

Mineralogía de arenas y limos en suelos, sedimentos fluviales y eólicos actuales del sector austral de la cuenca Chacoparanense. Regionalización y áreas de aporte

M. C. ETCHICHURY¹ y O. R. TOFALO²

¹Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia Av. Ángel Gallardo 470, 1405, Buenos Aires

²Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón II, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires Fax: 4576-3329. E-mail: rtofalo@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN. Análisis mineralógicos de las fracciones arena fina y limo grueso de suelos y sedimentos actuales fluviales y eólicos de la pampa húmeda del norte de Santa Fe y parte de la Mesopotamia (Entre Ríos y Corrientes), permiten establecer dos zonas caracterizadas por sendas asociaciones mineralógicas genéticamente diferentes. En el área que comprende las provincias de Buenos Aires, noroeste de La Pampa, Córdoba, centro y sur de Santa Fe y sur de Entre Ríos, tanto los componentes pesados (hornblenda verde, basáltica, castaña, hipersteno, enstatita, augita, magnetita, hematita, ilmenita, leucóxeno, epidoto, zoicita) como livianos (plagioclasas, litoclastos de volcánitas, vitroclastos, cuarzo, ortosa), tienen un origen volcánico piroclástico y derivan en gran parte de sedimentos pampeanos y postpampeanos a los que se añaden materiales propios de las volcánitas mesozoicas norpatagónicas, del basamento de Sierras Pampeanas y de las erupciones piroclásticas cuaternarias. En Corrientes y el norte de Santa Fe y Entre Ríos, la *suite* de minerales pesados (estauroлита, cianita, sillimanita, andalusita, hornblenda, epidoto, opacos) refleja aporte metamórfico y la asociación de livianos (cuarzo mono y policristalino, ortosa, microclino, metamorfitas cuarzo-micáceas, arenitas cuarzosas), indica además contribución ígnea y sedimentaria procedente del cratón aflorante en Brasil y Uruguay y de las sucesiones sedimentarias superpuestas. La particular distribución de los materiales está condicionada a las diferentes direcciones de las redes de drenaje y a la acción de los vientos dominantes. La isopleta correspondiente al 30% de frecuencia del cuarzo marca el límite de las dos asociaciones mineralógicas.

Palabras clave: *Mineralogía, Asociaciones, Suelos, Sedimentos, Llanura pampeana*

ABSTRACT. *Sands and clay mineralogy in soils, fluvial and eolian Present sediments in the southern sector of the Chacoparanense basin: Different regions and source areas.* Mineralogical analysis based on fine sand and coarse silt fraction from soils and fluvial and aeolian recent sediments of the *Pampa Húmeda* (Wet Pampas) and the northern region of Santa Fe province and part of the Mesopotamia (Entre Ríos and Corrientes provinces) allowed to define two zones characterized by two genetically different mineralogical associations. Minerals of volcanic – pyroclastic origin (heavy: green, basaltic and brown hornblende, hypersthene, enstatite, augite, magnetite, hematite, ilmenite, leucocoxene, epidote, zoicite, and light: plagioclase, volcanic fragments, pumice and glass shards, quartz, orthoclase) are observed over a broad area including whole Buenos Aires and Cordoba provinces, northwestern regions of La Pampa, central and southern Santa Fe and southern Entre Ríos. The provenience of these minerals included the pampean and post-pampean sediments and scarce contribution from volcanic Mesozoic rocks of north Patagonia, Sierras Pampeanas and also Quaternary pyroclastic eruptions. Conversely, a heavy suite of metamorphic provenience (stauroilite, kyanite, sillimanite, andalusite, hornblende, epidote, opaques) and a light association composed of igneous and metamorphic clast (monocrystalline and polycrystalline quartz, orthoclase, microcline, schists) and others of sedimentary origin (quartz arenites) is recorded in Corrientes and northern Santa Fe and Entre Ríos provinces. These minerals are coming from older basement rocks outcropping in Brazil and Uruguay and the younger overlain sedimentary succession. The peculiar material distribution is related to the drainage systems and wind pattern. Quartz 30% frequency isopleth points out the limit between both mineralogical associations.

Key words: *Mineralogy, Associations, Soils, Sediments, Pampean plain*

Introducción

Desde mediados del siglo XIX, los sedimentos de la llanura pampeana han sido estudiados por numerosos investigadores, que enfocaron preferentemente aspectos estratigráficos o vinculados con su paleontología. A partir de los trabajos de Doering (1907), que resaltó algunas de

sus características mineralógicas, se manifestó un incremento de los autores que se ocuparon de su aspecto composicional. Entre otros, Wright y Fenner (1912), Meigeng y Werling (1915), Frenguelli (1925), Teruggi (1954, 1955), Teruggi *et al.* (1957), Etchichury y Remiro (1960, 1970), González Bonorino (1965), Arens (1969), Remiro (1973), Scoppa (1976), Santa Cruz (1978), Morrás y

Delaune (1981, 1985), Luters (1982), Riggi *et al.* (1986), Teruggi e Imbellone (1983), Camilión e Imbellone (1984), Etchichury y Tofalo (1987, 1996), Etchichury *et al.* (1988, 1995, 1997 a y b), Fidalgo *et al.* (1991), Karlson (1993), Iriondo y Kröhling (1996), Calmels *et al.* (1997) Kröhling (1999), Nabel y Spiegelman (1988), Nabel *et al.* (1995), Passeggi (1996) y Pereyra *et al.* (1998).

Los objetivos de esta contribución son: determinar las asociaciones dominantes, realizar interpretaciones genéticas y determinar las distintas áreas de aporte. Para ello y a fin de lograr una más completa regionalización, se agregaron a datos propios de las autoras, los de otros investigadores, para lo que se realizó una recopilación selectiva a fin de poder comparar los distintos resultados, ya que con frecuencia la información brindada no toma en cuenta la totalidad de las especies o no se hacen recuentos y sólo se indica el predominio de algunos componentes sobre otros.

El área considerada está comprendida dentro de la llanura Chaco- Pampeana, en la zona designada como pampa oriental o húmeda, que comprende las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, norte de La Pampa y sur de Entre Ríos. Con fines complementarios se añadió información procedente de Corrientes, zona central de Entre Ríos y este de San Luis (Fig. 1).

Materiales y métodos utilizados

A partir de la revisión de los antecedentes bibliográficos, se detectaron discrepancias metodológicas que incompatibilizan la comparación de todos los resultados, por ejemplo en muchos trabajos sobre el tema, no se han cuantificado todos los componentes, a pesar de que se menciona su abundancia (ejemplo: litoclastos). Debido a esto, sólo se consideraron aquellos resultados obtenidos a partir de procedimientos que se ajustan a las siguientes normas:

- Análisis realizados en muestras de sedimentos correspondientes a horizonte C de suelos y muestras superficiales de depósitos fluviales y eólicos.

- Material procedente de estaciones puntuales y no de áreas de extensión variable.

- Características composicionales de cada muestra expresadas por medio de los porcentajes de los minerales que la integran. Sin tomar en cuenta valores promedio, rangos de variabilidad, ni estimaciones cuantitativas aproximadas.

- Análisis realizados en las fracciones arena fina (250-125 mm), muy fina (125-62 mm) y/o limo grueso (62-30 mm).

- Separación de los componentes pesados y livianos mediante bromoformo u otro líquido pesado de peso específico comparable. Determinación del porcentaje en peso de las respectivas fracciones.

- Montaje de los componentes pesados y livianos en sendas preparaciones para análisis microscópico de las mismas. Reconocimiento de los componentes y el cálculo de sus respectivas frecuencias, a partir del recuento de 500 granos en cada muestra.

- Fracción liviana: cálculo de los porcentajes del cuarzo, vidrio volcánico, litoclastos, feldespatos calcosódicos (plagioclasas), feldespatos potásicos (ortosa y microclino) y de algunos componentes accidentales (biotita, muscovita, calcita, colofanita, yeso, etc) y alteritas.

- Fracción pesada: recuento de anfíboles (hornblenda común y basáltica), de piroxenos rómbicos (hipersteno y enstatita) y monoclinicos (augita), de minerales opacos (magnetita, hematita, ilmenita, etc) y de otros componentes en general escasos (estauroлита, cianita, sillimanita, andalusita y monacita) y algunos accesorios y/o accidentales (carbonatos, colofanita, circón, rutilo, apatita, etc).

De acuerdo con dichas normas se han tomado en la provincia de Buenos Aires las muestras correspondientes a 104 localidades, incluidas dentro de diez transectas de disposición radial a partir de la ciudad de Buenos Aires (Fig. 1 y Cuadro 1).

El ordenamiento del muestreo en la provincia de La Pampa está incluido en sendas transectas de dirección este-oeste, en el sector comprendido entre los paralelos 36°12' y 36° de latitud sur y los meridianos 63°22' y 66°13' de longitud oeste. A estas estaciones se suman otras ubicadas en las cercanías del límite con la provincia de Buenos Aires (Fig. 1 y Cuadro 2).

