mineralogía del Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales
y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque S/N, 1900 La Plata.
E-mail: ablasi@fcnym.unlp.edu.ar.

Resumen: El objetivo general de este trabajo es analizar la procedencia, génesis y dinámica de transporte de los depósitos eólicos arenosos del centro-este de la provincia de la Pampa. Para ello, se analizaron el marco geológico-geomorfológico y los aspectos estratigráficos de tres sectores considerados como sendos estudios de casos: cordón medanoso La Pastoril-Santa Isabel, cordón medanoso Toay y cordón medanoso General Acha. Estos cordones se caracterizaron sedimentológicamente (granulometría, mineralogía) a través del análisis de 20 muestras. Se identificaron dos unidades eólicas asociadas a dos ciclos de sedimentación, informalmente denominadas inferior (Pleistoceno tardío-Holoceno medio) y superior (originado por acción antrópica durante el siglo XX) relacionados con vientos del cuadrante O-NO en Santa Isabel y del S y SO en General Acha. Los resultados obtenidos sugieren que la topografía sería un factor de control importante en la distribución de los sedimentos, además de la distancia al sistema fluvial, que determinaría su tamaño de grano. Los análisis mineralógicos indicarían un aporte mixto de materiales, tanto distal (sistema fluvial del Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó), como local (afloramientos rocosos de la provincia).

Palabras Clave: Cuaternario, La Pampa, eólicos, médanos

Keywords: Quaternary, La Pampa, eolian deposits, dunes

EXTENDED ABSTRACT

Sedimentologic aspects of eolian sands from the Late Pleistocene-Holocene of the La Pampa Province

The main goal of this paper is to analyze the provenience of sandy eolian deposits of the central eastern part of La Pampa Province. Considering present eolian models proposed by different authors, the hypothesis tested in this paper is that eolian sediments are the result of deflation of alluvial deposits from the Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó

fluvial system. With this purpose in mind, three case studies were selected (La Pastoril-Santa Isabel, Toay and General Acha) (Fig. 1). The analysis was made following the concept of spatial scale hierarchy which considered the geological and general environmental setting of the studied areas along with fundamental geomorphological features of the analyzed dune systems. This was complemented by the stratigraphic survey of selected sections from which 20 samples were collected for sedimentological analysis (grain-size and mineralogy). Also, due to the lack of information, three samples were collected from the

present Desaguadero fluvial system for general characterization.

At the regional scale two main geoforms were identified: an extensive plain and the paleovalley of the Desaguadero fluvial system. The plain grades eastward and includes several longitudinal depressions (longitudinal valleys). A sandy silt mantle is covering the plain, whereas the main dune system is located along the longitudinal depressions and the Desaguadero paleovalley (Fig. 1).

In the three studied areas two eolian units, informally named lower and upper, were identified. These units, separated by a buried soil, were generated by winds from the W-NW in Santa Isabel and from the S and SW in General Acha. Wind directions coincide with present wind systems. The upper part of the lower unit is modified by the development of a buried soil showing an A-C horizon sequence. This soil is only buried in areas deeply affected by anthropic activities. Away from these impacted settings, the soil is on the present ground surface. In Toay, fossil remains of *Megatherium americanum* were exhumed from the lowermost part of the sampled section which together with regional evidences indicate a late Pleistocene-Holocene age to the lower eolian unit. The upper eolian unit is also restricted to areas deeply modified by human activities, where the vegetation cover was removed and the sediments exposed to eolian reactivation. The occurrence of cultural artifacts (pieces of wire fences, plastic bags) as well as written documents suggest that this eolian reactivation occurred during the XXth century.

Based on the stratigraphic results, the sedimentological analysis was focused on the lower eolian unit. In all three areas the eolian sediments are medium to fine sands with unimodal distribution, transported in saltation and modified saltation or short term suspensions under relatively moderate to high wind shear velocities (Fig. 2; Tables 1 and 2). The most common light components are altered grains (24-56 %), quartz (14-36 %), K-feldspar (2-35 %), volcanic shards (3-23 %) and acid plagioclases (0.5-6 %) (Table 3). Microcline, complex pyroclast (crystals with glass edges) and lithics grains are present in low percentages (up to 3 %). A high percentage of heavy minerals (4.41-36.96 %), is present showing a high variable participation of each

component (Table 4). Following the classification by Dott (1964) and modified by Pettijohn et al. (1972), the eolian sediments of Santa Isabel and General Acha may be considered as arkosic sands, those from Toay as lithic sands while the fluvial samples from Santa Isabel and Puelches can be considered as sublithic sands and lithic sands respectively (Fig. 3). However, due to the higher content of volcanic glass shards in most of the samples, the sediments were renamed considering this major component plus their alteration state. Consequently, the sedimentary material is classified as altered arkosic-vitric ash sands and altered lithic-vitric ash sand (Fig. 4).

The mineral assemblages of the studied eolian sediments suggest mixed sources of materials, both from distal areas (the Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó fluvial system), and local areas (rock outcrops located in the central part of la Pampa Province). The high degree of roundness shown by the grains, indicates that the transported material was eroded and/or weathered prior to sedimentation, suggesting a polycyclic process of reworking and subaerial exposure.

Regionally, the areal distribution pattern of sandy eolian deposits with dominance of bedforms (dunes) along the depressions (longitudinal valleys) and paleovalley of the Desaguadero fluvial system suggest a topographic control in the spatial distribution of eolian facies. Likely, these topographic depressions, particularly the longitudinal valleys, acted as wind corridors. At the geographic scale analyzed, the working hypothesis tested oversimplified the complexity of the eolian system.

INTRODUCCION

La región central de Argentina, extendida desde el piedemonte cordillerano hasta la costa atlántica entre las latitudes 32°-40° S, está cubierta por potentes y extensos depósitos eólicos cuaternarios que incluyen sistemas medanosos, mantos de arena y loess que han recibido diferentes denominaciones; entre otras, Formación «Médano Invasor» (Tapia, 1935), Formación La Movediza (Zetti, 1964), Formación «Meaucó» (Giai, 1975), «Sistema eólico pampeano» (Iriando, 1990).

En el ámbito de la provincia de La Pampa, los modelos sedimentarios propuestos hasta el momento, sugieren que los materiales arenosos cuaternarios constituyen las facies proximales de un sistema eólico regionalmente muy extenso (Iriondo y Kröhling, 1996), cuyas áreas de aporte estuvieron localizadas en las planicies de inundación del sistema fluvial del Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó (Iriondo, 1990, Clapperton, 1993). Distintos autores (Teruggi, 1957, Clapperton, 1993, Zárate y Blasi, 1993, Iriondo y Kröhling, 1996) coinciden en que vientos predominantes del cuadrante oeste-sudoeste habrían deflacionado estos materiales para transportarlos hacia el este-noreste, cubriendo gran parte del centro este de la provincia de La Pampa, así como principalmente las provincias de Buenos Aires, sur y este de San Luis, este de Córdoba y Santa Fe.

El objetivo general de esta contribución es analizar la procedencia, dinámica del transporte y génesis de los depósitos eólicos arenosos del centro-este de la provincia de la Pampa. Según los modelos propuestos se plantea como hipótesis de trabajo que los depósitos eólicos mencionados proceden de la deflación de los sedimentos aluviales transportados por el sistema fluvial del Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó. Para ello se seleccionaron tres sectores de la provincia considerados como sendos estudios de casos: cordón medanoso La Pastoril-Santa Isabel, cordón medanoso Toay y cordón medanoso General Acha (Fig. 1). Con tal finalidad, en este trabajo se analizan y discuten aspectos geomorfológicos, estratigráficos y sedimentológicos de los depósitos eólicos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

Marco Geomorfológico, Geológico y Climático

Las observaciones de campo junto con el análisis de la cartografía de la región de estudio permitieron determinar la existencia de dos geoformas principales. Una corresponde a una extensa planicie con pendiente hacia el este que incluye una serie de depresiones longitudinales, alargadas en sentido suroeste-noreste (entre otros, valles Argentino-Utracán, Nerecó, Chapalcó). La restante geoforma, que margina la

planicie por el oeste, está vinculada con el valle del sistema hidrológico Desaguadero-Salado-Curacó (Fig. 1).

