

GEOLOGIA SUPERFICIAL EN LA HOJA

"SIERRAS DE TANDIL", PROV. DE BUENOS AIRES \*

Lic. Jorge Rabassa \*\*

SERIE II, N° 240

- \* Trabajo presentado al V Congreso Geológico Argentino, Córdoba, 1972.
- \*\* LEMIT y Cátedras de Geomorfología y Geología del Cuaternario, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Dirección actual del autor, Fundación Bariloche, Departamento de Recursos Naturales y Energía; San Carlos de Bariloche, Río Negro.

---

## INTRODUCCION

---

El presente trabajo es un resumen del realizado para optar al título de Licenciado en Geología, en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad de La Plata, y fue dirigido por las Cátedras de Geomorfología y Geología del Cuaternario, a cargo del Prof. Dr. Francisco Fidalgo y como parte de estudios regionales del Cuaternario bonaerense que dichas cátedras llevan a cabo. Los trabajos de laboratorio, sedimentológicos y mineralógicos, se realizaron en la División Geología del L.E.M.I.T., en momento en que el autor prestaba servicios en dicha Institución.

Se agradece al Prof. Dr. Rosendo Pascual, de la División Paleontología Vertebrados de la Fac. Ciencias Naturales y Museo de La Plata la determinación de los restos fósiles recogidos durante los trabajos de campo. Asimismo, se deja constancia del agradecimiento del autor hacia sus compañeros de la División Geología por la ayuda brindada durante la preparación de este trabajo.

El objeto principal fue establecer los lineamientos generales de la estratigrafía de los depósitos cenozoicos en el área pedemontana, de un sector de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires al sur de la ciudad de Tandil. Mientras el Basamento Cristalino de estas Sierras, como así también las sedimentitas paleozoicas, han sido estudiadas en repetidas oportunidades con distinta intensidad, los depósitos sedimentarios cenozoicos fueron tratados con poco énfasis, hasta el presente. Es una región de escaso relieve, constituyendo éste uno de los motivos por el cual el potencial morfogenético es reducido y los cortes naturales para la observación directa resultan entonces escasos. Para reunir un número aceptable de observaciones se visitaron destapes de las canteras, los cortes y préstamos para obtención de tosca en los caminos principales y los poco frecuentes cortes naturales de los arroyos. Complementariamente y donde fue posible, se hicieron perforaciones con barreno de mano. De esta forma se estudiaron los perfiles más representativos, reconociéndose así las unidades descriptas más adelante y su distribución regional.

Fue realizado asimismo un muestreo detallado a fin de

establecer comparaciones granulométricas y mineralógicas, para intentar la caracterización de las entidades. Fueron escogidas unas 35 muestras que se analizaron por los métodos convencionales de pipeteo y tamizado. Se trabajó sobre 20 gramos de material, previa eliminación de materia orgánica y carbonato de calcio. Para ello, se utilizó agua oxigenada de 100 volúmenes y ácido clorhídrico en solución 1:10, respectivamente. Fue usado carbonato de litio como dispersante. Las muestras preparadas se dispersaron en un agitador ultrasónico, durante 30 minutos. El pipeteado fue realizado a intervalos de 1 grado phi, manteniendo la suspensión en medio ligeramente básico, con pH próximo a 8. El tamizado fue realizado en húmedo, sobre tamices con intervalos de 1/2 grado phi. Fueron confeccionadas las curvas acumulativas y se obtuvieron los parámetros estadísticos según Folk y Ward (1957) (fig. 3, tabla 3).

Se realizó la determinación mineralógica a grano suelto y se estimaron los porcentajes, mediante un recuento expeditivo, en distintas fracciones. Se prepararon diagramas por difracción de rayos X de los minerales de la fracción arcillosa, menor de 4 micrones, para unas 40 muestras. Los resultados fueron representados en diagramas triangulares, representando las distribuciones porcentuales de montmorillonita-illita-caolinita estimadas cuantitativamente, según Johns, Grimm y Bradley (1954).

---

#### UBICACION DEL AREA ESTUDIADA

---

La investigación se desarrolló sobre un sector de las Sierras Septentrionales, comprendido aproximadamente entre las Sierras de Tandil, Sierra Alta de Vela y Sierra La Juanita-Cuchilla de Las Aguilas, de Barker. El área estudiada está representada casi íntegramente en la carta I.G.M. nº 3760-29, a escala 1:100000, "Sierras de Tandil". Fueron utilizadas en los reconocimientos de campo las planchetas a escala 1:50000 del I.G.M., números 3760-29-1/2/3/4. La superficie comprendida es de unos 1600 km<sup>2</sup>, aproximadamente, y está ubicada entre los paralelos 37°20' y 37°40' de latitud S y los meridianos 59°00' y 59°30' de longitud W de Greenwich (ver mapa).



---

## FISIOGRAFIA

---

A pesar de que la región estudiada es la que presenta las mayores alturas topográficas de las Sierras Septentrionales, los cerros más destacados no son sino pequeñas elevaciones de rocas precámbricas o paleozoicas, con escasa altura relativa sobre la llanura circundante. La altura relativa de ésta raramente supera los 200 m, oscilando la altura máxima de los cerros entre 450 y 500 m.s.n.m.

El área consta de una planicie ondulada circundada por tres cuerpos serranos. Al E y NE, está limitada por la Sierra de Tandil, con su altura máxima en el Cerro Albión o de las Animas (502 m.s.n.m.). Estas elevaciones, junto con las ubicadas al S y representadas por el Cerro Gruta de Oro, la Cuchilla de las Aguilas y la Sierra de la Juanita (534 m.s.n.m.), constituyen una divisoria principal de aguas, casi continua, donde nacen redes hidrográficas que drenan hacia el N, NW, NE y S. En el cuadrante NW del área se encuentra otra amplia divisoria, integrada por la Sierra Alta de Vela (485 m.s.n.m.), que se une a la anterior en la Sierra del Tigre. La planicie ubicada entre estos cordones serranos es más o menos ondulada, caracterizándose por la presencia de divisorias subordinadas muy suaves y depresiones donde los valles generalmente tienen incipiente desarrollo. Hacia el W, la región se continúa sin límites precisos en la llamada Pampa Alta de Juárez.