El material de la provincia de Santa Fe procede de dos áreas: la septentrional comprendida entre los paralelos 29°50' y 20° de latitud sur y la meridional que se extiende al sur del paralelo de 32°30' (Fig. 1 y Cuadro 2), totalizando 50 localidades.

Las estaciones de muestreo de la provincia de Córdoba totalizan 15 puntos de distribución irregular (Fig. 1, Cuadro 4).

En la provincia de Entre Ríos los estudios se realizaron en el material procedente de 8 localidades ubicadas al sur del arroyo Tigre (Fig. 1, Cuadro 5).

Se utilizaron además, los datos correspondientes a 8 estaciones de la provincia de Corrientes y de 4 localidades de la provincia de San Luis (Fig. 1, Cuadro 6).

La expresión gráfica de las variaciones cuantitativas de la fracción pesada total (Fig. 2) y de cada uno de los principales minerales que integran las fracciones liviana y pesada se han ilustrado como isopletras (Fig. 3 a 8). Se han excluido de esas representaciones los minerales con variaciones poco significativas, como la ortosa y aquellos de participación reducida o aleatoria como colofanita, yeso, microclino, entre otros.

Resultados

Relación cuantitativa de los minerales livianos y pesados

Provincia de Buenos Aires: Las muestras se caracterizan por el predominio de la fracción liviana, cuyos porcentajes, en general, superan el 90%, con sólo dos excepciones localizadas en Las Nieves (38) y Sierras Bayas (40), donde los componentes de la fracción pesada alcanzan respectivamente 12% y 25%. Sí bien los valores extremos

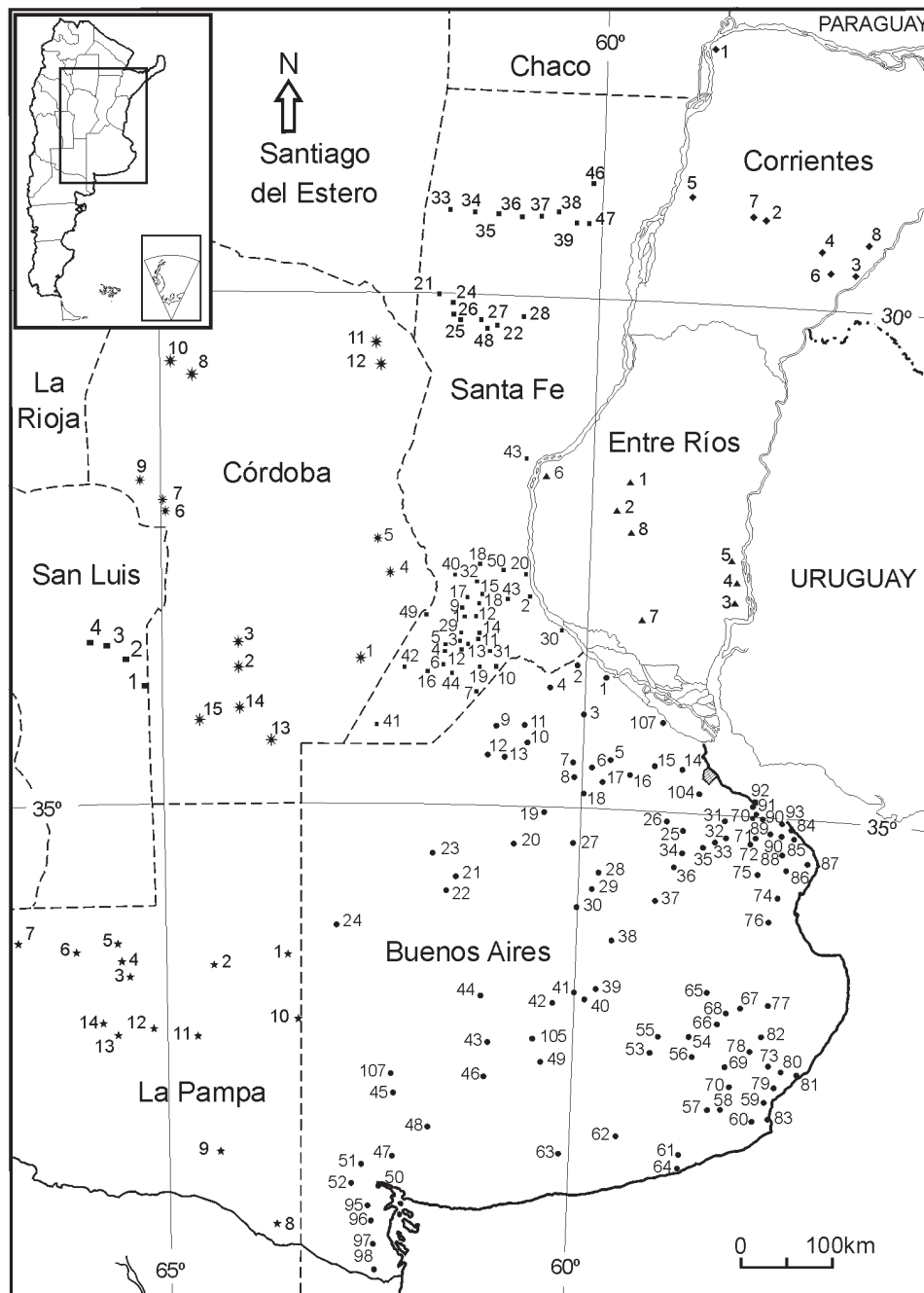


Figura 1: Mapa de ubicación y localidades estudiadas.

de la fracción pesada están comprendidos entre 0,20% y 25%, en la mayoría de los casos representan del 1% al 3%.

Provincia de La Pampa: En los sedimentos analizados se destaca la abundancia de los componentes livianos cuyos porcentajes varían de 92 a 99%. Las relaciones cuantitativas entre las fracciones liviana y pesada son relativamente constantes. Los porcentajes más elevados de la fracción pesada (8%) se registran al este de Cerro Azul (14), mientras que los más bajos (1% y 2%) corresponden a Rolón (10) y a El Durazno (3).

Provincia de Santa Fe: Las muestras de las dos áreas estudiadas están constituidas mayoritariamente por minerales livianos, cuyas frecuencias están comprendidas entre 97% y 99%.

La fracción pesada es muy reducida y en algunas localidades como Villa Mugueta (14), Roldán (2), Timbúes (3), Chovet (6), Casilda (17), La Emilia (30) y Carcarañá (50), es inferior a 1%, mientras que en Hughes (19), Cañada de Gómez (32), Merceditas (7), Hansen (8), Rufino (41) y Arteaga (49), alcanza o supera levemente 2%. En la región septentrional los porcentajes de los minerales pesados son siempre inferiores a 1%.

Cuadro 1: Localidades estudiadas de la provincia de Buenos Aires.