La planicie se encuentra cubierta por un depósito eólico limo-arenoso mantiforme, mientras que los sistemas medanosos se localizan en las depresiones longitudinales. En el valle fluvial del sistema del Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó los sistemas medanosos cubren gran parte de su área inactiva.

El sustrato de los depósitos eólicos cuaternarios en estudio está constituido por las limolitas arenosas de la Formación Cerro Azul (Mioceno tardío) que a su vez apoyan sobre un basamento ígneo-metamórfico heterogéneo que forma parte de distintas provincias geológicas (Linares et al., 1980). Estas rocas afloran en asomos de dimensiones reducidas (Fig. 1) o bien están cubiertas por mantos muy someros de eólicos principalmente en la zona centro-occidental de la región en estudio (Valle Daza, oeste de Gral. Acha, entre otras localidades).

El clima actual de la región se caracteriza como árido y semiárido. Las precipitaciones disminuyen progresivamente desde el noreste de la provincia donde superan los 700 mm, hacia el SO con valores de 300-400 mm (INTA, 1980). Prohaska (1976) señala que los vientos del sur, oeste y suroeste son los que soplan con mayor intensidad, sobre todo entre Julio y Septiembre cuando el Anticiclón del Pacífico migra hacia el norte y se aleja del continente.

MATERIALES Y METODOS

El fundamento teórico del análisis de los tres cordones medanosos se enmarcó, según De Boer (1992), en la jerarquización de las escalas espaciales (continental, regional, areal, local). Así, el análisis geomorfológico se llevó a cabo a través de fotografías aéreas (1:60000), mapas topográficos (1:100000) e imágenes satelitales (1:100000; 1:250000) con el propósito de definir los sitios de muestreo y clasificar las geoformas según McKee (1979). Luego se efectuó el levantamiento de campo (escala 1:500) que consistió en el análisis morfológico de los cuerpos medanosos, el levantamiento estratigráfico y finalmente, el muestreo para

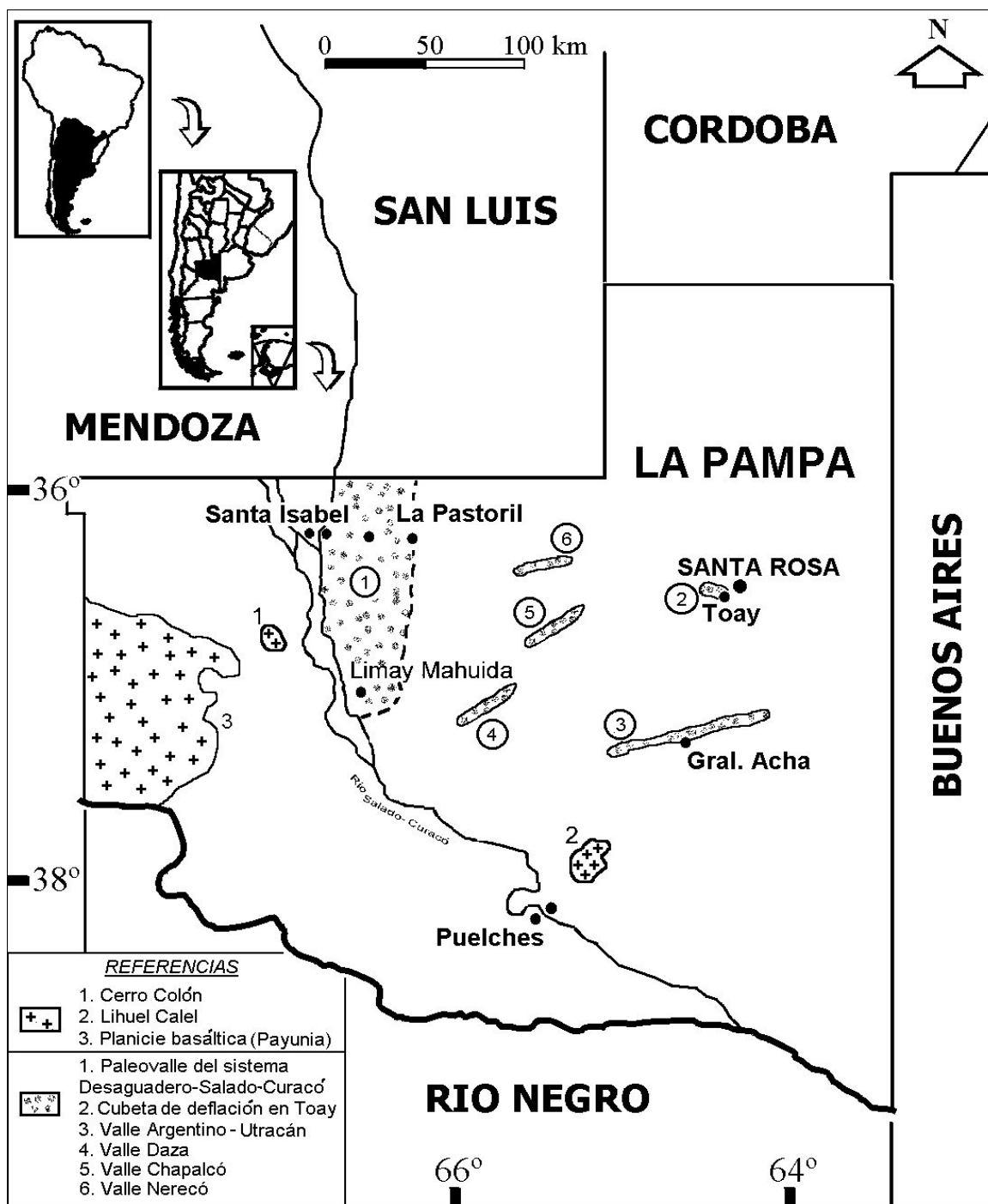


Figura 1. Mapa de ubicación.

Figure 1. Location map.

análisis granulométrico y composicional. Cada una de las localidades se caracterizó ambientalmente (clima, vegetación, suelos) sobre la base de los antecedentes existentes.

En las localidades de Toay y General Acha se levantaron y muestrearon sendos perfiles de médanos para análisis sedimentológicos, mientras en el cor-

dón ubicado entre La Pastoril y Santa Isabel se levantaron y muestrearon tres perfiles de médanos, uno examinado en escala de detalle (Santa Isabel 1) y dos complementarios (Santa Isabel 2 y La Pastoril) para contrastar los resultados obtenidos en el primero. La cronología relativa de los depósitos eólicos se evaluó teniendo en cuenta las relaciones

estratigráficas, métodos de datación relativa (presencia y grado de desarrollo relativo de perfiles de suelo, contenido de restos fósiles, materiales culturales) así como documentos y registros históricos.

Por último, debido a la inexistencia de información, se recolectaron cuatro muestras fluviales en el sistema Desaguadero-Salado-Curacó, a fin de obtener una caracterización composicional preliminar. Para ello, próximo a la localidad de Puelches, se tomaron dos muestras en las planicies de inundación y una en el piso del canal activo del río. Por su parte, en el área inmediata a Santa Isabel se extrajo una muestra sólo del ambiente de planicie de inundación.