La hidrografía está representada por arroyos de escasa importancia en general, pues sus caudales son muy reducidos y en gran parte temporarios o intermitentes. Los cursos principales dentro de la zona son, en orden de importancia, el Arroyo Chapaleofú Grande, el Arroyo Tandileofú, el Arroyo Quequén Chico y el Arroyo Chapaleofú Chico.

---

## CLIMA

---

Para la caracterización climática de la región, fue utilizada la clasificación de Thornwaite (1948), adaptada por Burgos y Vidal (1951) para la República Argentina. La información climática disponible para la ciudad de Tandil

comprende sólo el período 1901-1920. Por tal motivo, se consignan en cambio los datos de la estación Azul, para el lapso 1901-1950, ubicada a unos 100 km al NNW de Tandil. Los datos fueron suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional.

El valor medio de las temperaturas registradas en esta localidad fue 14,1°C. Las temperaturas máxima media y mínima media fueron de 21,2 y 7,6° respectivamente. La precipitación media anual alcanzó a 816 mm, concentrándose entre los meses de octubre y abril. La humedad relativa anual fue de 74 %. La velocidad media del viento se calculó en 11 Km/h, oscilando entre 9 y 13. La frecuencia de dirección de los vientos de escala de 1000 indica que la dirección N es predominante, con un valor de 157. Valores muy similares presentan las direcciones restantes, oscilando entre 118 y 97, con el siguiente ordenamiento: E, S, NE, NW, W y SW. La dirección menos frecuente es la SE, con sólo 88. La frecuencia de calma es de 92.

La determinación de los tipos de clima se realiza sobre la base de la combinación de 4 parámetros: 1) Regiones hídricas; 2) Variación estacional de la eficiencia hídrica; 3) Regiones térmicas y 4) Concentración estival de la eficiencia térmica. La localidad de Azul puede ubicarse en la región hídrica de tipo climático C<sub>2</sub> (subhúmedo húmedo). En cuanto a la variación estacional de la eficiencia hídrica, le corresponde la categoría r, con deficiencia de agua escasa o nula. La localidad mencionada se incluye en una región térmica de tipo mesotermal, con índice B'<sub>2</sub>. A consecuencia de la poca variación anual de la temperatura, la concentración estival de la eficiencia térmica es baja, perteneciendo Azul a la clase a'. Estos 4 parámetros combinados permiten obtener el índice C<sub>2</sub>B'<sub>2</sub>r a', que corresponde a un clima subhúmedo húmedo, en la clasificación mencionada (Burgos y Vidal, op. cit.).

---

## GEOLOGIA

---

### ROCA DE BASE

A los fines del presente trabajo, se ha convenido en

reconocer como "roca de base" al Basamento Cristalino precámbrico, como así también las sedimentitas del Grupo Tandil (Borrello et al., 1969). Ambos constituyen la base sobre la cual se desarrolla la secuencia cenozoica.

### Basamento Cristalino

El Basamento Cristalino constituye todos los cerros y lomadas de la Sierra de Tandil, la Sierra del Tigre y la Sierra Alta de Vela, y aparece por debajo de las sedimentitas paleozoicas, formando las laderas de la Cuchilla de Las Aguilas y la Sierra de la Juanita. La descripción geológica y petrográfica de la roca de base se ha resumido del trabajo de Teruggi et al. (1958).

Las rocas predominantes son las migmatitas, que constituyen la mayoría de los afloramientos. También se reconocen milonitas y ultramilonitas, en numerosas localidades. Son escasas las rocas típicamente metamórficas como las anfibolitas y las calizas cristalinas. Los esquistos cristalinos citados por González Bonorino et al. (1956) para el área de Chillar, no aparecen en este sector.

### Sedimentitas paleozoicas

Constituyen un conjunto de ortocuarcitas, arcilitas y calizas, de posible edad paleozoica. Las ortocuarcitas y arcilitas se reúnen en la Fm. La Tinta, mientras que las calizas superiores integran la Fm. Loma Negra. Ambas formaciones se reúnen en el Grupo Tandil (Borrello et al., op. cit.). La secuencia se desarrolla en discordancia erosiva sobre el Basamento Cristalino, con una potencia máxima de unos 80 m, en las proximidades de Barker. Se presenta bajo la forma de estratos delgados, que buzan ligeramente (hasta 5°) hacia el SW o son subhorizontales.

Las ortocuarcitas, blancas a rosadas, están totalmente cementadas por sílice. Estas rocas forman la cubierta protectora del Basamento y por su resistencia a la erosión, dan las típicas formas de "mesa" o "cuesta", que constituyen la Sierra de La Tinta. En su parte superior, aparecen intercalaciones de arcilitas con frecuentes impregnaciones ferruginosas, que en algunos casos constituyen acumulaciones ferríferas explotables. Las calizas son rocas muy homogéneas de color

gris oscuro, constituidas por calcita recristalizada, que se presentan en bancos de hasta 1 m de espesor. Puede mencionarse un posible nivel dolomítico en La Calera, Barker.

## SEDIMENTOS CENOZOICOS

### Generalidades

El relieve de bloques es el rasgo característico de las Sierras Septentrionales. Dicho relieve fue modificado por la sedimentación cenozoica y parcialmente cubierto, posiblemente desde el Plioceno. La secuencia cenozoica del área estudiada fue establecida a través del análisis de más de 80 localidades, lo cual permite afirmar la existencia de varias entidades estratigráficas, y un nivel de tosca, de continuidad regional.