| | |
|--|--|
| TRANSECTA I | TRANSECTA IV |
| 1-Ramallo (Etchichury y Remiro 1970) | 25-Abbot (nuevo dato) |
| 2-General Rojo (nuevo dato) | 26-Uribelarrea (nuevo dato) |
| TRANSECTA II | 27-25 de Mayo (nuevo dato) |
| 3-Arrecifes (nuevo dato) | 28-Saladillo (nuevo dato) |
| 4-Pergamino (Etchichury y Remiro 1970) | 29-José Micheo (nuevo dato) |
| 5-Ramón Báez (Etchichury y Remiro 1970) | 30-General Alvear (nuevo dato) |
| 6-Emilio Ayarza (Etchichury y Remiro 1970) | TRANSECTA V |
| 7-Rawson (Etchichury y Remiro 1970) | 31-San Vicente (Etchichury y Remiro 1970) |
| 8-Palemón Huergo (Etchichury y Remiro 1970) | 32-Gómez (Etchichury y Remiro 1970) |
| 9-La Angelita (Etchichury y Remiro 1970) | 33-Loma Verde (Etchichury y Remiro 1970) |
| 10-Rafael Obligado (nuevo dato) | 34-Videla Dorna (Etchichury y Remiro 1970) |
| 11-Rojas (Etchichury y Remiro 1970) | 35-San Miguel del Monte (nuevo dato) |
| 12-Saforcade (Etchichury y Remiro 1970) | 36-Cruce Ruta Salado-R. 3 (nuevo dato) |
| 13-Junin (nuevo dato) | 37-Parish (Etchichury y Remiro 1970) |
| TRANSECTA III | 38-Las Nieves (Etchichury y Remiro 1970) |
| 14-Castelar (Etchichury y Remiro 1960) | 39-Azul (nuevo dato) |
| 15-Luján (Etchichury y Remiro 1960) | 40-Sierras Bayas (nuevo dato) |
| 16-Mercedes (Etchichury y Remiro 1960) | 41-Sierra Chica (Etchichury y Remiro 1970) |
| 17-Gorostiaga (Etchichury y Remiro 1960) | 42-Olavaria (nuevo dato) |
| 18-Chivilcoy (Etchichury y Remiro 1960) | 43-La Colina (Etchichury y Remiro 1970) |
| 19-Bragado (Etchichury y Remiro 1960) | 44-Hanguelen (Etchichury y Remiro 1970) |
| 20-9 de julio (Etchichury y Remiro 1960) | 45-Saavedra (Etchichury y Remiro 1970) |
| 21-Guanaco (Etchichury y Remiro 1960) | 46-Quiñihual (Etchichury y Remiro 1970) |
| 22-Nueva Plata (Etchichury y Remiro 1960) | 47-Tornquist (Etchichury y Remiro 1970) |
| 23-Carlos Tejedor (Camilión e Imbellone 1987) | 48-Ventana (Etchichury y Remiro 1970) |
| 24-Pehuelches (Etchichury y Remiro 1960) | 49-Lastra (Etchichury y Remiro 1970) |
| TRANSECTA VI | 50-Cruce Rutas 3 y 22 (Rosetto 1953) |
| 53-Tandil (Etchichury y Remiro 1970) | 51-Chasicó (Luters 1982) |
| 54-Fulton (Etchichury y Remiro 1970) | 52- Chapalcó (Luters 1982) |
| 55-2 Naciones (Etchichury y Remiro 1970) | 78-Coronel Vidal (nuevo dato) |
| 56-Napaleufú (Etchichury y Remiro 1970) | 79-Vivoratá (nuevo dato) |
| 57-S ^a Vigilancia (Etchichury y Remiro 1970) | 80-Nahuel Ruca (Etchichury y Remiro 1970) |
| 58-Balcarce (Etchichury y Remiro 1970) | 81-Mar Chiquita (nuevo dato) |
| 59-Cobo (Etchichury y Remiro 1970) | 82-Labarden (Etchichury y Remiro 1970) |
| 60-S ^a de los Padres (Etchichury y Remiro 1970) | 83-Mar del Plata (nuevo dato) |
| 61-Pierres (Etchichury y Remiro 1970) | TRANSECTA IX |
| TRANSECTA VII | 84-Magdalena (nuevo dato) |
| 62-San Cayetano (Luters 1982) | 85-Roberto Payró (nuevo dato) |
| 63-Tres Arroyos (Luters 1982) | 86-Vergara (Etchichury y Remiro 1970) |
| 64-Necochea (Luters 1982) | 87-Alvarez Jonte (Etchichury y Remiro 1970) |
| TRANSECTA VIII | 88-Vieytes (Etchichury y Remiro 1970) |
| 65-Solanet (Etchichury y Remiro 1970) | 89-Poblet (Etchichury y Remiro 1970) |
| 66-Ayacucho (Etchichury y Remiro 1970) | 90-Gral. Mansilla (Etchichury y Remiro 1970) |
| 67-Fair (Etchichury y Remiro 1970) | 91-I. Correas (Etchichury y Remiro 1970) |
| 68-San Ignacio (Etchichury y Remiro 1970) | 92-La Plata (Fidalgo <i>et al.</i> 1991) |
| 69-Ramón Otero (Etchichury y Remiro 1970) | 93-Hernández (nuevo dato) |
| 70-Bosh (Etchichury y Remiro 1970) | 94-La Balandra (nuevo dato) |
| 71-Oliden (Etchichury y Remiro 1970) | TRANSECTA X |
| 72-Jeppener (Etchichury y Remiro 1970) | 95-Ombucta (Rosetto 1953) |
| 73-Calfulcurá (Etchichury y Remiro 1970) | 96-Ombucta-Origone (Rosetto 1953) |
| 74-Giribone (Etchichury y Remiro 1970) | 97-Mr. Buratovich (Rosetto 1953) |
| 75-Chascomús (nuevo dato) | 98-Pedro Luro (Rosetto 1953) |
| 76-Castelli (nuevo dato) | |
| 77-Maipú (nuevo dato) | |

Cuadro 2: Localidades estudiadas de la provincia de La Pampa.

| TRANSECTA I | TRANSECTA II | TRANSECTA III |
|----------------------------|----------------|-------------------|
| 1-Lonquimay | 8-Las Gaviotas | 10-Rolón |
| 2-Santa Rosa camino a Toay | 9-Cuchilla-Có | 11-General Acha |
| 3-El Durazno | | 12-Padre Buono |
| 4-5km al este de Telén | | 13-Chacharramendi |
| 5-Telén | | 14-Cerro Azul |
| 6-La pastoril | | |
| 7-Santa Isabel | | |

Provincia de Córdoba: La información correspondiente a la provincia de Córdoba se refiere a quince localidades cuyas muestras están constituidas por abundantes minerales livianos, que totalizan de 96,08% a 98,80%.

La fracción pesada alcanza sus mayores concentraciones (3,30% y 3,92%) en Malena (3) y Mar Chiquita (11) y las más reducidas (1,24% y 1,20%) en Canals (1) y Leones (4).

Provincia de Corrientes: Las muestras consideradas en el área media y septentrional de la provincia de Corrientes revela que los porcentajes de la fracción liviana superan en la mayoría de los casos el 99%, alcanzando su valor máximo en arroyo González (5) con 99,70%. Por su parte, la fracción pesada que normalmente fluctúa entre 0,30% y 0,76%, llega a 2,56% en Paso de los Libres (3).

Provincia de Entre Ríos: La información correspondiente a esta provincia muestra variaciones de la fracción liviana comprendidas entre 98,32% y 99,15%. La fracción pesada excepcionalmente supera el 1,50% en arroyo Tigre (1), ya que en las restantes es inferior a 1%.

Distribución areal de las fracciones «pesada y liviana»

A pesar de que en la mayor parte de la región analizada los porcentajes de la fracción pesada están comprendidos entre 0,30 y 4%, sus restringidas variaciones resultan indicadores sensibles que, en algunos casos, señalan cambios litológicos relacionados con las áreas de aporte, en otros están vinculados a la acción selectiva de los agentes de transporte y en parte reflejan diferencias de las condiciones climáticas.

Las concentraciones más altas de los componentes pesados (Fig. 2), que alcanzan 7,5% a 25% se ubican en dos zonas: la primera en el departamento Utracán de la provincia de La Pampa (7 a 8%), en el área de Chacharramendi (13) y Cerro Azul (14) y la segunda en el tramo norte de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires (7,5% a 25%), que incluye Sierra Chica (41), Sierras Bayas (40), 25 de Mayo (27), José Micheo (29), Las Nieves (38) y General Alvear (30).

Concentraciones menores, de 4% a 5%, tienen una distribución saltuaria. En la provincia de Buenos Aires di-

chas concentraciones están situadas al sudoeste de Bahía Blanca (Ombucta (95) y Teniente Origone (96)), en el centro oeste (Guanaco (21) y Nueva Plata (22)) y en el sudeste (Mar Chiquita (81)); mientras que en la provincia de La Pampa se las detectó en Santa Rosa (2), Telén (5) y Cuchilla-Có (9).

En general, la reducción de los porcentajes es gradual en dirección oeste-sudoeste a nor-noroeste y sólo aparece interrumpida por pequeñas variaciones crecientes locales que coinciden con afloramientos de rocas ígneas o metamórficas o están cercanos a ellos. Los valores más bajos de la fracción pesada se encuentran en el norte de la provincia de Santa Fe y en la mayor parte de la mesopotamia (Entre Ríos y Corrientes).

Por su parte, la fracción liviana cuyas frecuencias superan, en general, el 90%, alcanza sus valores máximos de 99,70% y 99,76% en el arroyo González (5) (Corrientes) y Villa Mugueta (14) (Santa Fe) respectivamente y su valor mínimo de 75% en Sierras Bayas (40) (Buenos Aires). Esta fracción muestra un sostenido incremento desde el oeste-sudoeste a nor-noreste.

Mineralogía de la fracción liviana

Cabe destacar que, en el área considerada los sedimentos se caracterizan por una mineralogía constante en especies livianas pero con relaciones cuantitativas variables. Como muchos autores (Camilión 1988; Di Paola 1987; Etchichury y Remiro 1960; Etchichury *et al.* 1988, 1995; Fidalgo *et al.* 1991; Riggi *et al.* 1986, entre otros), se han referido detalladamente a las características que presentan dichas especies, en este trabajo nos limitaremos a algunos rasgos distintivos y a sus eventuales modificaciones en las distintas zonas.

Está constituida por escasa variedad de minerales, lito y vitroclastos, a los que se añaden ocasionalmente silicofitolitos (células de gramíneas), espículas de esponjas, colofanita (esquirlas óseas) y alteritas.