El análisis granulométrico de las muestras se realizó para todas las fracciones según los procedimientos estándar; tamizado de arenas en húmedo y pipeteo de pelitas pasantes del tamiz de 0,062 mm, según tiempos y profundidades de Tucker (1988). Los resultados obtenidos del análisis mecánico se representaron gráficamente y se analizaron estadísticamente. Como método de representación gráfica se escogió el histograma o gráfico de barras y el diagrama de frecuencia acumulada en papel probabilístico. A partir de estos últimos y para cada caso, se interpretaron los mecanismos de transporte involucrados en la movilización de las diferentes subpoblaciones, se calcularon los porcentajes relativos de cada subpoblación respecto a la muestra total y se valoraron los tamaños de los diferentes percentiles.

El análisis estadístico consistió en el cálculo de la moda, media y mediana como medidas de tendencia central y selección, asimetría y curtosis como medidas de desviación. Para ello se utilizaron los coeficientes estadísticos de Folk y Ward (1957). Por último, y para clasificar texturalmente los sedimentos, se utilizó el triángulo propuesto por Folk (1954).

La composición mineralógica de los sedimentos muestreados se determinó mediante análisis petrográfico por microscopía de polarización en preparados a grano suelto. Previamente se los separó en pesados y livianos con bromoformo. La finalidad de este análisis composicional fue constatar cambios entre las distintas localidades y realizar consi-

deraciones respecto de las litologías de las áreas de procedencia. El análisis consistió en la determinación y recuento de componentes y especies minerales presentes para todas las muestras (eólicas y fluviales) y su clasificación basada en la propuesta por Dott (1964) modificada por Pettijohn et al. (1972). Se determinó además cualitativamente la redondez de los clastos en ambos lotes de minerales mediante comparación con la escala visual de Powers (1953) para determinar posible policiclicidad sedimentaria.

MORFOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA DE LOS CUERPOS MEDANOSOS

Cordón La Pastoril-Santa Isabel. Los médanos abarcan una franja de unos 70 km al este del río Salado entre Santa Isabel y las proximidades de la localidad La Pastoril. Forman parte de un campo de médanos muy amplio, extendido desde Limay Mahuida al sur hasta la provincia de San Luis al norte. De acuerdo con lo observado, se trata de médanos simples, transversales; en sectores, las médanos barjanoideas comienzan a ser más frecuentes. En la actualidad, estas geoformas están vegetadas. Se reconocen algunas cubetas de deflación aisladas, de pequeñas dimensiones, así como lagunas localizadas en los bajos intermedanosos.

Toay. Para esta localidad, según Visconti et al. (1999), no se diferencia un verdadero sistema medanoso, sino que se presentan varias depresiones arenosas alargadas que corresponden a hoyas de deflación de formas y dimensiones variadas. Estas exhiben mayoritariamente una aparente elongación, con el eje mayor en dirección SO-NE. En este estudio hemos identificado médanos simples dentro de las cubetas de deflación.

General Acha. Se trata de un cordón medanoso alargado en dirección este noreste-oeste sudoeste, que se extiende a lo largo y a lo ancho del valle Argentino-Utracán. Se observan varios trenes o fajas de médanos longitudinales asociados con médanos barjanoideos que generan formas más complejas (médanos en estrella).

En las tres localidades se identificaron dos unidades eólicas separadas por un nivel de suelo enterrado, informalmente denominadas inferior y superior. En la localidad de Toay se encontraron en la base de esta unidad inferior que apoya sobre las limolitas de la Fm Cerro Azul (Mioceno tardío), restos óseos de *Megatherium americanum* (Zetti, 1964). Con posterioridad al muestreo llevado a cabo en este trabajo, se exhumó a unos 70 m de distancia, un esqueleto completo de esta especie, en la misma posición estratigráfica que el anterior. La unidad inferior remata en un perfil de suelo enterrado (secuencia A,C) que, fuera de las áreas impactadas por actividad antrópica del siglo XX, constituye el suelo actual cultivado. La unidad superior exhibe una distribución areal muy limitada, restringida fundamentalmente a las áreas afectadas por reactivación de origen antrópico durante el siglo XX, a juzgar por la presencia de materiales culturales (alambres, bolsas) en el perfil edáfico y documentos históricos. Los sedimentos actúan localmente como sustrato de la cubierta de vegetación actual y no exhiben reorganización pedogenética.

ASPECTOS SEDIMENTOLOGICOS

Composición Granulométrica

La caracterización sedimentológica se llevó a cabo en los sedimentos de la unidad eólica inferior; en este estudio no se analizaron los depósitos de la unidad superior de origen antrópico. Los resultados de los análisis granulométricos efectuados permiten caracterizarlos en todos los casos como arenas medias a finas bien seleccionadas con distribuciones de tipo unimodal (Tabla 2) simétricas a positivas. La moda en Santa Isabel-La Pastoril y Toay comprende la fracción arena fina (2-3 ϕ) y en General Acha arenosa media (1-2 ϕ) (Tabla 1). Los mecanismos de transporte involucrados en la movilización de los clastos corresponden a saltación y saltación modificada y/o suspensión de tiempo corto (Fig. 2a). La población de granos movilizadora por saltación tiene tamaños mayores a 3 ϕ (arenas finas a mayores) y representan entre un 82 y 95 % de la carga total transportada;

el resto de los granos (arenas muy finas) y partículas (limos) que representan entre un 18 y 5 % de la población total se movilizó por saltación modificada y/o suspensión de tiempo corto (Fig. 2a). Es posible además considerar que una parte de la escasa cantidad de limo y arcilla (< 3 %) podría corresponder a la suciedad de granos. En algunas oportunidades se identificaron depósitos que han tenido como único mecanismo de transporte a la saltación (Fig. 2b). En aquellas muestras donde se reconoció más de un mecanismo de movilización, el pasaje de un tipo a otro (punto de truncamiento) se produjo siempre al alcanzar la granulometría de 3 ϕ (Fig. 2 a).

El carácter particular de los sedimentos analizados en Santa Isabel-La Pastoril es su distribución de tamaños unimodal con moda en la fracción arena fina (2-3 ϕ), y su comportamiento de tipo leptocúrtico. Se reconoció un buen grado de selección y granulometrías medias más finas al oeste del cordón (Santa Isabel 1 y 2); hacia el este (La Pastoril) el empobrecimiento de la selección y leve aumento de la granulometría media (Tabla 2). Los mecanismos de transporte involucrados en la movilización son la saltación (82-95 %) y la saltación modificada y/o suspensión de tiempo corto (5-18%) (Fig. 2a), excepto para el caso de La Pastoril en el que la totalidad de los sedimentos (100 %) se habría desplazado exclusivamente por saltación (Tabla 2, Fig. 2b).

En Toay, las distribuciones son unimodales con moda en arena fina (2-3 ϕ) y admixtura proximal ubicada hacia las granulometrías gruesas; los sedimentos se caracterizan por su buena selección y sus distribuciones simétricas, leptocúrticas a mesocúrticas en profundidad. Los mecanismos de transporte interpretados de las gráficas fueron la saltación (93-95 %) y la saltación modificada y/o suspensión de tiempo corto (5-7 %) (Fig. 2a). En dos oportunidades se identificó a la saltación como único mecanismo de transporte (Tabla 2, Fig. 2b).