Pueden distinguirse fundamentalmente dos secuencias sedimentarias, una desarrollada sobre las divisorias que ocupa la mayor parte de la zona en estudio y la otra ocupando las áreas fluviales, de escasa distribución. La secuencia que se encuentra sobre divisorias de distinta jerarquía está integrada por las siguientes unidades:

Formación Las Animas  
-----Discordancia de erosión-----  
                  Formación Vela (con una capa de tosca en su parte superior)  
-----Discordancia de erosión-----  
                  Formación Barker  
-----Discordancia de erosión-----  
                  Roca de base (Paleozoico + Basamento Cristalino)

El perfil establecido para las áreas fluviales presenta un desarrollo mucho más restringido, debido posiblemente entre otras causas, al carácter extremadamente joven de la red de drenaje actual. La columna observable es la siguiente:

                  Aluvio  
-----Discordancia de erosión-----  
                  Miembro limo-arcilloso verde  
                  Formación Tandileofú  
                  Miembro arenoso castaño.  
-----Discordancia de erosión-----  
                  Formación Vela

## Formación Barker

### a) Distribución regional

Este depósito está ubicado preferentemente en las zonas pedemontanas, en relación con la roca de base. Constituye importantes lomadas, formando gran parte de las divisorias de estos sectores, junto a la Fm. Vela. En el resto de la región se lo halla directamente aflorante en superficie sólo excepcionalmente, pues está generalmente cubierto por sedimentos más modernos. Aparece también apoyado directamente sobre la roca de base, constituyendo la parte proximal de depósitos de pie de monte, de tipo fanglomerado.

### b) Perfiles

Esta unidad se presenta generalmente acompañada en el perfil por las limolitas de la Fm. Vela. En aquellas localidades donde fue posible observar espesores importantes el aspecto de esta limolita varía generalmente poco en sentido vertical. En la localidad 51, Cantera Loma Negra de Barker, fue donde se estableció el mayor espesor conocido, que alcanza a unos 20 metros. El perfil es el siguiente:

	----- 0 m
Suelo	
	----- 0,50 m
Formación Las Animas	
	----- 2,50 m
Formación Barker, limolitas con abundante carbonato de calcio en concreciones verticales, de hasta 2 m de largo y 30 cm de diámetro. Remata en tosca fina estratiforme de 1 m de espesor. Hacia la base presenta vetas oscuras y poco carbonato de calcio haciéndose muy compacta.	
	----- 22,50 m
Formación Loma Negra, calizas oscuras, Paleozoico.	

Arealmente se ha comprobado que esta Formación presenta características similares para sus niveles cuspidales en todas las localidades estudiadas. Esta unidad se asienta directamente sobre la roca de base en los escasos lugares donde dicha relación pudo ser observada. En dos localidades ubicadas en las laderas de las sierras se determinó la exis-

tencia de un depósito psefítico cuya matriz es similar al material de los afloramientos de las zonas distales de la región pedemontana. La localidad 69 está ubicada en el faldeo S del Cerro Tandileofú. Se trata de una excavación realizada en la Cantera San Luis, para cubicar reservas de piedra granítica, que permite observar el siguiente perfil:

----- 0 m

Suelo

----- 0,50 m

Formación Vela, limolitas en parte psefíticas, con abundante carbonato de calcio, con rodados del Basamento distribuidos en lentes o concentraciones similares. El tamaño predominante de los rodados oscila entre 3 y 5 cm de diámetro, con escasos rodados mayores y sin bloques. El espesor del depósito se acuña hacia la sierra pero aumenta considerablemente pendiente abajo. En los niveles superiores lleva un manto de tosca.

----- 3,50 m

Formación Barker, depósito psefítico de tipo fanglomerado. Separado del superior por una discordancia de erosión. En algunos sectores la matriz es limosa de color castaño rojizo; en otros es psamítica castaño amarillenta. El tamaño medio de los rodados se puede estimar en 5 cm de diámetro. Se presentan bloques de hasta 1,20 m de diámetro. Son comunes los rodados entre 10 y 20 cm de diámetro. La disposición de los rodados es caótica y no se presenta ordenamiento ni gradación vertical. En general, son subredondeados. El redondeamiento es apreciable considerando la proximidad de la roca de base. El material psefítico procede íntegramente del Basamento Cristalino.

----- 6,00 m

Basamento Cristalino, migmatitas.

Un perfil similar pudo ser establecido en las Canteras de Arcilla de Barker, localidad 73, en el faldeo S de la Cuchilla de Las Aguilas. A diferencia de la localidad 51, en este caso los depósitos muestran apreciable gradación vertical y matriz muy arcillosa. El material psefítico pertenece al Basamento Cristalino y a las sedimentitas paleozoicas. Estas localidades son ejemplos adecuados para relacionar estos depósitos psefíticos pedemontanos con las limolitas típicas halladas en las áreas interserranas.

En la localidad 52, Cantera Vieja de Barker, los sedimentos de la Fm. Barker rellenan un paleorrelieve desarrollado sobre las calizas de la Fm. Loma Negra. Son psefitas integradas por rodados angulosos y subangulosos de cuarcitas y calizas, bloques de arcilitas rojas y rodados del Basamento. La matriz es muy arcillosa, rojiza a amarillenta. Tanto estos sedimentos como las calizas paleozoicas se encuentran cubiertos por el manto de tosca regional, similar al que se desarrolla en los niveles superiores de Fm. Vela. Las calizas presentan oquedades y escotaduras en su superficie, que recuerdan notablemente a cavernas o canales de disolución. Estos rasgos están rellenos por el mismo material que se acumula sobre las calizas y por gigantescos nódulos calcáreos, compuestos por una tosca rosada, muy dura, que difiere de la que forma el manto superior. Estas formas erosivas y su relleno pueden ser observados también en el destape mayor de la localidad 51 y en la Calera El Infierno, al SE de Barker (fuera del mapa), siempre desarrollados sobre la misma roca de base.

### c) Características litológicas

Se trata de una limolita castaño rojiza, arcillosa, sin estratificación aparente, muy homogénea lateralmente; es muy compacta y se desgrana en pequeños paralelepípedos de 1 centímetro cúbico aproximadamente al ser golpeada con el martillo. Podría tratarse de un horizonte B de un paleosuelo decapitado, representado por la estructura mencionada. En general carece de carbonato de calcio en su masa, a excepción de muñecos de tosca, algunos de grandes dimensiones, formados por una tosca rosada muy dura.

Son característicos para este depósito su color, la presencia de impregnaciones ferruginosas diseminadas en la masa de la sedimentita y su homogeneidad en cuanto a estructura y granulometría. En relación a este último punto, es importante destacar que las observaciones fueron realizadas casi siempre sobre los niveles cuspidales de esta Formación.