Cuarzo: predominan los granos ecuanter, subangulosos a angulosos, que aumentan gradualmente su redondeamiento hacia el nor-nordeste (provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Corrientes). La mayoría de los clastos son monocristalinos, con extinción relámpago, aumentando ligeramente los policristalinos y los individuos con

Cuadro 3: Localidades estudiadas de la provincia de Santa Fe.

| ÁREA MERIDIONAL | |
|---|---|
| 1-Chabás (Etchichury y Remiro 1970) | 16-Venado Tuerto (nuevo dato) |
| 2-Roldán (Etchichury y Remiro 1970) | 17-Casilda (nuevo dato) |
| 3-Timbúes (Etchichury y Remiro 1970) | 18-Sandford (Etchichury y Remiro 1970) |
| 4-Solini (Etchichury y Remiro 1970) | 19-Hughes (Etchichury y Remiro 1970) |
| 5-Los Qirquinchos (Etchichury y Remiro 1970) | 20-San Lorenzo (nuevo dato) |
| 6-Chovet (Etchichury y Remiro 1970) | 29-Villada (Etchichury y Remiro 1960) |
| 7-Merceditas (Etchichury y Remiro 1970) | 30-La Emilia (Etchichury y Remiro 1960) |
| 8-Hansen (Etchichury y Remiro 1970) | 31-Carreras (Etchichury y Remiro 1960) |
| 9-Arequito (Etchichury y Remiro 1970) | 32-Cañada de Gómez (nuevo dato) |
| 10-Wheelright (Etchichury y Remiro 1970) | 40-Armstrong (Nuevo dato) |
| 11-Bigand (Etchichury y Remiro 1960) | 41-Rufino (Iriondo y Kröhling 1996) |
| 12-Bombal (Etchichury y Remiro 1960) | 42 Maggiolo (Iriondo y Kröhling 1996) |
| 13-Firmat (Etchichury y Remiro 1960) | 44-Melincué (Iriondo y Kröhling 1996) |
| 14-Villa Mugueta (Etchichury y Remiro 1960) | 49-Arteaga (Etchichury y Remiro 1970) |
| 15-Correa (Etchichury y Remiro 1960) | 50-Carcarañá (Kröhling 1999) |
| ÁREA SEPTENTRIONAL | |
| 21-Ceres (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 35-60 km al este de Tostado (Morrás y Delaune 1981) |
| 22-Huanqueros (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 36-80 km al este de Tostado (Morrás y Delaune 1981) |
| 23-Ambrosetti (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 37-85 km al este de Tostado (Morrás y Delaune 1981) |
| 24-Canal Principal N° 4 (Hercilia) (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 38-95 km al este de Tostado (Morrás y Delaune 1981) |
| 25-Los Toldos (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 39-Arroyo Las Golondrinas (Morrás y Delaune 1981) |
| 26-Canal Principal N° 3 (40 km sur de Ceres) (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 43-Paraná (Iriondo y Kröhling 1996) |
| 27-Lag. Palos Negros (5 km SO del Canal N° 2) (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 45-Villa Minetti (Morrás y Delaune 1981) |
| 28-10 km al oeste de laguna Aguará Grande (Etchichury <i>et al.</i> 1995) | 46-Intiyaco (Morrás y Delaune 1981) |
| 33-20 km al este de Tostado (Morrás y Delaune 1981) | 47-Fortín Olmos (Morrás y Delaune 1981) |
| 34-40 km al este de Tostado (Morrás y Delaune 1981) | 48-Santurce (Etchichury y Remiro 1970) |

extinción ondulante en el área de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires y en la región mesopotámica. Las pátinas ferruginosas son poco frecuentes y su mayor difusión se encuentra en las provincias de Entre Ríos y Corrientes.

Plagioclasas: representadas por las características tablillas de clivaje o por cristales euhedrales, aumentan su redondeamiento en direcciones oeste-este y sudoeste-nordeste; en esas mismas direcciones desaparecen paulatinamente las adherencias vítreas. Se reconocieron en todas las muestras cantidades variables de albita-oligoclasa, andesina y labradorita, con constante predominio de la andesina.

Feldspatos potásicos: son clastos de formas tabulares cortas y anchas, subangulosos. Predomina la ortosa, que presenta aspecto sucio debido a intensa alteración, sobre el microclino fresco.

Litoclastos: son granos equidimensionales, subredondeados y los más difundidos corresponden a pastas

de volcanitas opacadas por alteración arcillosa e impregnación con óxidos e hidróxidos de hierro. En cantidad muy inferior se detectaron clastos de metamorfitas cuarzo-micáceas y de arenitas cuarzosas.

Vitroclastos: son irregulares, angulosos a subangulosos y algunos individuos presentan canalículos subparalelos a veces estriados y vesículas enteras, rotas o deformadas, ocasionalmente tapizadas por material arcilloso y escamillas cloríticas. Mayoritariamente son trizas de vidrio incoloro, asociadas con muy pocas castaño grisáceas claras; los índices de refracción (n: 1,489 a n: 1,500) las identifican como variedades riolíticas, traquíticas y andesíticas (George 1924).

Mineralogía de la fracción pesada

La asociación de minerales pesados comprende alrededor de veinte especies, entre las que se destacan por su

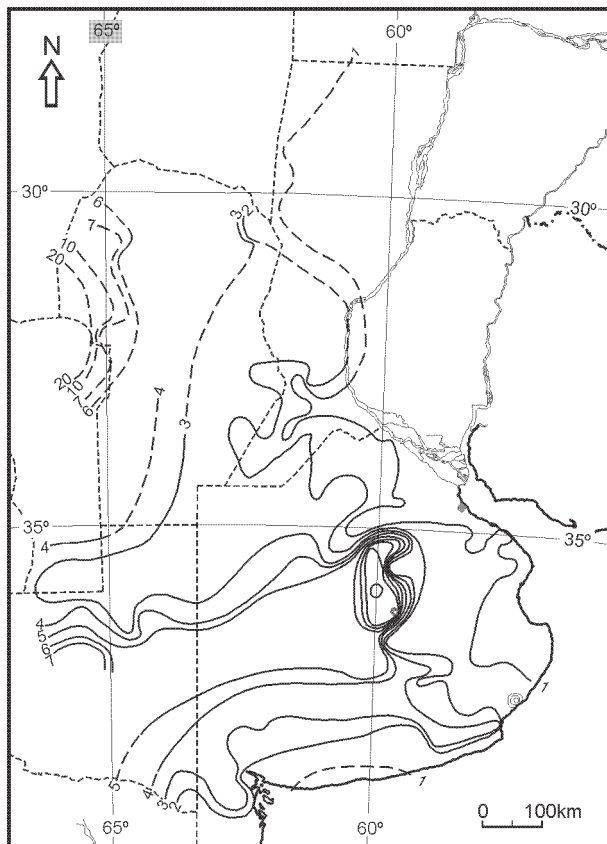


Figura 2: Isoplefas de frecuencia de los minerales pesados.

amplia distribución y elevada frecuencia la hornblenda y la magnetita. Otros minerales como los piroxenos, micas, algunos opacos (hematita, ilmenita y leucóxeno), epidoto y zoicita, tienen una participación más restringida y los restantes (apatita, circón, rutilo, titanita, turmalina, granate y monacita) son erráticos y poco abundantes. Los integrantes de la suite metamórfica (estauroilita, cianita, sillimanita, etc), son poco abundantes en las provincias de Entre Ríos y Corrientes y muy escasos en el noreste de Santa Fe.

Anfiboles: representados por hornblenda común y basáltica, se caracterizan por sus formas prismáticas alargadas, a veces fragmentadas, con bordes angulosos a subredondeados. La hornblenda común es la más abundante y de distribución más amplia, con neto predominio de la variedad verde, que aparece mezclada con cantidades subordinadas de la castaña. Esta última manifiesta ligeros aumentos en la región oeste-sudoeste de las provincias de Buenos Aires y La Pampa. La hornblenda verde azulada sólo aparece como vestigios en el área de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires y en los valles serranos de San Luis y Córdoba. La hornblenda basáltica, cuantitativamente subordinada a la común, tiene frecuencias relativamente constantes.

Piroxenos: se han detectado variedades rómbicas (hipersteno y enstatita) y monoclinicos (augita) con distintas frecuencias. La participación de enstatita, es muy

Cuadro 4: Localidades estudiadas de la provincia de Córdoba.

| |
|--|
| 1-Canals (nuevo dato) |
| 2-Agua Dulce (nuevo dato) |
| 3-Malena (nuevo dato) |
| 4-Leones (nuevo dato) |
| 5-Noettinger (Karlson 1993) |
| 6-Athos Pampa (Pampa interserrana) (Karlson 1993) |
| 7-Atum Pampa (Karlson 1993) |
| 8-Quilino (Karlson 1993) |
| 9-Remedios (Karlson 1993) |
| 10-Indira (Karlson 1993) |
| 11-Mar Chiquita (Santa Cruz 1978) |
| 12-Mar Chiquita (Lomita del Indio) (Santa Cruz 1978) |
| 13-Villa Sarmiento camino a Washington (Santa Cruz 1978) |
| 14-Entre Campillo y Vicuña Mackena (Santa Cruz 1978) |
| 15-Puente entre General Levalle y Jovita (Santa Cruz 1978) |

reducida (< 1%), en muestras aisladas del noreste de la provincia de Buenos Aires, mientras que el hipersteno y la augita alternan en sus predominios, con porcentajes usualmente cercanos a 20%. Los individuos de augita varían desde euhedrales incluidos total o parcialmente en vidrio, hasta clastos ovoidales redondeados; los coloreados de verde están mucho más difundidos que los rosado violáceos de la variedad titanífera, cuya presencia sólo se hace notoria, como vestigios, en el centro y sudeste de la provincia de Buenos Aires y el noroeste de La Pampa.