Por su parte, en General Acha las arenas presentaron distribución de tamaños de tipo unimodal con moda en la fracción arena media (1-2 ϕ) y una admixtura proximal más importante ubicada en general hacia las granulometrías finas, excepto en la base

Aspectos sedimentológicos de arena eólicas del Pleistoceno

Muestra	Prof. (m)	%A.m.gr.	%Arena gr	%A.media	%A.fina	%A.m.fina	total %arena	% limo	% arcilla
LP1	0,5	0	6,6	26,33	49,98	13,74	96,65	3,18	0,17
LP2	1,3	0	5,8	25,92	50,55	14,44	96,71	2,99	0,3
SI1-1	0,3	0	0	4,85	78,12	15,6	98,57	1,3	0,13
SI1-2	0,8	0	0,07	4,79	77,53	16,18	98,57	1,38	0,05
I1-3	1,3	0	0	4,85	78,25	15,62	98,72	1,16	0,12
SI1-4	1,8	0	0,07	4,2	76,81	17,68	98,76	1,11	0,13
I1-5	2,1	0	0	5,17	89,22	4,03	98,42	1,49	0,09
I2-1	1,2	0	0	2,78	81,87	14,29	98,94	0,94	0,12
I2-2	1,8	0	0	2,78	81,87	14,29	98,94	0,94	0,12
SI-Pin	0	0	0,01	0,11	25,17	60,01	85,3	14,05	0,65
PPIn1	0,25	0	2,5	2,75	13,68	38,54	57,47	33,23	9,3
PPIn2	1,2	0,32	2,34	2,92	17,64	34,1	57,32	29,9	12,78
PC	0	7,17	6,32	21,99	47,85	7,5	90,83	7,57	1,6
GA1	0,45	0	1,7	53,84	42,36	1,27	99,17	0,71	0,12
GA2	1,9	0	1,77	51,84	42,53	2,28	98,42	1,24	0,34
GA3	3,6	0	1,1	50,95	43,89	2,39	98,33	1,14	0,53
GA4	5,4	0	1,87	55,85	42	0,16	99,88	0,07	0,05
GA5	7	0	0,76	40,62	58,22	0,4	100	0	0
T1	1,28	0	0,35	20,72	70,64	6,19	97,9	1,63	0,47
T2	1,73	0	0,13	21,29	70,29	6,14	97,85	1,74	0,41
T3	3,5	0	0,14	26,82	65,58	5,95	98,49	1,3	0,21
T4	4,5	0	0,12	13,03	79,12	7,71	99,98	0,02	0
T5	5,5	0	0,03	26,04	68,81	4,24	99,12	0,85	0,03
T6	6,5	0	0,13	42,7	53,55	3,62	100	0	0

Tabla 1. Granulometría de las muestras analizadas. LP: La Pastoril; SI1: Santa Isabel 1; SI2: Santa Isabel 2; SI-Pin: Santa Isabel planicie de inundación; PPIn: Puelches, planicie de inundación; PC: Puelches, canal; GA: General Acha y T: Toay.

Table 1. Grain-size of the analyzed samples. LP: La Pastoril; SI1: Santa Isabel 1; SI2: Santa Isabel 2; SI-Pin: Santa Isabel planicie de inundación; PPIn: Puelches, planicie de inundación; PC: Puelches, canal; GA: General Acha y T: Toay.

del perfil (muestra GA 5), donde la moda varía a arena fina (Tabla 1). Estos sedimentos se caracterizan por su buena selección y distribuciones positivas hacia el techo, simétricas en el sector central y negativas en la base del perfil (Tabla 2). La curtosis dominante es de carácter mesocúrtico y el mecanismo de transporte de los clastos es la saltación (100 %) (Fig. 2b), exceptuando la muestra GA 3, cuya distribución es leptocúrtica y donde un mínimo porcentaje de la población total de granos se habría transportado por saltación modificada y/o suspensión de tiempo corto (5 %) (Tabla 2, Fig. 2a).

Muestras fluviales: Los depósitos de planicie de inundación muestran textura arenosa a arenosa limosa con distribuciones de tipo unimodal, con moda en el intervalo arena muy fina (Tabla 1). Las admixturas proximales de granulometrías más gruesas disminuyen hacia las finas en coincidencia con la dirección de transporte. En general, la selección de tamaños muestran una variación desde moderada en el sector norte a muy pobre en el sector sur y las distribuciones se muestran como positivas a muy positivas y muy leptocúrtica. La movilización ha involucrado en todos los casos los mecanismos de reptación (entre 0,15 y 20 %), saltación (64-77 %) y suspensión (16-24%).

HISTOGRAMA			DIAGRAMA DE FRECUENCIA					COEFICIENTES ESTADISTICOS					Clasificación (Folk, 1954)
Moda	Tipo	T. G. (Ö)	T. F. (Ö)	% Rept.	%Salt.	%SMod. / Susp.	Mediana	Media	Selección	Asimetría	Curto sis		
SI1-1	arena fina	unimodal m.m./a.f.	-	3	-	85,00	15,00	2,65	2,65	0,41	0,113	1,27	arena
SI1-2	arena fina	unimodal m.m./a.f.	-	3	-	84,00	16,00	2,65	2,66	0,41	0,16	1,23	arena
SI1-3	arena fina	unimodal m.m./a.f.	-	3	-	85,00	15,00	2,65	2,65	0,39	0,086	1,19	arena
SI1-4	arena fina	unimodal m.m./a.f.	-	3	-	82,00	18,00	2,7	2,70	0,46	0,081	1,27	arena
SI1-5	arena fina	unimodal m.m./a.g.	-	3	-	95,00	5,00	2,53	2,52	0,33	0,01	1,27	arena
SI2-1	arena fina	unimodal m.m./a.f.	-	3	-	85,00	15,00	2,65	2,65	0,38	0,16	1,19	arena
SI2-2	arena fina	unimodal m.m./a.f.	-	3	-	85,00	15,00	2,7	2,68	0,37	0,03	1,28	arena
SIC	arena muy fina	unimodal p.m/a.g.	2	3,6	0,15	76,85	23,00	3,3	3,31	0,57	0,16	1,29	arena limosa
LP1	arena fina	unimodal m/a.g.	-	-	0,00	100,00	0,00	2,4	2,33	0,84	-0,08	1,13	arena
LP2	arena fina	unimodal m/a.g.	-	-	0,00	100,00	0,00	2,35	2,35	0,82	-0,01	1,21	arena
PPIn 1	arena muy fina	unimodal p.m/a.f.	2,6	5	8,00	74,00	18,00	4,1	4,26	1,87	0,29	2,31	arena limosa
PPIn 2	arena muy fina	unimodal p.m/a.f.	2	5	5,00	71,00	24,00	4	4,40	2,21	0,42	2,03	arena limosa
PC	arena fina	unimodal m/a.g.	1,6	3	20,00	64,00	16,00	2,3	2,20	1,3	-0,09	2,35	arena
GA1	arena media	unimodal p.m./a.f.	-	-	0,00	100,00	0,00	1,85	1,92	0,46	0,21	1,00	arena
GA2	arena media	unimodal p.m./a.f.	-	-	0,00	100,00	0,00	1,95	2,00	0,515	0,17	0,93	arena
GA3	arena media	unimodal p.m./a.f.	-	3	0,00	95,00	5,00	2,1	2,10	0,48	0,18	1,05	arena
GA4	arena media	unimodal p.m./a.f.	-	-	0,00	100,00	0,00	1,95	1,92	0,4	-0,07	1,01	arena
GA5	arena fina	unimodal p.m./a.g.	-	-	0,00	100,00	0,00	2,1	2,06	0,39	-0,14	0,97	arena
T1	arena fina	unimodal m.m./a.g.	-	3	0,00	93,00	7,00	2,4	2,36	0,497	-0,02	1,34	arena
T2	arena fina	unimodal m.m./a.g.	-	3	0,00	93,00	7,00	2,4	2,36	0,49	-0,013	1,30	arena
T3	arena fina	unimodal m.m./a.g.	-	3	0,00	93,00	7,00	2,3	2,30	0,507	0,06	1,00	arena

Tabla 2. Resultados de análisis gráficos y estadísticos de las distribuciones granulométricas y su clasificación. Mm: muy marcada; m: marcada; pm: poco marcada; af: arena fina; ag: arena gruesa; TG: truncamiento grueso, TF: truncamiento fino.

Table 2. Results of the graphic and statistical analysis of the grain-size distributions and their classification. Mm: very marked; m: marked; pm: poorly marked; af: fine sand; ag: coarse sand; TG: coarse cut-off; TF: fine cut-off.