Fueron efectuados análisis granulométricos en unas 12 muestras típicas de esta entidad. Para su clasificación se utilizó el triángulo de composición de los sedimentos clásicos finos de González Bonorino y Teruggi (1965) (Fig.1). Se trata de limos arcillosos en su mayoría y limos arcillo-

TRIANGULOS DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

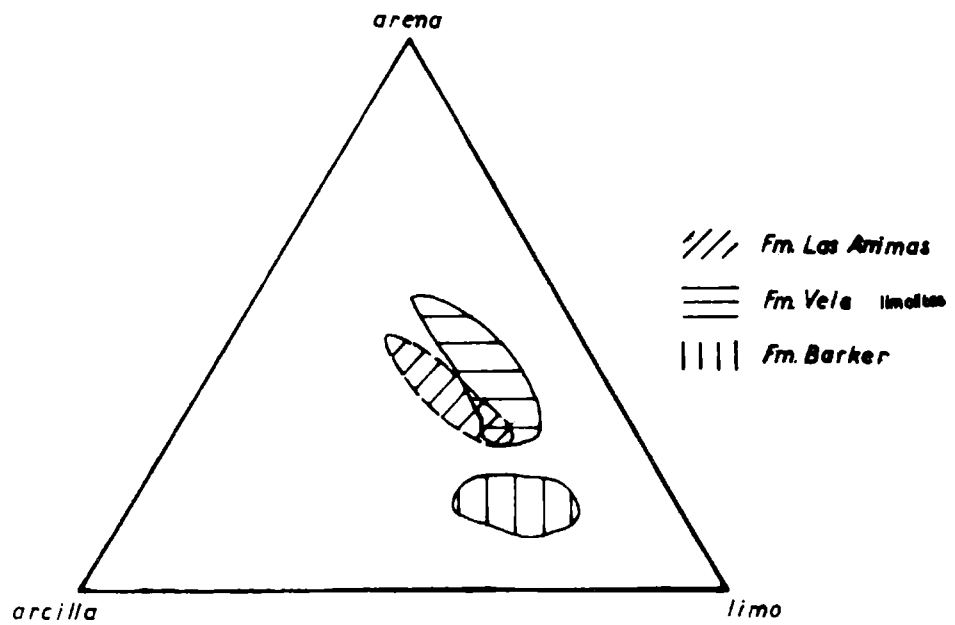
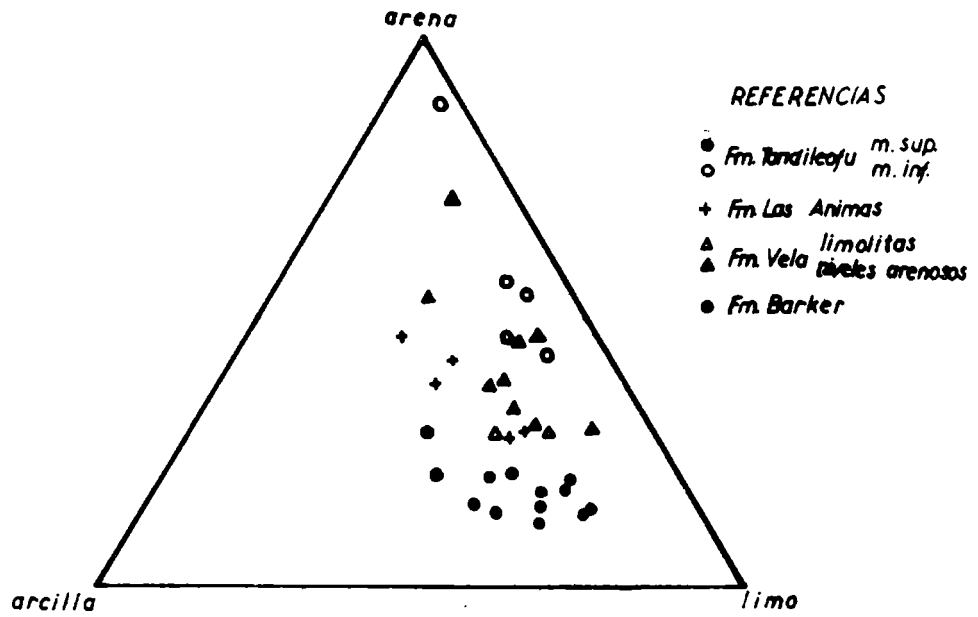