En el hipersteno se observan cristales bien desarrollados de hábito prismático alargado, angostos, junto a otros más chicos, con frecuencia cubiertos por vidrio volcánico e individuos elipsoidales alargados. En general, tanto la augita como el hipersteno con caras cristalinas bien desarrolladas y envolturas vítreas, son más pequeños, más pálidos y tienen pleocroísmo menos intenso que los más elipsoidales. Estos últimos predominan en la provincia de Buenos Aires y se mezclan hacia el oeste con pequeñas cantidades progresivamente crecientes de cristales euhedrales. En todas las muestras aparecen escasos individuos modificados por disolución intraestratal.

Minerales opacos: incluyen magnetita, hematita, ilmenita y leucóxeno, en todos los casos de formas equidimensionales, subredondeados a redondeados. La mayor frecuencia corresponde a la magnetita que observada por reflexión aparece como agregados finos, negros, en los que ocasionalmente se destacan por su brillo restos de caras octaédricas. Más escasa, la hematita forma grumos terrosos rojos y la ilmenita, negra, muestra distintos grados de alteración a leucóxeno blanco algodónoso.

Grupo del epidoto: está representado por cantidades variables, generalmente inferiores a 15% de epidoto, que integra todas las muestras, a veces acompañado por cantidades subordinadas de zoicita. Sus clastos de formas

Cuadro 5: Localidades estudiadas en Entre Ríos.

| |
|-------------------------------|
| 1-Arroyo Tigre (nuevo dato) |
| 2-SE de Nogoyá (nuevo dato) |
| 3-Arroyo Urquiza (nuevo dato) |
| 4-Camba – Cuá (nuevo dato) |
| 5-Colón (nuevo dato) |
| 6-Las Delicias (nuevo dato) |
| 7-Enrique Cabó (nuevo dato) |
| 8-La Llave (nuevo dato) |

preferentemente irregulares que tienden a ecuanter, son subredondeados, de color verde, verde amarillento hasta incoloro y suelen estar cubiertos por alteración ferruginosa.

La suite metamórfica representada por estaurolita, cianita, andalusita y sillimanita, asociada con otros minerales como hornblenda, epidoto, opacos, etc, integra la fracción pesada de las arenas de Entre Ríos, Corrientes y parte del margen oriental de la provincia de Santa Fe. Con excepción de la estaurolita, que alcanza una concentración máxima de 12%, en las ceranías de la ciudad de Corrientes, los restantes componentes tienen frecuencias inferiores a 10%.

Estaurolita: son granos irregulares de tendencia equante, angulosos a subangulosos, limpios o ligeramente turbios por alteración, que suelen incluir pequeños cristales de cuarzo y/o grumos opacos.

Sillimanita: los clastos observados son incoloros, prismáticos alargados, fibrosos, con extremos dentados.

Andalusita: se observaron muy pocos granos (<1%), irregulares, aproximadamente ecuanter, subangulosos, incoloros o ligeramente rosados, con inclusiones opacas granulares.

Distribución areal de los minerales

Cuarzo: La distribución de sus isopletras de frecuencia (Fig. 3) permite diferenciar, a grandes rasgos, dos zonas: a) la más amplia, que abarca las provincias de La Pampa, Córdoba, centro y sur de Santa Fe y casi la totalidad de Buenos Aires, con valores generalmente comprendidos entre 10% y 30% y que alcanzan su máximo en el noroeste de Córdoba (34%) y b) que se extiende al norte de Santa Fe e incluye Entre Ríos y Corrientes. En estas últimas provincias se observa en dirección nor-noreste, variaciones crecientes de frecuencia de 40% a más de 90%.

Plagioclasas: La dispersión de las plagioclasas (Fig. 4) va del 10% al 30%, en las provincias de La Pampa, Santa Fe, sur de Entre Ríos y Buenos Aires. En esta última se exceptúa el área que incluye las localidades de Guanaco, La Zanja y Chapalcó, circunscriptas por la isopletra de 40%. En la provincia de Córdoba, hacia el noroeste del límite dado por la isopletra de 30%, se evidencia un progre-

Cuadro 6: Localidades estudiadas en Corrientes y San Luis.

| SAN LUIS | |
|---------------------------------------|--|
| 1-Justo Daract (Di Paola 1987) | |
| 2-Villa Mercedes (Di Paola 1987) | |
| 3-Estancia Payne (Di Paola 1987) | |
| 4-Arroyo Barranquitas (Di Paola 1987) | |
| CORRIENTES | |
| 1-Corrientes (nuevo dato) | |
| 2-Mercedes (nuevo dato) | |
| 3-Paso de los Libres (nuevo dato) | |
| 4-La Mora (Remiro 1973) | |
| 5-Arroyo González (Remiro 1973) | |
| 6-Paso Rosario (Remiro 1973) | |
| 7-Malezal (Remiro 1973) | |
| 8-Canal de Desague (Remiro 1973) | |

sivo aumento de la frecuencia, que en el área de la pampa interserrana alcanza valores superiores a 60%.

Litoclastos: Las isopletras de frecuencia (Fig. 5) muestran una reducción gradual de 50% a 10% en dirección sudoeste-noreste. Los porcentajes más altos se registran en Cuchilla-Có (50%) al sur de la provincia de La Pampa, en Chasicó (52%) provincia de Buenos Aires y en una angosta faja que coincide con el área de la Sierras Septentrionales y comprende: Sierra Chica, Azul, Las Nieves, Tandil, Fulton, Ramón Otero y La Colina (40%). A partir de la isopletra de 10% aumentan las frecuencias hasta 30%, en el norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe y centro y sudeste de Córdoba y se reducen de 8% a 2% en el norte de Santa Fe y constituyen sólo vestigios en el norte de Entre Ríos y Corrientes.

Vidrio volcánico: La mayor parte de la región analizada (Fig. 6), está comprendida entre las isopletras de 10% y 20%, que crecen hasta 50% en el sector norte de Córdoba, hasta 30% en el sudeste de Buenos Aires y en una sinuosa faja que se extiende entre el sudeste de Santa Fe y el nordeste de Buenos Aires. Es llamativa la presencia de pequeñas áreas de localización aleatoria, donde las concentraciones muestran bruscos aumentos que, en algunos casos, superan el 60%. Una de estas áreas que se extiende desde el noreste de Córdoba hasta el noroeste de Santa Fe, incluye localidades como Lomita del Indio (56%), Ceres (56%), Ambrosetti (62%) y Palos Negros (62%); también se destaca Cañada de Gómez (60%) en el sur de Santa Fe. En la provincia de Buenos Aires, el valor tope de las concentraciones es de 40% y se manifiesta en La Angelita, Chivilcoy y la región serrana austral.

Feldespatos potásicos: Tienen una distribución muy uniforme, con frecuencias que en general son inferiores a 10%. Este porcentaje es ligeramente superado en el sudeste de Córdoba y sudoeste de Santa Fe (12% a 18%), en

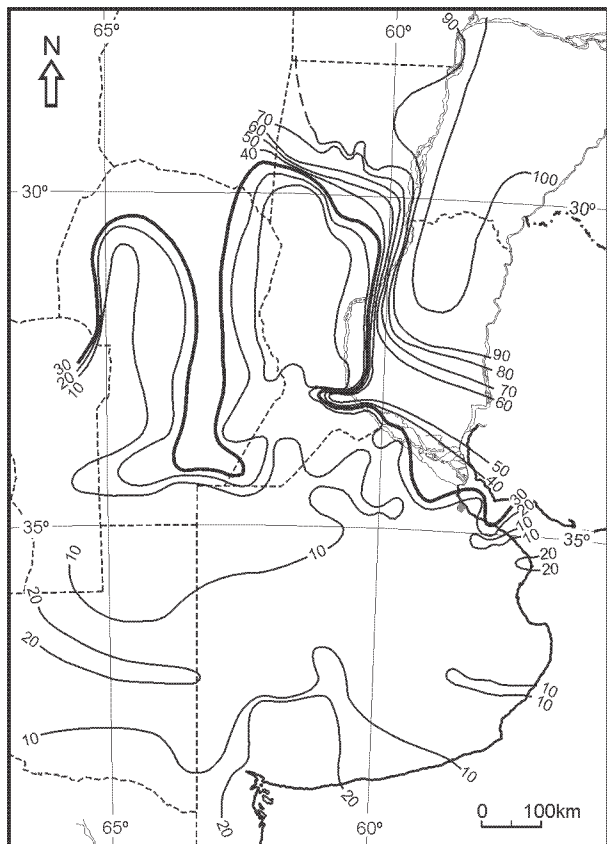


Figura 3: Isoplefas de frecuencia del cuarzo.