El punto de truncamiento fino varía entre los dos sectores analizados del río y para un mismo subambiente de 3,5 a 5 ϕ (Tabla 2).

La muestra analizada del subambiente de canal (Puelches) corresponde a arena fina unimodal y la admixtura proximal más abundante se ubica hacia la granulometría gruesa. Los materiales se habrían transportado por reptación (20 %), saltación (64 %)

y suspensión (16 %), Los puntos de truncamiento grueso y fino se ubican en 1,7 y 3 ϕ respectivamente (Tabla 2). Los materiales se caracterizan por su muy pobre selección y su distribución simétrica y muy leptocúrtica (Tabla 2). Cabe destacar que esta muestra se excluirá de la valoración global, por tratarse del único espécimen de este subambiente fluvial.

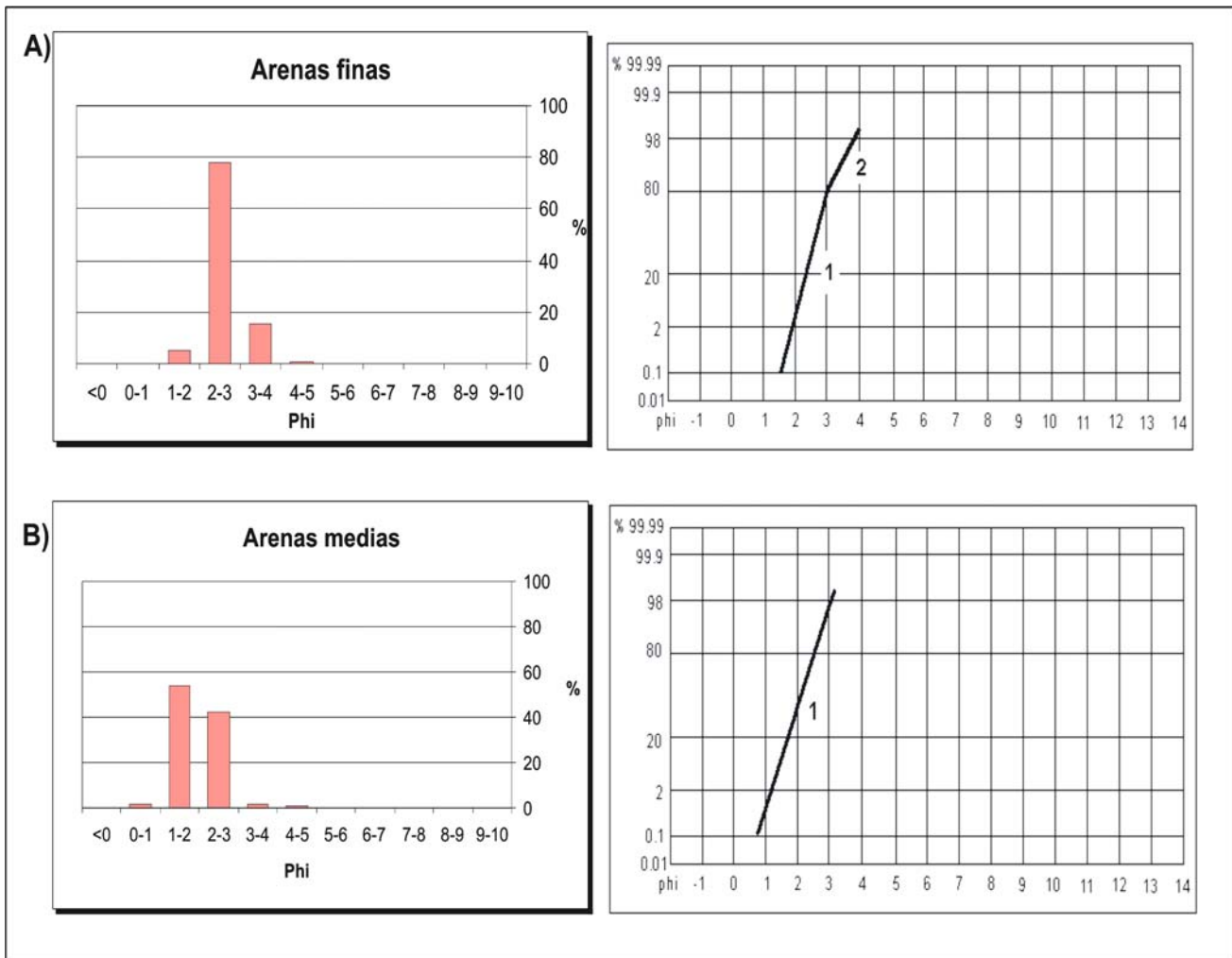


Figura 2. Aspecto de los gráficos de barras y de los diagramas de frecuencias acumuladas para a) arenas eólicas medias y b) arenas eólicas finas. 1) Saltación, 2) Saltación modificada y/o suspensión de tiempo corto.
Figure 2 Aspect of the histograms and cumulative frequency diagrams for a) medium eolic sands and b) fine eolic sands. 1) saltation, 2) modified saltation and/or short time suspension.

ASPECTOS MINERALÓGICOS

Muestras eólicas. Los análisis composicionales de los sedimentos eólicos indican que las alteritas (24-56 %), los clastos de cuarzo (14-36 %), feldspato *K* (2-35 %), vidrio volcánico (3-23%) y las plagioclasas ácidas (0,5-6 %), en general, son los componentes livianos más abundantes (Tabla 3). Se han reconocido además microclinos, piroclastos mixtos (vidrio volcánico asociado a algún clasto) y clastos líticos en la composición de los sedimentos, cuyos porcentajes no superan el 3 %. Todas las muestras tienen altos contenidos

de minerales pesados (4,41-36,96 %), habiendo gran variabilidad en las frecuencias relativas de estas especies en las distintas localidades de muestreo (Tabla 4). En referencia a estas especies, la abundancia de ortopiroxenos (hipersteno) varía entre 10,6 y 27 % en Santa Isabel y La Pastoril, entre 17,2 y 42,3 % en General Acha y entre 15 y 23,7 % en Toay. Los valores de clinopiroxenos (augita) varían entre el 8 y 20 % con los valores más altos en La Pastoril (20,4 %) y Santa Isabel (19,5 %). Los porcentajes de anfíboles varían entre el 11,7 y 47 %, las cifras más altas se registran en las muestras de Santa Isabel y La Pastoril, de los

	Cuarzo	Plagioclasas	Vidrio Volcánico.	Feld. K.	Líticos	Alteritas	Piroc mixtos	Microclino	Yeso
LP1	19,88	5,26	21,64	20,47	0,58	30,41	0,00	1,75	0,00
LP2	30,86	2,29	3,43	19,43	0,00	44,00	0,00	0,00	0,00
SI1-1	32,18	0,99	10,40	20,79	0,00	35,64	0,00	0,00	0,00
SI1-2	23,84	1,74	7,56	19,77	0,00	47,09	0,00	0,00	0,00
SI1-3	35,92	0,49	11,65	20,39	0,97	30,58	0,00	0,00	0,00
SI1-4	27,32	1,03	8,76	35,05	0,52	27,32	0,00	0,00	0,00
SI1-5	30,00	3,50	7,00	34,50	1,00	24,00	0,00	0,00	0,00
SI2-1	22,61	3,48	6,52	21,30	0,43	45,65	0,00	0,00	0,00
SI2-2	17,47	4,83	11,90	18,96	0,37	46,47	0,00	0,00	0,00
SI-PIn	14,62	0,94	4,25	2,83	0,00	77,36	0,00	0,00	0,00
PPIn1	15,31	1,02	13,27	6,12	1,02	44,39	0,51	0,00	18,37
PPIn2	17,33	1,49	16,34	13,86	0,00	50,99	0,00	0,00	0,00
PC	30,96	0,51	14,21	18,27	0,00	35,53	0,51	0,00	0,00
GA1	23,89	2,02	18,62	15,38	0,40	36,84	2,83	0,00	0,00
GA2	16,98	1,89	21,70	16,98	0,47	41,51	0,47	0,00	0,00
GA3	14,23	3,66	17,07	13,82	0,00	51,22	0,00	0,00	0,00
GA4	24,23	1,55	6,19	17,53	1,55	46,39	2,58	0,00	0,00
GA5	24,44	2,67	4,00	13,33	0,00	55,56	0,00	0,00	0,00
T1	22,64	3,30	10,38	10,38	0,94	51,89	0,47	0,00	0,00
T2	25,00	0,57	6,25	11,93	1,70	53,41	0,57	0,57	0,00
T3	19,52	4,29	15,71	9,52	3,81	47,14	0,00	0,00	0,00
T4	18,58	4,87	14,60	5,31	6,19	50,00	0,00	0,44	0,00
T5	18,52	5,56	22,22	7,87	6,48	38,43	0,93	0,00	0,00
T6	27,40	4,57	14,16	2,74	8,22	42,01	0,91	0,00	0,00