FIG. 1

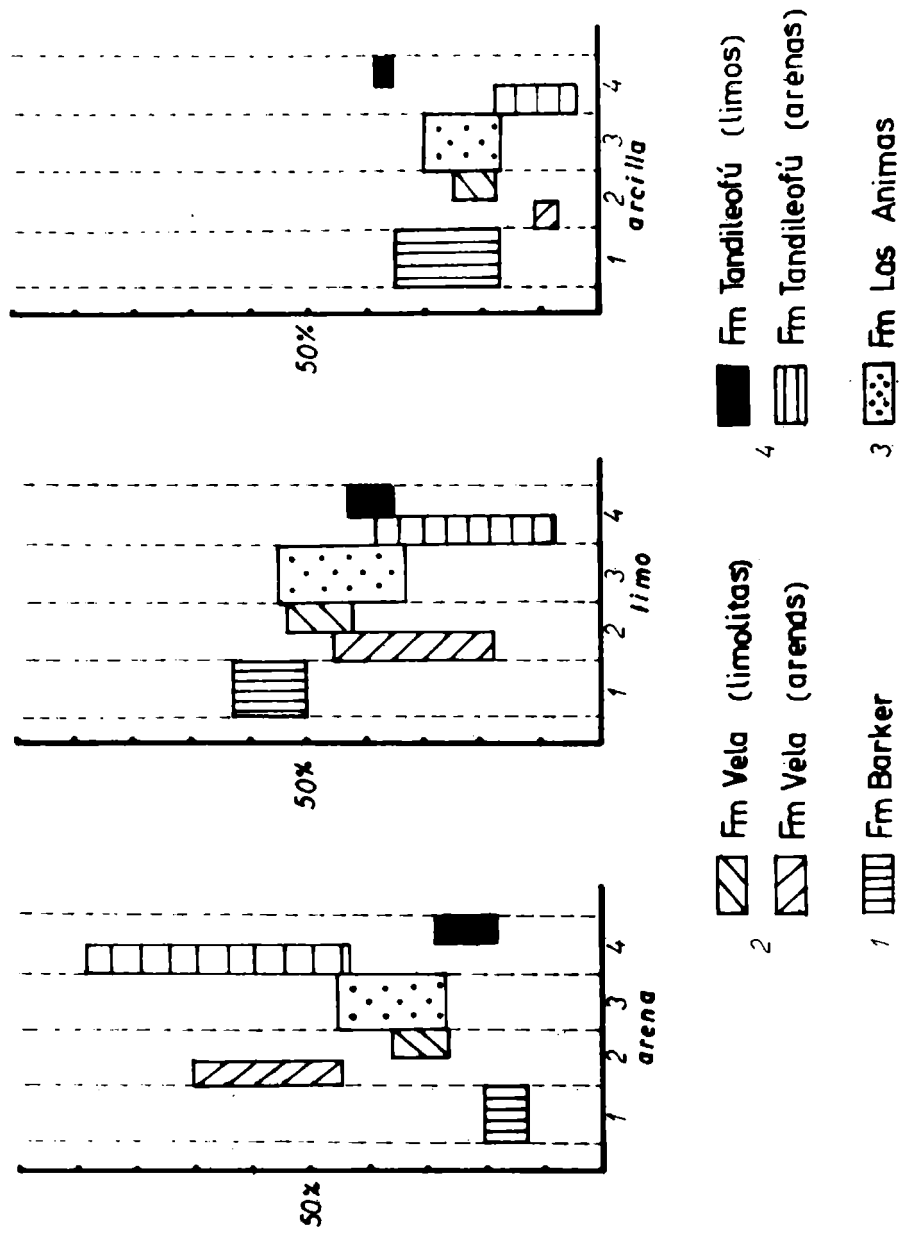
arenosos, no superando el contenido en arena el 15 % del total (Tabla 2). En casi todos los casos, la fracción arena es sumamente fina, concentrándose casi exclusivamente en los grados 3,5 y 4 phi. La fracción menor de 4 micrones está subordinada con sólo un 25 % del total (Tabla 1). Las curvas granulométricas acumulativas para esta entidad son en general bastante similares entre sí y toman el aspecto de una "ese" asimétrica, tendida ampliamente hacia las fracciones más finas (Fig. 4a).

Los minerales pesados constituyen aproximadamente el 1% de la fracción arena, con predominio de opacos y hornblenda. Entre los livianos predominan los litoclastos, en su mayoría fragmentos de pasta de rocas volcánicas, aunque se encuentran también clastos de rocas metamórficas de grano muy fino. Los litoclastos de origen volcánico están integrados en su mayor parte por vidrios castaños, microfenocristales de plagioclasas y opacos en pequeños granos. Aparecen asimismo, clastos de rocas volcánicas traquíticas, con microfenocristales de feldespatos alcalinos. El cuarzo proviene en gran parte de las cuarcitas paleozoicas, por presentar crecimiento secundario sobre clastos originales muy redondeados, numerosas marcas superficiales y contornos muy angulosos. Parte de los clastos considerados como "cuarzo" son en realidad clastos de cuarcitas de grano fino. Las plagioclasas se presentan en general alteradas, pero algunas son muy frescas y límpidas. Los feldespatos alcalinos (sódicos y potásicos) aparecen muy alterados y de contornos muy redondeados, aunque algunos suelen ser angulosos y límpidos. Es notable la ausencia casi total de vitroclastos, y cuando su número es apreciable, se trata de vidrios castaños, de contornos subredondeados y de índice de refracción  $1,511 \pm 0,002$ . Las trizas de vidrio incoloro son raras (Tabla 4).

La mineralogía de las arcillas indica que el mineral predominante es siempre la montmorillonita, con valores estimados entre el 50 y el 85%. La illita se encuentra subordinada, mientras que la caolinita puede faltar. La cristalinidad de las arcillas es en general baja (Tabla 5; Fig. 5 y 6).

FIG. 2

Variación porcentual de las distintas fracciones



## Formación Vela

### a) Distribución regional

Los sedimentos de esta Formación se desarrollan como un manto, generalmente de poco espesor, que cubre casi totalmente los afloramientos de la Fm. Barker. Esta unidad ocupa gran parte de las zonas pedemontanas y cubre totalmente las áreas distales de éstas. Sobre ella, se desarrolla la antigua superficie topográfica, sobre la cual se asienta el relleno loésico de las llanuras interserranas actuales. El manto de tosca que la caracteriza constituye en muchos lugares el piso de los cauces de gran parte de los arroyos del área. Encontramos esta unidad también en las áreas serranas, donde se compone de material psefítico de tipo fanglomerado, cuya matriz es similar a los limos típicos de esta entidad. Tal es el caso ya descrito, de las localidades 69 y 73. En el extremo SE del mapa son frecuentes los afloramientos de estas psefitas de la Fm. Vela, dispuestas sobre las sedimentitas paleozoicas. Presentan abundantes rodados de cuarcitas, cementados por una tosca dura, blanquecina. La parte superior de estos depósitos aparece conformando una superficie topográfica nivelada, cuya cota oscila alrededor de los 250 m.s. n.m. La Fm. Vela se dispone sobre la Fm. Barker mediando un plano de discordancia erosiva, muy neto, que es generalmente irregular, mostrando ondulaciones. Ello se observa en las localidades 45, 48 y 68, entre otras.

### b) Perfiles

El espesor máximo que se reconoce para esta unidad, unos 4 metros, se encuentra en la localidad 45, en un préstamo vial ubicado junto a la ruta 74. Esta localidad se halla en el faldeo S de la Sierra Alta de Vela, sobre una loma cortada por el camino. El perfil observable es el siguiente:

----- 0 m

Suelo

----- 0,50 m

Formación Las Animas, loess castaño amarillento, pulverulento.

----- 1,00 m

Formación Vela, limolita castaño clara, coronada por un manto de tosca, que aumenta de espesor hacia la cúspide de la loma, para desaparecer en los tramos inferiores. La entidad presenta niveles estratificados de pelitas finas y oquedades ovooidales rellenas por niveles alternantes de material pelítico y psamítico. El carbonato de calcio presente aumenta hacia el techo.