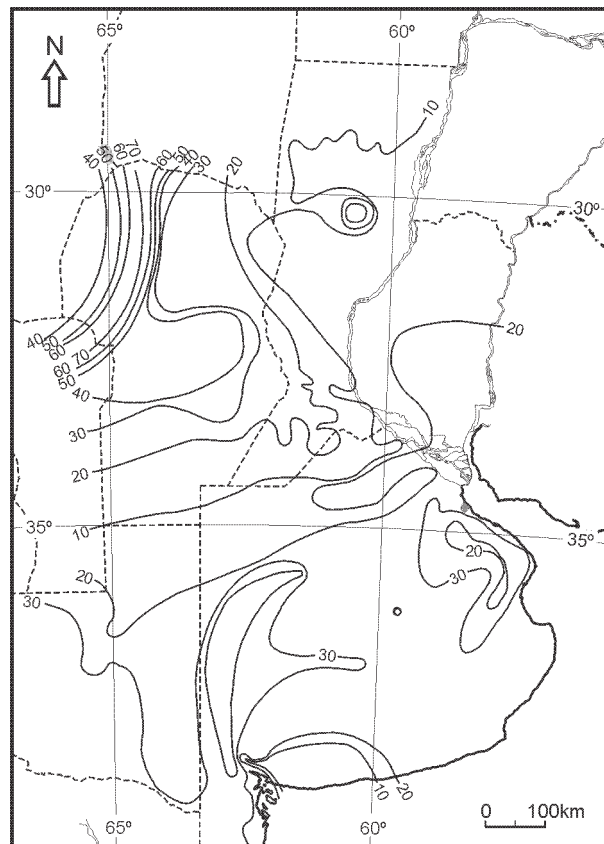


Figura 4: Isoplefas de frecuencia de las plagioclasas.

la angosta faja que se extiende al nordeste de Buenos Aires, entre Guanaco y Magdalena (12% a 13%) y en el sur de Bahía Blanca (16%).

Anfiboles: Sus isoplefas de frecuencia (Fig. 7) manifiestan tendencia general creciente desde el sudoeste al noreste. En la provincia de Buenos Aires la progresión de las frecuencias varía entre 10 y 30%, aunque hay dos sectores donde las concentraciones superan el 40%. En uno de ellos situado en el sudeste, que abarca Solanet, Nahuel Ruca y Labarden alcanzan de 41% a 44% y en el que se extiende como una faja irregular desde Carlos Tejedor hacia el este, pasando por Chivilcoy, Mercedes y Castelar, donde fluctúan de 43% a 45% y alcanzan máximos de 52% y 64% en La Balandra y Bragado respectivamente. El sur de Santa Fe está comprendido entre las isoplefas de 20% y 30%, mientras que en el norte se insinúa una tendencia declinante (20% a 10%). En la provincia de Córdoba se observa una evolución creciente desde el sur hacia el centro donde alcanza un valor de 30%.

Piroxenos: La distribución de los piroxenos (fig. 8) es irregular, sus concentraciones superan el 50% en el sudeste de Buenos Aires, en Bosh y Bahía Blanca, en el norte de La Pampa, en Telén y en el sur de Santa Fe en Rufino y Maggiolo, donde alcanzan un valor tope de 72%. A partir de Bahía Blanca, Bosh y Telén las isoplefas señalan variaciones graduales que llegan a 30% en el sudeste de La Pampa y Buenos Aires y prosiguen en el sector

oriental de esta última con frecuencias que alcanzan valores inferiores a 10%. En el sur de Córdoba y Santa Fe también se manifiestan variaciones decrecientes de 30% a 10% en direcciones sudoeste-noreste, las que se hacen aún más notorias en el norte de Santa Fe, Entre Ríos y Corrientes, donde estos minerales sólo constituyen vestigios.

Minerales opacos: El conjunto integrado por la magnetita, hematita, ilmenita y leucóxeno mantiene las tendencias distributivas ya observadas en los restantes componentes pesados. Desde el sur de Buenos Aires y La Pampa, donde las frecuencias superan el 30%, se produce una disminución hacia el este nordeste que llega a 5% en el noreste de Buenos Aires. Si bien se han detectado concentraciones superiores a 40%, éstas se localizan en pequeñas áreas del sudeste de Córdoba, nordeste de Buenos Aires y sur de Santa Fe.

Suite metamórfica: Está representada por un conjunto de minerales (estauroлита, cianita, turmalina variedad dravita, sillimanita y andalusita) que presentan bajas frecuencias y relaciones relativamente constantes, por lo que sus variaciones se consideran en conjunto. Los mismos aparecen asociados con minerales opacos, del grupo del epidoto y de los anfíboles.

La mayor concentración corresponde a la provincia de Corrientes, donde en las proximidades de la capital alcanza un valor tope de 20%, disminuyendo gradualmente hacia

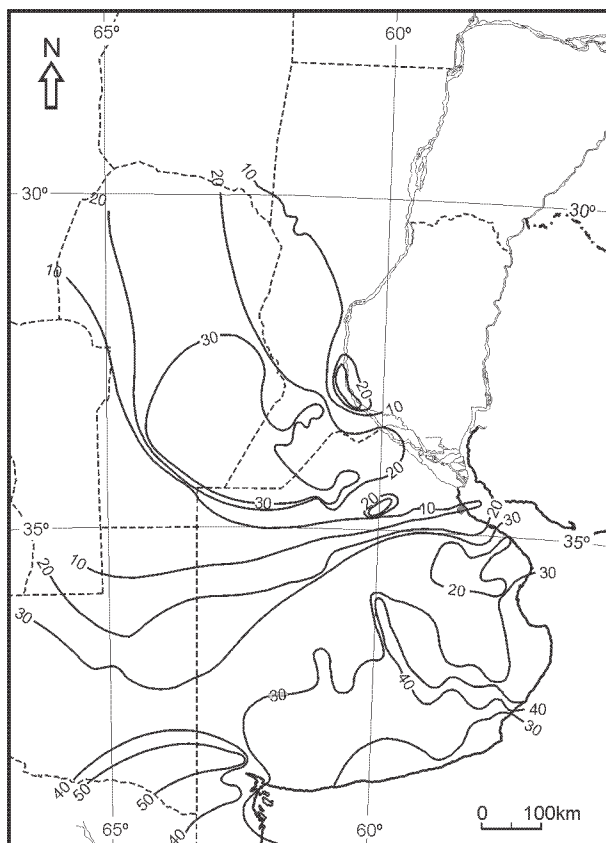


Figura 5: Isoplefas de frecuencia de los litoclastos.

el sur y sudoeste de la región mesopotámica. También tiene muy escasas manifestaciones en una angosta faja que bordea al río Paraná desde el centro hasta el norte de Santa Fe, como también fuera observado por Bertoldi de Pomar (1969) y Morrás y Delaune (1985).

Aunque su frecuencia escasamente supera el 1%, se destaca la presencia de hornblenda azul-verdosa en áreas aledañas a Tandil.

Discusión

Aunque las fracciones livianas de la arena y el limo grueso presentan una mineralogía homogénea, las diferencias de algunas características texturales de sus componentes (forma, redondeamiento, color, disolución intraestratal, etc.), las variaciones de sus relaciones cuantitativas, de disímil evolución y la ubicación de las áreas de mayor abundancia de cada especie, sumadas a pequeños pero significativos cambios composicionales de la fracción pesada, permiten identificar dos asociaciones distribuidas en distintas zonas y separadas por la isoplefa de 30% del cuarzo (Fig. 3).