Tabla 3. Resultados del conteo de minerales livianos (en porcentajes). Vid.V: vidrio volcánico; Feld. K: feldespatos potásicos; Piroc. mix.: piroclastos mixtos.

Table 3. Results of the light-mineral counting (in percentage). Vid. V.: volcanic glass; Feld. K: potasic feldspar; Piroc. mix.: mixed piroclasts

cuales un número importante son lamprobolitas. En todas las muestras los minerales opacos presentes oscilan entre 13 y 58 % (Tabla 4).

Muestras fluviales: En el lote de livianos, los componentes más abundantes son las alteritas, que alcanzan el 77 % de la composición total en la muestra SI-Pin; además contienen cuarzo, feldespato K, plagioclasa y vidrio volcánico en cantidades similares a las muestras eólicas (Tabla 3). Entre los minerales pesados, predominan los opacos, piroxenos y anfíboles sobre las restantes especies. Sin embargo, es destacable la mayor participación porcentual de minerales accesorios como olivinos y granates (Tabla 4).

En general, todas las muestras analizadas, tanto las fluviales como las eólicas, presentan un grado de redondeamiento muy importante en el lote de

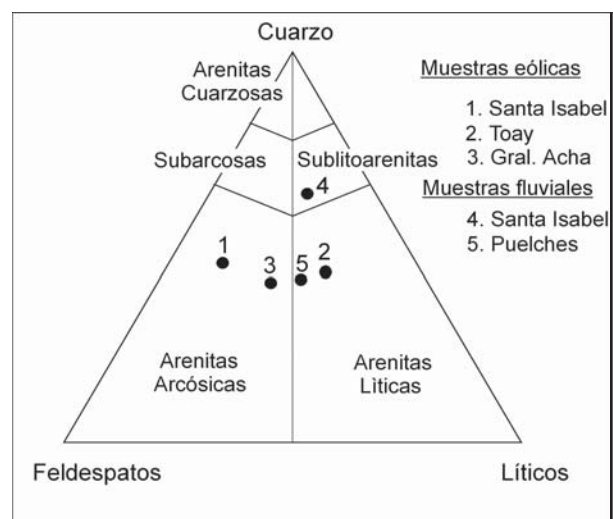


Figura 3. Triángulo de clasificación de arenas de Dott (1964) modificado por Pettijohn et al. (1972).

Figure 3. Dott (1964) classification triangle for sands, modified from Pettijohn et al. (1972).

Aspectos sedimentológicos de arena eólicas del Pleistoceno

	Opx	Cpx	Total Px	Px. indet.	Anf.	Opacos	Epidoto	Olivin o	Granate	Zircón	Turm.	Espi.	Apatit a	Estau.	Indet.
LP1	19,42	19,90	39,32	3,40	18,93	35,92	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	1,46
LP2	27,01	20,38	47,39	0,95	19,43	31,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
SI1-1	19,42	7,85	27,27	2,89	21,07	46,69	0,00	0,41	0,83	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,41
SI1-2	18,40	16,04	34,43	1,89	17,92	45,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SI1-3	10,61	13,64	24,24	3,03	47,98	24,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00
SI1-4	21,50	19,50	41,00	2,50	28,00	25,50	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
SI1-5	19,12	17,65	36,76	5,39	25,00	30,88	0,49	0,49	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SI2-1	24,30	15,42	39,72	1,40	17,29	40,65	0,00	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SI2-2	23,79	14,98	38,77	1,76	18,94	34,80	0,44	5,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SI-Pin	10,98	8,54	19,51	3,66	48,78	13,41	0,00	7,32	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,88
PPIn1	18,65	11,40	30,05	3,11	25,39	38,86	0,00	1,04	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04
PPIn2	22,09	12,79	34,88	3,49	22,09	38,37	0,00	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC	18,55	9,50	28,05	1,81	28,51	37,10	0,00	2,71	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
GA1	32,16	14,62	46,78	4,09	16,37	30,41	0,58	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17
GA2	29,86	13,27	43,13	2,37	19,43	31,28	0,00	0,00	2,84	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,47
GA3	17,20	10,83	28,03	3,18	12,10	52,87	0,00	2,55	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,64
GA4	37,50	17,50	55,00	6,25	17,50	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
GA5	42,33	17,79	60,12	0,61	20,25	17,18	0,00	0,00	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61
T1	23,20	17,01	40,21	2,06	17,53	38,14	0,52	0,00	1,03	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00
T2	15,03	8,90	23,93	2,45	11,66	58,59	0,31	0,00	1,84	0,61	0,00	0,31	0,31	0,00	0,00
T3	17,97	13,36	31,34	2,76	14,29	48,39	0,00	0,00	0,00	0,46	0,46	0,00	0,00	0,00	2,30
T4	18,91	12,94	31,84	0,50	14,43	48,26	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	1,49	2,99
T5	23,70	15,64	39,34	3,79	24,17	29,86	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,47	0,00	0,95	0,47
T6	17,78	15,11	32,89	3,11	23,56	37,33	0,00	0,00	1,33	0,00	0,44	0,00	0,44	0,44	0,44

Tabla 4. Resultado del conteo de minerales pesados (en porcentajes). Opx: ortopiroxenos; Cpx: clinopiroxenos; Px: piroxenos; Anf: anfíboles; Turm: turmalinas; Esp: espinelos; Estau: estaurolitas e Indet: indeterminados.

Table 4. Results of heavy minerals counting (in percentage). Opx: orthopiroxenes. Cpx: clinopiroxenes, Px: Piroxenes, Anf: Amphiboles, Esp: Spinel, Estau: Staurolites e Indet: Indetermined.

minerales pesados. Es notorio sobre todo, en aquellas muestras con altos contenidos de hiperstenos, los que exhiben una baja esfericidad y son muy redondeados. El lote de minerales livianos no presenta un grado importante de redondeamiento, aunque sí un grado substancial de alteración química.

Clasificación de los Materiales por Composición Mineralógica

Según la clasificación de Dott (1964) modificada por Pettijohn et al. (1972) las muestras eólicas de Santa Isabel y General Acha se clasifican como arenas arcósicas (Fig. 3). Por su parte, las muestras de Toay corresponderían a arenas líticas (Fig. 3). La muestra fluvial de Santa Isabel se



Figura 4. Triángulo composicional que incluye las «alteritas».

Figure 4. Compositional triangle wich includes the altered grains.

clasificaría como sublitoarenas, mientras que en el caso de Puelches, se trataría de arenas líticas (Fig. 3).