----- 5,00 m

Formación Barker, limolita castaño rojiza, muy arcillosa, con impregnaciones ferruginosas y muñecos de tosca, gris rosada, muy dura.

----- 6,00 m

Por debajo de las limolitas típicas de la Fm. Vela, aparecen en algunas localidades importantes depósitos de arenas de color castaño, limosas, con estratificación marcada y aspecto fluvial. En la localidad 47, en el pie de monte S de la Sierra Alta de Vela, se presenta con estas características. En la esquina de la Avda. Avellaneda y la calle Alsina, en la ciudad de Tandil, los niveles conglomerádicos intercalados en estos depósitos presentan imbricación de sus rodados y una grosera estratificación diagonal. En las localidades 17 y 41, las limolitas castaño claras se disponen sobre las arenas limosas castañas, formando parte ambas de la Fm. Vela.

### c) Características litológicas

Se trata de una limólita, color castaño claro, con variaciones locales en el tono de acuerdo al contenido en carbonatos. Es relativamente compacta; su compactidad está dada por una cementación carbonática bajo la forma de impregnaciones. En algunos casos presenta en su base depósitos arenosos.

Es característico de esta unidad el elevado contenido de carbonato de calcio. El manto de tosca se desarrolla preferentemente en los niveles superiores de esta entidad. Independientemente de dicho manto, toda la masa sedimentaria es muy rica en carbonato de calcio epigenético, el cual se presenta en pequeñas venillas, nódulos o filtraciones, o bien diseminado por ella en forma de impregnaciones. La abundancia de carbonatos hace de esta Formación un depósito de importancia económica. Esta unidad carece normalmente de estruc-

turas, pero algunos niveles presentan estratificación, con alternancia de niveles pelíticos y arenosos. Carece absolutamente de impregnaciones ferruginosas tales como las que se presentan en la Fm. Barker.

Los análisis mecánicos de unas 12 muestras indican que estos sedimentos varían entre limos arcillo-arenosos y limo-arenas arcillosas. La fracción arenosa, salvo excepciones, no supera el 35%, concentrándose en los tamices más finos. La fracción limo (45 a 60%) predomina sobre la fracción arcillosa (10 a 30%) (Tablas 1 y 2, y Fig. 1 y 2).

Para los niveles arenosos ya descritos, puede decirse que granulométricamente, se trata de arenas limosas a limos arenosos. La fracción mayor a 62 micrones es generalmente muy fina. En algunos casos (muestra 47) más del 70% del sedimento es arena y en otros, el mismo porcentaje se concentra entre los 3,5 y 5 grados phi (Tablas 1 y 2, y Fig. 1 y 2).

Las curvas acumulativas de las muestras analizadas tienen forma de "ese", con una moda pronunciada entre los grados 3,5 y 5 phi, y una fracción fina muy distribuída (Fig. 4 a).

El porcentaje de los minerales pesados es variable entre 0,5 y 7%, según las fracciones. Predominan la hornblenda y los opacos.

Entre los livianos, predominan ampliamente las trizas de vidrio volcánico y los clastos líticos, sobre los cristoclastos. Las trizas de vidrio son en absoluta mayoría incoloras y muy angulosas, mientras que los vidrios castaños son escasos, redondeados y presentan alteración marcada. Los litoclastos son en general de rocas volcánicas mesosilícicas a básicas. Los cristoclastos muestran características similares a las descritas para la Fm. Barker. (Tabla 4).

En cuanto a la mineralogía de arcillas, se observa que el mineral predominante es illita, con valores estimados entre 40 y 70%. La montmorillonita se encuentra siempre presente, con porcentajes de 20 a 50%. La caolinita puede faltar. La cristalinidad de las arcillas es en general muy baja (tabla 5 y Figs. 5 y 6).