La primera abarca las provincias de Buenos Aires, Córdoba, el sur de Santa Fe y el nor-nordeste de La Pampa y su mineralogía se caracteriza por la abundancia de plagioclasas, litoclastos de volcanitas y trizas de vidrio volcánico-

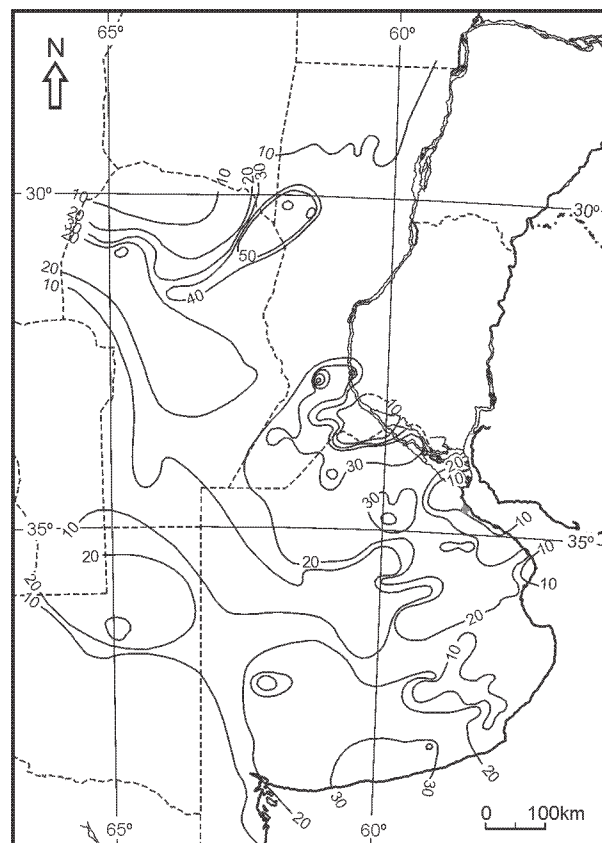


Figura 6: Isoplefas de frecuencia del vidrio volcánico.

co, que alternan en el predominio y superan las frecuencias del cuarzo. Los picos aislados de incremento del vidrio volcánico pueden atribuirse a condiciones particulares del paisaje. Así, en zonas deprimidas del norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe su concentración se debería a la sedimentación en áreas inundables o cuerpos de agua estancos de baja profundidad y en las zonas interseranas al resguardo topográfico que evitó o limitó la remoción. Con excepción de las trizas vítreas angulosas, los restantes componentes exhiben distintos grados de desgaste con predominio de los contornos subangulosos, que pasan gradualmente a subredondeados hacia el este y noreste. En estas direcciones se observan también mermas de las reducidas fracciones pesadas, que sólo constituyen concentraciones destacadas en La Pampa (Departamento Utracán) y en el sector norte de las Sierras Septentrionales de Buenos Aires. En áreas aledañas a los cordones serranos de Buenos Aires y Córdoba, junto con la hornblenda verde dominante y la basáltica casi constante, se destacan pequeñas cantidades de las variedades castaña, indicio de su cercanía al área de aporte y de la verde azulada, de génesis metamórfica.

A partir de La Pampa, oeste y sudoeste de Buenos Aires y Santa Fe, donde se encuentran las mayores concentraciones de piroxenos, se inicia una reducción hacia el este y noreste. En La Pampa, oeste y sur de Buenos Aires, estos minerales son en general prismáticos alargados,

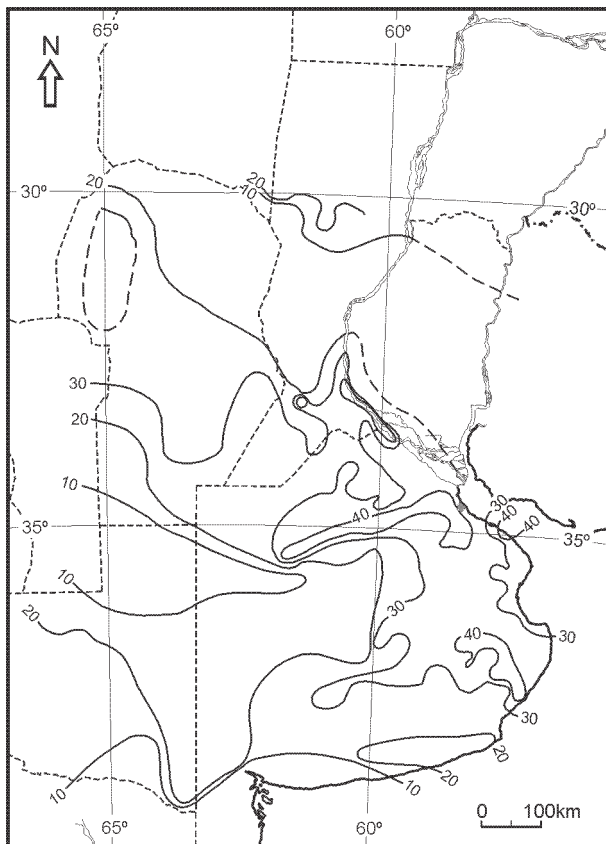


Figura 7: Isoplefas de frecuencia de los anfíbolos.

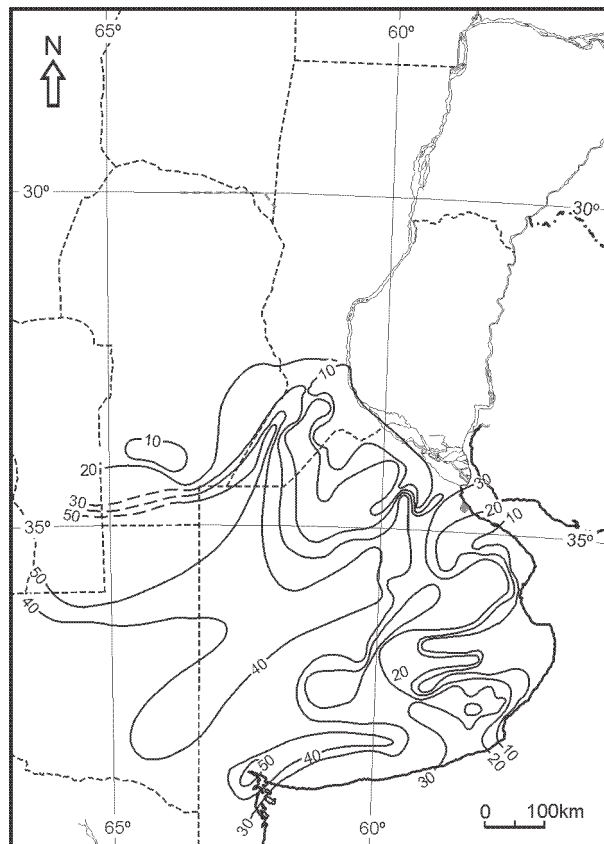


Figura 8: Isoplefas de frecuencia de los piroxenos.

euhedrales, tamaño arena muy fina a limo grueso, verde claros a veces con adherencias vítreas, mientras que hacia el este se observa un notorio incremento de otros tamaño arena mediana a fina, de color y pleocroísmo más intenso, de formas elipsoidales muy redondeadas cuyo número aumenta gradualmente hacia el litoral.

La segunda asociación se presenta en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y el norte de Santa Fe y su mineralogía se caracteriza principalmente por la abundancia de cuarzo, cuyo porcentaje se incrementa rápidamente desde 30% en el sur y oeste de Entre Ríos y centro de Santa Fe hasta cerca del 100% en el norte de Entre Ríos y Corrientes. Carece de vitroclastos y litoclastos de volcanitas, pero presenta hasta 5% de fragmentos policristalinos de cuarzo y clastos de chert. Los porcentajes de plagioclasas no superan el 20%. La suite de minerales pesados es distintiva y corresponde a especies de origen metamórfico. Es llamativo el alto grado de redondeamiento de los clastos, especialmente de los de cuarzo.

Conclusiones

De acuerdo con los datos analizados se han podido determinar dos zonas caracterizadas por sendas asociaciones mineralógicas. Las diferencias composicionales y texturales entre las zonas a y b, son muy pronunciadas en

el norte de la provincia de Santa Fe y desde el centro hacia el norte de Entre Ríos y se atenúan hacia el sur, en las cercanías de la margen derecha del río Paraná.

La asociación mineralógica que caracteriza a la zona a es predominantemente de origen volcánico piroclástico, con escaso aporte de tipo ígneo. Las relaciones cuantitativas de sus componentes son similares a las que presentan los sedimentos pampeanos y postpampeanos. Esta similitud composicional corroborada por la presencia de clastos reciclados (piroxenos con disolución intraestratal), sugiere que gran parte de los mismos derivan de la remoción de dichos sedimentos, a los que se habrían agregados minerales procedentes de las volcanitas mesozoicas del norte patagónico, del basamento de las Sierras Pampeanas y de las erupciones piroclásticas pleistocenas. La contribución de las regiones serranas de Buenos Aires y La Pampa es poco significativa y de distribución muy limitada.

En la zona b, la restringida participación de materiales típicamente piroclásticos (trizas vítreas, cristaloclastos con adherencias vítreas), el acentuado incremento del cuarzo, con alto grado de redondeamiento, la participación de individuos policristalinos y la presencia de minerales de reconocido origen metamórfico, señalan que los aportes proceden de áreas con litologías diferentes a las observadas en la zona a. El cambio composicional se vincula a los aportes procedentes del cratón aflorante en Bra-

sil y Uruguay y a las sucesiones sedimentarias superpuestas.

En la zona a, el drenaje de dirección oeste-este y el sentido oeste-sudoeste de los vientos característicos, contribuyen a trasladar materiales procedentes de erupciones piroclásticas cordilleranas y sedimentos volcániclos asociados, mientras que los materiales de la zona b, fueron esparcidos en la región mesopotámica, favorecidos por la distribución norte-sur de la red de drenaje de dicha área.