Sin embargo debido a la abundante presencia de trizas de vidrio en la mayoría de las muestras analizadas, se tornó indispensable renombrar los sedimentos eólicos de forma tal que se incluyera este componente mayoritario en la nomenclatura. Se propuso así, denominarlos arenas arcósicas vitroclásticas y arenas líticas vitroclásticas, respectivamente, haciendo alusión al contenido de vidrio volcánico. Asimismo y con la intención de considerar los clastos de «alteritas» en términos de clasificación se creó un diagrama ternario mediante el cual se pudieran representar las muestras como poco alteradas (menos de 1/3), alteradas (entre 1/3 y 2/3) y muy alteradas (más de 2/3) (Fig. 4). Así, con la utilización del diagrama ternario propuesto, las muestras eólicas se han clasificado como arenas líticas vitroclásticas alteradas (Toay) y arenas arcósicas vitroclásticas alteradas (Santa Isabel y General Acha).

DISCUSION

En la región, la resolución cronológica obtenida hasta el momento no es lo suficientemente detallada para ajustar el inicio, duración y finalización de los períodos principales de reorganización ambiental (Zárate, 2002). Por lo tanto, la cronología relativa de los depósitos eólicos de la unidad inferior se plantea como hipótesis. De acuerdo con la presencia de fauna extinguida en la base del perfil de Toay, la sedimentación de esta unidad habría comenzado durante el Pleistoceno tardío; representaría, de acuerdo con los modelos vigentes, facies acumuladas durante alguno de los pisos isotópicos de la última glaciación, hipótesis extensiva a las otras localidades estudiadas. La finalización de la depositación de la unidad eólica inferior, marcada por el desarrollo del suelo enterrado habría acontecido en algún momento del Holoceno, de acuerdo con evidencias regionales. En términos hipotéticos (Zárate, 2002) ha planteado que los sistemas medanosos del piedemonte mendocino resultaron de la reactivación de formas anteriores del Pleistoceno tardío durante el Holoceno medio (8.000-

4.000 AP), intervalo caracterizado en Sudamérica por condiciones de aridez y temperatura en incremento con un máximo entre 6.500 y 4.500 AP (Grimm et al., 2001). Por lo tanto, la sedimentación eólica en el área de estudio podría haberse prolongado al menos hasta este intervalo.

Las geoformas de los depósitos eólicos en las localidades estudiadas responden a condiciones aerodinámicas variables. Algunos tipos son claramente indicadores de direcciones de vientos, mientras que otros no resultan diagnósticos.

En el cordón Santa Isabel-La Pastoril los cuerpos exhiben formas transversales que indicaría vientos provenientes del cuadrante oeste-noroeste. A escala regional, en imágenes satelitales, estos cuerpos medanosos fueron descritos como médanos longitudinales (Melchor y Llambías, 2000). La discrepancia observada en las dos escalas de trabajo, podría estar vinculada con: a) coalescencia de los cuerpos transversales en sentido longitudinal; b) disipación de formas longitudinales preexistentes, quizás durante el intervalo del Holoceno medio con anterioridad a la estabilización y formación del suelo. En General Acha, los médanos longitudinales de la unidad eólica inferior exhiben formas longitudinales cuya génesis se relacionaría con vientos del cuadrante suroeste, a partir del modelo de Bagnold (1941) o bien del sur y oeste según el modelo de McKee (1979). Las orientaciones de las crestas de los médanos de la unidad superior o reciente son similares, sólo se observan algunas formas (barjanoides) que indican que, por momentos, hubo pequeñas variaciones en la dirección del viento con predominio del cuadrante oeste.

En Toay no se puede establecer la dirección predominante del viento que generó la unidad inferior por tratarse de un manto. En lo que respecta a la unidad eólica superior, dado que se trata de una cubeta originada como cantera de explotación de arena, las orientaciones de los pequeños médanos que allí se encuentran indican vientos del noroeste y del sur que son los que soplan con mayor intensidad en la actualidad.

En síntesis, los sistemas de médanos analizados, correspondientes a ambas unidades, se relacionarían con vientos del cuadrante oeste-noroeste en Santa

Isabel y del sur y suroeste en General Acha. Estas direcciones coinciden con las direcciones de vientos actualmente dominantes en la región pampeana (Prohaska, 1976).

En escala geomorfológica regional, el patrón de distribución de los depósitos eólicos arenosos con predominio de formas de lecho (médanos) en las depresiones («valles longitudinales», paleovalle del sistema fluvial) señalaría un control topográfico. Así, las depresiones tal como fuera mencionado por Lancaster (1985), podrían haber actuado como corredor de vientos

Si bien para la región central de Argentina los depósitos eólicos exhiben «zonación granulométrica» con exposición de las facies más gruesas en el ámbito de la provincia de La Pampa y de facies finas (arenas muy finas y limos) en el noreste de Buenos Aires y Santa Fe (Frenguelli, 1950, Iriondo, 1990), los análisis granulométricos efectuados en este trabajo indican que el tamaño de grano no disminuye en relación directa con la distancia de transporte. Esto sugeriría que hay otros factores involucrados a escala local (entre otros, el relieve, las áreas de procedencia potenciales y tal vez la dinámica fluvial pasada) que influirían en la variabilidad granulométrica señalada en la región por Bisceglia (1979).

En Santa Isabel-La Pastoril el factor principal que determinó la variación en la granulometría y selección de los sedimentos habría sido la retracción del sistema fluvial activo, con el alejamiento de las fuentes de disponibilidad hacia el eje del río. Asimismo, se podría suponer un cambio textural de los aluvios como consecuencia de variaciones en las características de la carga sólida transportada por el sistema. Respecto a este tema, los escasos análisis granulométricos de las muestras fluviales de control indican que actualmente posee corriente de carga mixta. Posiblemente, estas características de transporte no hayan sido semejantes en el pasado. De acuerdo con las evidencias geomorfológicas, el río presentaba mayores caudales, por lo tanto podría haber transportado material de mayor tamaño y en mayor cantidad. Los depósitos generados habrían constituido potenciales fuentes de aporte con disponibilidad de arenas más gruesas.

Con respecto a la competencia del agente eólico se deduce, a partir de los resultados obtenidos del análisis de los gráficos de frecuencia acumulada y del diagrama de modos de transporte vs. velocidad del viento (Pye, 1987), que tanto la deflación como la movilización de los materiales se produjo por la acción de vientos fuertes (mayor turbulencia). Si bien se podría considerar una variación de la energía dinámica hacia condiciones de menor velocidad, en aquellos casos donde la movilización se realizó exclusivamente por saltación.

Las determinaciones mineralógicas efectuadas en este trabajo indicarían una gran variabilidad litológica de aporte probablemente de rocas ígneas (ácidas a básicas), metamórficas y piroclásticas. El lote de minerales livianos permitió establecer que los sedimentos eólicos proceden de la destrucción de rocas plutónicas, hipoabisales y volcanoclásticas. Los cuarzos, feldspatos potásicos y las plagioclasas ácidas probablemente provienen mayormente de granitos, granodioritas, sienitas y pegmatitas. Además, los contenidos de vidrio volcánico indican que este componente es de mucha importancia en las localidades en cuestión. Entre los minerales pesados se puede citar el hipersteno, que es propio de rocas plutónicas (gabros y noritas), rocas volcánicas (andesitas, dacitas y sus tobas), rocas metamórficas (micaesquistos) y rocas de alteración (serpentinatas). La augita presente es típica de rocas básicas. También se contabilizaron varios tipos de anfíboles. Se encontraron hornblendas comunes cuyo origen se asocia con rocas magmáticas (granitos, sienitas, dioritas, gabros, peridotitas) y metamórficas (gneis, anfíbolitas), hornblendas castañas y lamprobolitas, exclusivas de rocas volcanoclásticas ricas en hierro: basaltos, andesitas y ciertas traquitas y piroclásticas. Además, los minerales opacos presentes indican un origen típicamente máfico y ultramáfico.