# PARAMETROS ESTADISTICOS

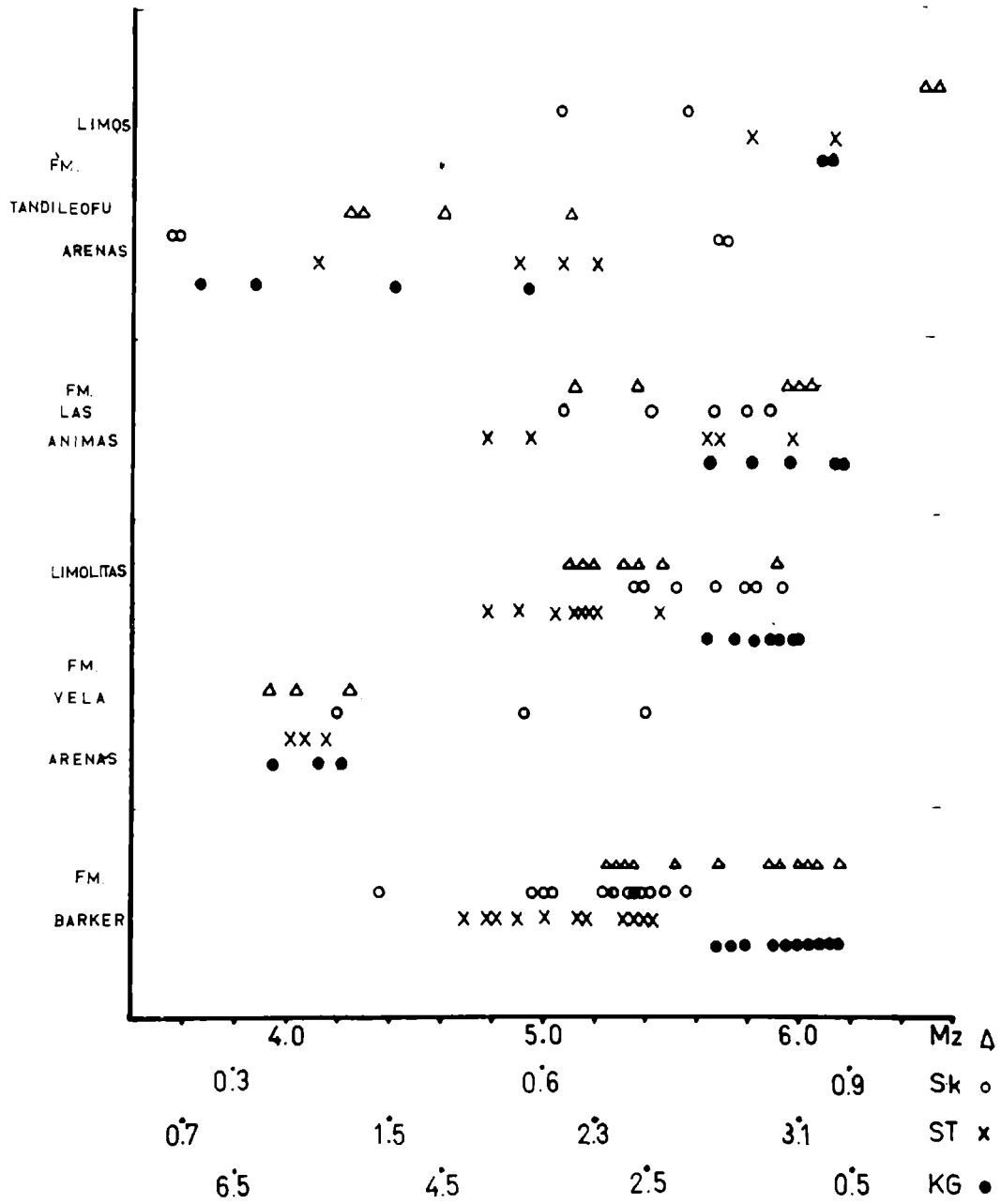


Fig. 3

## Formación Las Animas

### a) Distribución regional

Esta unidad constituye la entidad estratigráfica más moderna desarrollada preferentemente sobre las divisorias. Se extiende como un manto casi continuo de espesor muy variable. Ocasionalmente se presentan pequeños niveles de concentración de rodados. En algunas localidades, se observa que el derrubio de falda reciente presenta una matriz de características asimilables a estos depósitos, pasando transicionalmente a él en las áreas distales. Esta unidad se desarrolla en forma de manto loésico que ahoga el relieve preexistente, adosándose contra los bloques serranos. En el flanco septentrional de la Sierra de La Tinta, los arroyos presentan cauces de relativa importancia, que al descender hacia la planicie van desapareciendo y se insumen en el manto loésico. Estos depósitos se desarrollan en todos los casos en discordancia de erosión sobre las unidades más antiguas.

### b) Perfiles

Son muchas las localidades que muestran desarrollo de los sedimentos de esta unidad, con espesores muy variables. El espesor máximo observado fue de 3 m en la localidad 12, al pie del Cerro de Las Animas, al SE de la ciudad de Tandil. En dicha localidad, el perfil observable es el siguiente:

	----- 0 m
Suelo	
	----- 0,50 m
Formación Las Animas, limo loessoide castaño amarillento, sin estructuras ni tosca, con rodados pequeños de hasta 3 cm de diámetro, perteneciendo al Basamento Cristalino, que aflora a menos de 500 m de distancia. Estos rodados se encuentran totalmente dispersos en la masa homogénea. En forma excepcional, aparecen niveles lenticulares de rodados. No se observaron estructuras de tipo subácueo típicas, ni imbricación de los rodados. El depósito se desarrolla directamente sobre el Basamento Cristalino y aumenta su espesor pendiente abajo.	
	----- 3,50 m
Basamento Cristalino, migmatitas.	