De acuerdo a la información con que se cuenta hasta el momento, la isopleta de 30% del cuarzo, que en la región septentrional de la provincia de Santa Fe tiene dirección noroeste-sudeste y en la provincia de Entre Ríos sigue un trazado aproximadamente paralelo al río Paraná, puede tomarse como límite entre las dos asociaciones.

Agradecimientos

Este trabajo se ha encarado en el marco del Proyecto UBACyT X169. Las autoras desean expresar su agradecimiento a la Agrimensora Amalia González, quien colaboró en la realización de las figuras y a los árbitros Dra. P. Imbellone y Dr. O. Orfeo, cuyas sugerencias contribuyeron a mejorar el original.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Arens, P., 1969. La interpretación de resultados de análisis mineralógicos de la fracción arena de los suelos, con referencia especial a los suelos de la región pampeana. INTA. Plan mapa de suelos de la región pampeana, 7(1): 659-664.
- Bertoldi de Pomar, H., 1980. Análisis comparativo de silicofitolitos de diversos sedimentos continentales argentinos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35 (4): 547-557.
- Calmels, P., Aldacour, H. E., Carballo, O. C. y Fernández, E., 1997. Las arenas de Padre Buodo, Provincia de La Pampa. Actas 1er Taller de Sedimentología y Medio Ambiente: 21-22.
- Camilión, M. C., 1988. Estudio de materiales constituyentes de un suelo vertisol, Partido de Magdalena. Actas 2das Jornadas Geológicas Bonaerenses: 237-243.
- Camilión, M. C. e Imbellone, P. A., 1984. Características de los materiales constituyentes de algunos suelos del Partido de Carlos Tejedor, Provincia de Buenos Aires. Ciencia del Suelo, 2 (1): 137-148.
- Di Paola, E., 1987. Mineralogía de las fracciones arena muy fina y limo del Río Quinto, su relación con el loess Pampeano, Argentina. Revista de la Asociación de Mineralogía, Petrografía y Sedimentología, 18 (1-4): 17-26.
- Doering, G., 1907. La formation pampéene en Córdoba. En Lehmann-Nitsche (Ed.): Nouvelles recherches sur la formation pampéene et l'homme fossile de la République Argentine. Partie géologique. Revista Museo de La Plata 14: 172-190.
- Etchichury, M. C. y Remiro, J. R., 1960. Sedimentología de los suelos correspondientes a un perfil de Buenos Aires a Mendoza. Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, 30 p. (Inédito).
- Etchichury, M. C. y Remiro, J. R., 1970. Mineralogía de sedimentos de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fé. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", 13 p. (Inédito para INTA).
- Etchichury, M. C. y Tofalo, O. R., 1987. Límite meridional del dominio de las arenas del escudo brasileño. Actas X Congreso Geológico Argentino, 2: 13-15.
- Etchichury, M. C. y Tofalo, O. R., 1996. Un margen pasivo con mineralogía contradictoria: litoral Argentino. Actas 6ta Reunión Argentina de Sedimentología: 49-54.
- Etchichury, M. C., Tofalo, O. R. y Forzinetti, M. E., 1988. Composición de la fracción psamítica de sedimentos actuales de la Provincia de Buenos Aires y su significado tectónico. Actas 2das Jornadas Geológicas Bonaerenses: 419- 428.
- Etchichury, M. C., Fresina, M. E., Forzinetti, M. E. y Tofalo, O. R., 1995. Caracterización de la zona de aereación y vinculación con el origen del arsénico en aguas subterráneas del Departamento San Cristóbal, Provincia de Santa Fe. Revista de la Asociación de Geología Aplicada a la Ingeniería, 9: 192-214.
- Etchichury, M. C., Tofalo, O. R. y González, M., 1997a. Suite de minerales pesados de suelos bonaerenses. Actas Primer Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente: 15-16.
- Etchichury, M. C., Tofalo, O. R. y González, M., 1997b. Mineralogía de los suelos de la provincia de Santa Fé. Actas Primer Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente: 17-18.
- Fidalgo, F., Riggi, J. C., Correa, H. y Porro, N., 1991. Los sedimentos postpampeanos continentales en el ámbito sur bonaerense. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 46 (3-4): 239-256.
- Frenguelli, J., 1925. Loess y limos pampeanos. Anales Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA 1: 50-66.
- George, W. O., 1924. The relations of the physical properties of natural glasses to their chemical composition. Journal of Geology, 32 (5): 353-372.
- González Bonorino, F., 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 20 (1): 67-148.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. M., 1996. Los sedimentos eólicos del nordeste de la llanura pampeana (Cuaternario superior). Actas 13 Congreso Geológico Argentino y 3er Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 4: 27-48.
- Karlson, A., 1993. Método mineralógico para tipificación numérica de sedimentos loessicos. Revista de la Asociación de Geología Aplicada a la Ingeniería, 7: 199-204.
- Kröhling, D. M., 1999. Upper Quaternary geology of the lower Carcarañá Basin, North Pampa, Argentina. Quaternary International, 57/58: 135-148.
- Luters, J. A., 1982. Edafogénesis de la climosecuencia existente entre el sureste de la provincia de La Pampa y el litoral atlántico. Tesis Magister. Universidad Nacional del Sur, 136 (Inédito).
- Meigeng, W. y Werling, P., 1915. Über den Loss der Pampasformation Argentinien. En Naturforschungen Gessellschaft, Freiburg 21: 159-184.
- Milner, H. B., 1962. Sedimentary Petrography. Principles and applications. Mc Millan, 715 p., New York.
- Morrás, H. J. M. y Delaune, M., 1981. Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de los bajos submeridionales (Santa Fe). Actas 8avo Congreso Geológico Argentino, 4: 343-352.
- Morrás, H. J. M. y Delaune, M., 1985. Caracterización de áreas sedimentarias del norte de la provincia de Santa Fé en base a la composición mineralógica de la fracción arena. Ciencia del suelo, 3 (1-2): 140-151.
- Nabel, P. y Spiegelman, A., 1988. Caracterización sedimentológica y paleomagnética de una sección del Pampeano, en el subsuelo de la ciudad de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 43 (2): 224-230.
- Nabel, P., Camilión, M. C., Machado, G. A., Spiegelman, A. y Mormeneo, M., 1995. Magneto y litoestratigrafía de los sedimentos pampeanos en los alrededores de la ciudad de Baradero, provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 48 (3-4): 193-206.
- Passaggi, E., 1996. Variaciones mineralógicas de los sedimentos de lecho en cauces secundarios de la llanura aluvial del río Paraná. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 51 (2): 156-164.
- Pereyra, F. X., Ferrer, J. A. Y Villegas, D., 1998. Caracterización de los depósitos loessicos de la región de las sierras Australes, provincia de

- Buenos Aires. Actas Séptima Reunión Argentina de Sedimentología: 190-191.
- Remiro, J. R., 1973. Variaciones mineralógicas de sedimentos actuales de la mesopotamia. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia": 1-15 (Inédito, para INTA).
- Riggi, J. C., Fidalgo, F., Martínez, O. y Porro, N., 1986. Geología de los "sedimentos pampeanos" en el partido de La Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 41 (3-4): 316-333.
- Rosetto, H. E., 1953. Contribución al conocimiento psamográfico de los médanos de la zona oriental del partido de Villarino (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 104 p. (Inédito).
- Santa Cruz, J. N., 1978. Aspecto sedimentológico de las formaciones aflorantes al este de la Sierra Chica, provincia de Córdoba, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 33 (3): 232-244.
- Scoppa, C. O., 1976. La mineralogía de los suelos de la llanura pampeana en la interpretación de su génesis y distribución. IDIA – Suplemento. 7ª Reunión de Suelo: 659-673.
- Teruggi, M. E., 1954. El material volcánico piroclástico en la sedimentación pampeana. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 9 (3): 184-191.
- Teruggi, M. E., 1955. Algunas observaciones microscópicas sobre vidrio volcánico y ópalo organógeno en sedimentos pampeanos. Notas Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 18 (66): 17-26.
- Teruggi, M. E. e Imbellone, P. A., 1983. Perfiles de estabilidad mineral en suelos desarrollados sobre loess de la región pampeana septentrional. Argentina. Ciencia del Suelo, 1 (1): 65-74.
- Teruggi, M. E., Etchichury M. C. y Remiro. J. R., 1957. Estudio sedimentológico de las barrancas de la zona de Mar del Plata-Miramar. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia". Ciencias Geológicas, 4 (2): 167-250.
- Wright, F. E. y Fenner, C. N., 1912. Petrographic study of the specimens of loess, tierra cocida and scoria collected by the Hrdlicka-Willis expedition. En Hrdlicka: 55-98.

Recibido: 7 de mayo, 2003

Aceptado: 16 de marzo, 2004