La variabilidad litológica observada se atribuye posiblemente a: 1) aporte distal de material aluvial transportado por el sistema fluvial Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó, 2) aporte distal de material piroclástico de caída y 3) aporte de material local proveniente de los afloramientos volcánicos (basálticos), plutónicos y metamórficos, asociados con varios ciclos orogénicos.

En Toay se trata de una mezcla de materiales detríticos de origen distal y local, esto es, provenientes del sistema fluvial Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó, de los afloramientos de Lihuel Calel, de las coladas basálticas de la Payunia y de otros afloramientos ígneos y metamórficos del sistema de Sierras Pampeanas de la provincia de La Pampa.

Los sedimentos de General Acha tendrían también un origen mixto. El origen distal estaría representado por aportes de materiales aluviales (meteorizados, alterados y redondeados) y el local, por el material detrítico de grano medio, algo alterado, no redondeado, proveniente del sistema de Lihuel Calel. El cordón Santa Isabel-La Pastoril está fuertemente influenciado por su cercanía al sistema fluvial y por los afloramientos volcánicos occidentales de la Payunia. Por ello, el aporte de material también tiene un origen mixto, dominado por minerales livianos alterados, transportados por el sistema Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó e importante participación de los minerales pesados y accesorios provenientes de las efusiones volcánicas de la Payunia (local).

En los tres casos estudiados, los altos grados de redondeamiento y de alteración que presentan gran porcentaje de los granos, permiten inferir que los materiales transportados fueron erosionados y/o meteorizados previo a la depositación, por lo que se infiere que son en su mayoría de naturaleza policíclica.

El elevado redondeamiento, evidenciado especialmente en el lote de minerales pesados, se interpreta como consecuencia de la recurrencia abrasiva por tiempo prolongado de transporte (Krinsley y Doornkamp, 1973). Además, varios de los afloramientos del basamento de la provincia evidencian una cubierta regolítica de meteorización química (Tapia, 1935), que podría ser otra fuente de aporte de material alterado.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados e inferencias obtenidas en este estudio permitieron establecer que la hipótesis de trabajo propuesta se cumple parcialmente. En la escala del ámbito geográfico analizado, el planteo

hipotético formulado simplificó la complejidad del sistema. Se pudieron determinar ciertas variaciones granulométricas a escala local asociadas con las condiciones topográficas, que no responden a la zonación granulométrica propuesta a escala macro-regional (Iriondo, 1990). Asimismo, los resultados e inferencias mineralógicas permitieron establecer el aporte mixto de materiales. Hay una importante participación de aquellos de naturaleza local, procedentes de los afloramientos rocosos de la provincia de La Pampa, hasta ahora no contemplados en los modelos propuestos.

Finalmente, el análisis geomorfológico y sedimentológico realizado permite plantear hipotéticamente la existencia de un control topográfico en la distribución de las facies eólicas en el ámbito de la región estudiada. Este factor podría explicar la diferencia granulométrica contrastante de los depósitos entre las planicies y las depresiones longitudinales y el valle del Desaguadero-Curacó.

Agradecimientos: Este trabajo, desarrollado como plan de investigación para acceder al título de licenciado en Geología de la Universidad Nacional de la Pampa por el primer autor, es parte del proyecto 161 *Paleoambientes y paleoclimas de la provincia de la Pampa durante el último ciclo de glaciación (100ka)* de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la citada Universidad. Los autores agradecen a la Dirección de Aguas de la provincia de la Pampa por haber facilitado información inédita de perforaciones y trabajos técnicos y a la Dirección de Catastro por el préstamo de las fotografías aéreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bagnold, R.A., 1941. *The physics of blown sand and desert dunes*. Methuen, London, 265 pp.
- Bisceglia, H.A., 1979. *Perfil Geológico Punta de la Barda-Limay Mahuida*. Informe de la Dirección de Recursos Hídricos del Ministerio de Obras Públicas de La Pampa. Santa Rosa, 13 pp. (Inédito).
- Clapperton, Ch., 1993. *Geomorphology & Quaternary Geology of South America*. Pergamon Press, London, 779 pp.

- De Boer, D.H., 1992. Hierarchies and spatial scale in process geomorphology: a review. *Geomorphology* 4:303-318.
- Dott, R.H., 1964. Wacke, greywacke and matrix-what approach to immature sandstone classification?. *Journal of Sedimentary Petrology* 34:625-632.
- Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *Journal of Geology* 62:344-359.
- Folk, R.L. y W.C. Ward, 1957. Brazos River bar: a study of the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 37:514-521.
- Frengüelli, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la Provincia de Buenos Aires. *Anales LEMIT*. Serie II, N° 33, 72 pp.
- Giai, S. B., 1975. *Plan de Investigación de Aguas Subterráneas*. Informe preliminar. Ministerio de Obras Públicas, Santa Rosa, 50 pp.
- Grimm, E., S. Lozano-García, H. Behling y V. Markgraf, 2001. Holocene Vegetation and Climate variability in the Americas. En: Markgraf, V. (Ed) *Interhemispheric climate linkages*. 325-370, San Diego.
- I.N.T.A.-Gobierno de La Pampa-U.N.L.Pam., 1980. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. INTA (Ed.), Buenos Aires, 493 pp.
- Iriondo, M., 1990. Map of the South America plains -Its present state. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 6:297-308.
- Iriondo, M. y D. Kröhling, 1996. El sistema eólico Pampeano. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales «Florentino Ameghino» (nueva serie)* 5, 64 pp.
- Krinsley, D.H. y J.C. Doornkamp, 1973. *Atlas of quartz and surface textures*. Cambridge University Press, 91 pp. Cambridge.
- Lancaster, N., 1985. Variations in wind velocity and sand transport on the windward flanks of desert sand dunes. *Sedimentology* 32:581-593.
- Linares, E., E. Llambías y C. Latorre, 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y Geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista Asociación Geológica Argentina* 35:87-146.
- Melchor, R. N. y E.J. Llambías, 2000. Hoja Geológica 3766-I Santa Isabel. Provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas 1:250.000, 41 pp.
- McKee, E.D., 1979. An introduction to the study of global sand seas. En McKee (Eds) *A Study of Global Sand Seas*, 1- 20, Washington.
- Pettijohn, F.J., P.E. Potter y R. Siever, 1972. *Sand and Sandstones*. Primera edición. Springer-Verlag, New York, 618 pp.
- Powers, M.C., 1953. A new roundness scale for sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology* 23:117-119.
- Prohaska, H.E., 1976. The climate of Argentina, Paraguay and Uruguay. En: Schwerdtfeger (Ed) *Climates of Central and South America*, 22:13-112, Amsterdam.
- Pye, K., 1987. *Aeolian dust and dust deposits*. Academia Press, London, 333 pp.
- Tapia, A., 1935. Los sedimentos araucanos de General Acha (Territorio de La Pampa). Boletín N° 40 de la Dirección de Minas, 959-963, Buenos Aires.
- Teruggi, M.E., 1957. The nature and origin of Argentine Loess. *Journal of Sedimentary Petrology* 27:322-332.
- Tucker, M.E., 1988. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 394 pp.
- Visconti, G., O. Carballo, A.P.Calmels y J. Sbrocco, 1999. Susceptibilidad a la erosión eólica de los terrenos de Toay, provincia de La Pampa. *Primer Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 215-224*, Santa Rosa.
- Zárate, M.A. y A. Blasi, 1993. Late Pleistocene-Holocene deposits of the southern Buenos Aires Province, Argentina: A preliminary model. *Quaternary International* 17:15-20.
- Zárate, M. A., 2002. Los ambientes del Tardiglacial y Holoceno en Mendoza. En Gil, A. y Neme, G. (Eds), *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del sur de Mendoza* 9-42. Mendoza.
- Zetti, J., 1964. El hallazgo de un Megatheriidae en el «Médano Invasor» del SW de Toay, Provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Paleontológica Argentina* 3:257-265.