CONJUNTO UNION DE CURVAS ACUMULATIVAS

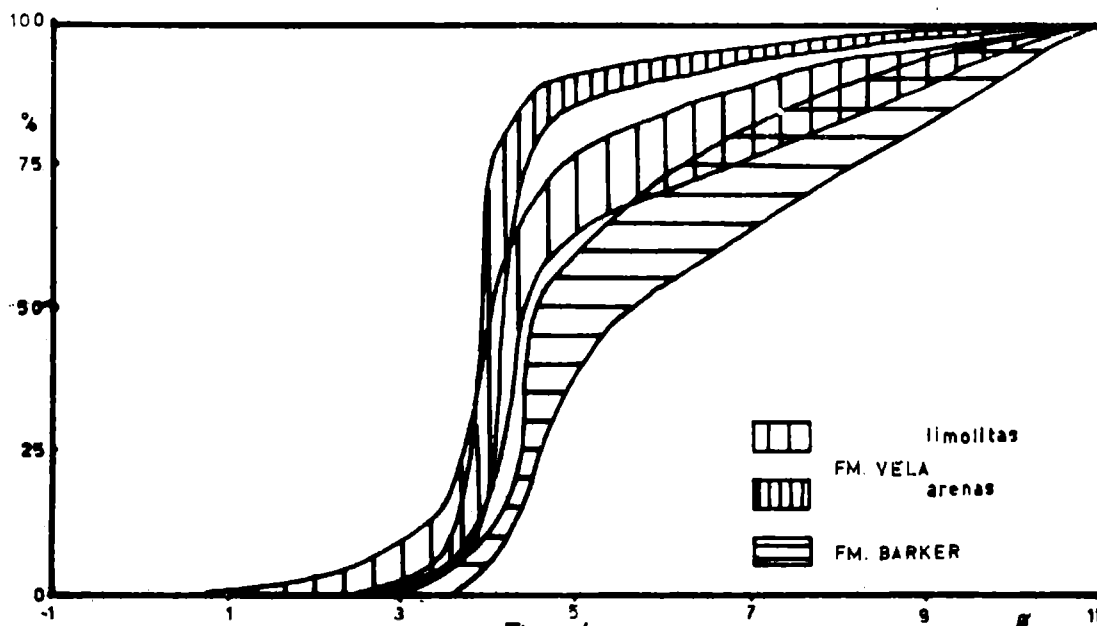


Fig. 4a

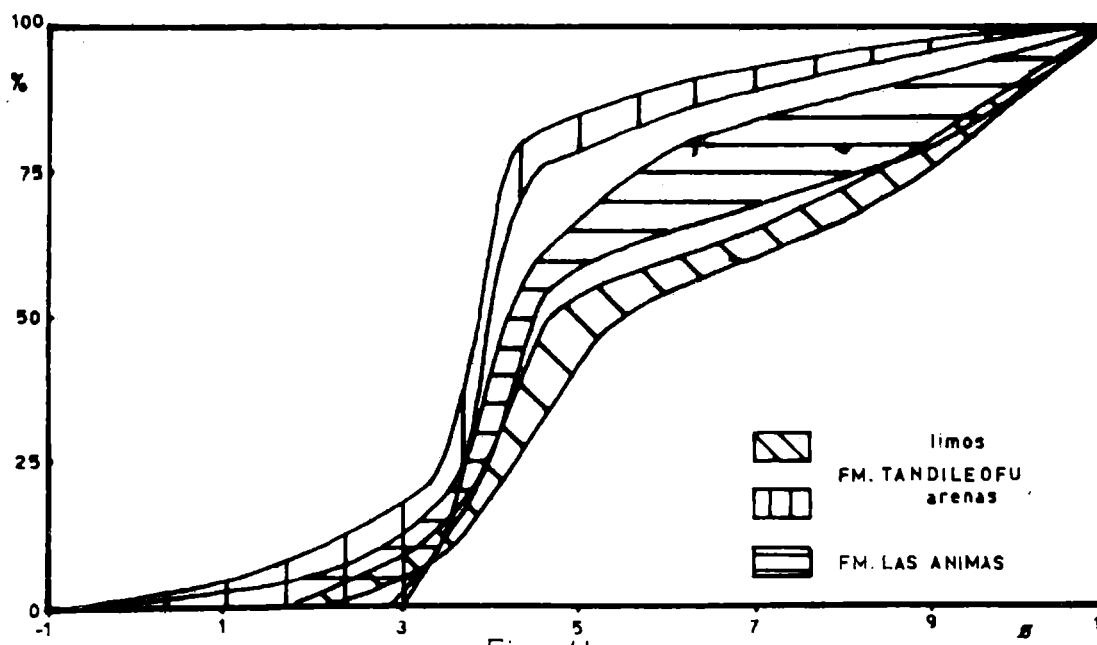


Fig. 4b

### c) Características litológicas

Se trata de sedimentos con aspecto de limos arenosos, de color castaño amarillento, sin estructuras ni estratificación, con escaso carbonato de calcio, el cual está generalmente ausente. Estos sedimentos tienen un aspecto loésico muy marcado, apareciendo totalmente sueltos, sin compactación ni cementación visibles. Presenta saltuariamente rodados de tosca y de la roca de base, cuya distribución y tamaño depende de la proximidad de los bloques serranos o de los afloramientos de las sedimentitas más antiguas. La presencia de estos rodados puede asignarse generalmente a procesos gravitacionales en las laderas, pero algunos niveles de concentración de rodados permiten suponer la existencia, además, de acciones hídricas temporarias. Muy excepcionalmente presenta tosca concrecional de tipo radiforme y en forma de filtraciones verticales.

Granulométricamente son arenas limo-arcillosas, arena-arcillas limosas y limo-arenas arcillosas. Es decir, la distribución de las tres fracciones es aproximadamente similar, con ligera preponderancia de la fracción arena. (Tablas 1 y 2 y Fig. 1 y 2). Las curvas acumulativas para esta entidad son "eses" sumamente tendidas, similares a las descriptas para la Fm. Barker (Fig. 4b).

El mineral pesado predominante es la hornblenda. El porcentaje de los minerales pesados varía entre 1,5 y 6%, según las fracciones. El vidrio volcánico es muy abundante, bajo la forma de trizas muy angulosas límpidas, de índice de refracción  $1,502 \pm 0,002$ . Ocasionalmente presentan películas arcillosas de débil birrefringencia. Los vidrios castaños son muy escasos. En las fracciones más gruesas (tamices 60, 80) las trizas son muy raras, mientras que en el tamiz 120 pueden alcanzar a constituir el 80% de la fracción. Los clastos líticos son casi exclusivamente de rocas volcánicas, preferentemente básicas a mesosilícicas. El cuarzo es anguloso a subanguloso, a menudo equidimensional y con extinción ondulante. Las plagioclasas son generalmente oligoclasa-andesina, a veces muy frescas. Las plagioclasas básicas aparecen generalmente alteradas. Los feldspatos alcalinos aparecen frescos y también con alteración muy marcada (tabla 4).

La mineralogía de las arcillas arroja proporciones va-

riables de illita, entre 60 y 30%, y de montmorillonita entre 35 y 63%. Ambas especies están distribuidas por tanto, en forma equivalente. La caolinita está siempre presente en porcentajes bajos. La cristalinidad de las arcillas, sin ser óptima, es mucho más notoria que en las formaciones precedentemente citadas (Tabla 5 y Figs. 5 y 6).

### Formación Tandileofú

#### a) Distribución regional

Mientras las divisorias presentan una secuencia sedimentaria de amplia extensión en el área de estudio, los valles fluviales muestran un desarrollo de unidades muy restringido. En la mayoría de las localidades, el perfil observado consta solamente de la unidad sobre la cual se ha excavado el cauce y depósitos aluviales recientes. Sin embargo, en dos localidades ubicadas sobre el valle del Arroyo Tandileofú fue posible establecer secuencias más completas. Lamentablemente, las observaciones realizadas están restringidas al cauce de dicho arroyo. No fue posible establecer en forma concluyente las relaciones estratigráficas con la Fm. Las Animas.

#### b) Perfiles

En la localidad 61, en el puente de la ruta 226 sobre el Arroyo Tandileofú, se estableció el espesor máximo para esta unidad, que es de 4 metros. El perfil es el siguiente:

---

	----- 0 m
Suelo de la planicie de inundación.	
	----- 0,40 m
Aluvio, limo gris oscuro, reciente, en discordancia erosiva sobre el inferior.	
	----- 0,90 m
Fm. Tandileofú, miembro superior. Limo arcilloso gris verdoso, con impregnaciones ferruginosas. Hacia la base pasa en transición al nivel inferior.	
	----- 2,00 m
Fm. Tandileofú, miembro inferior, arena limosa castaña; hacia la base aparecen niveles pelíticos blancos de 0,5 cm de	

Difractogramas de la fracción arcillosa

FM. TANDILEOFU

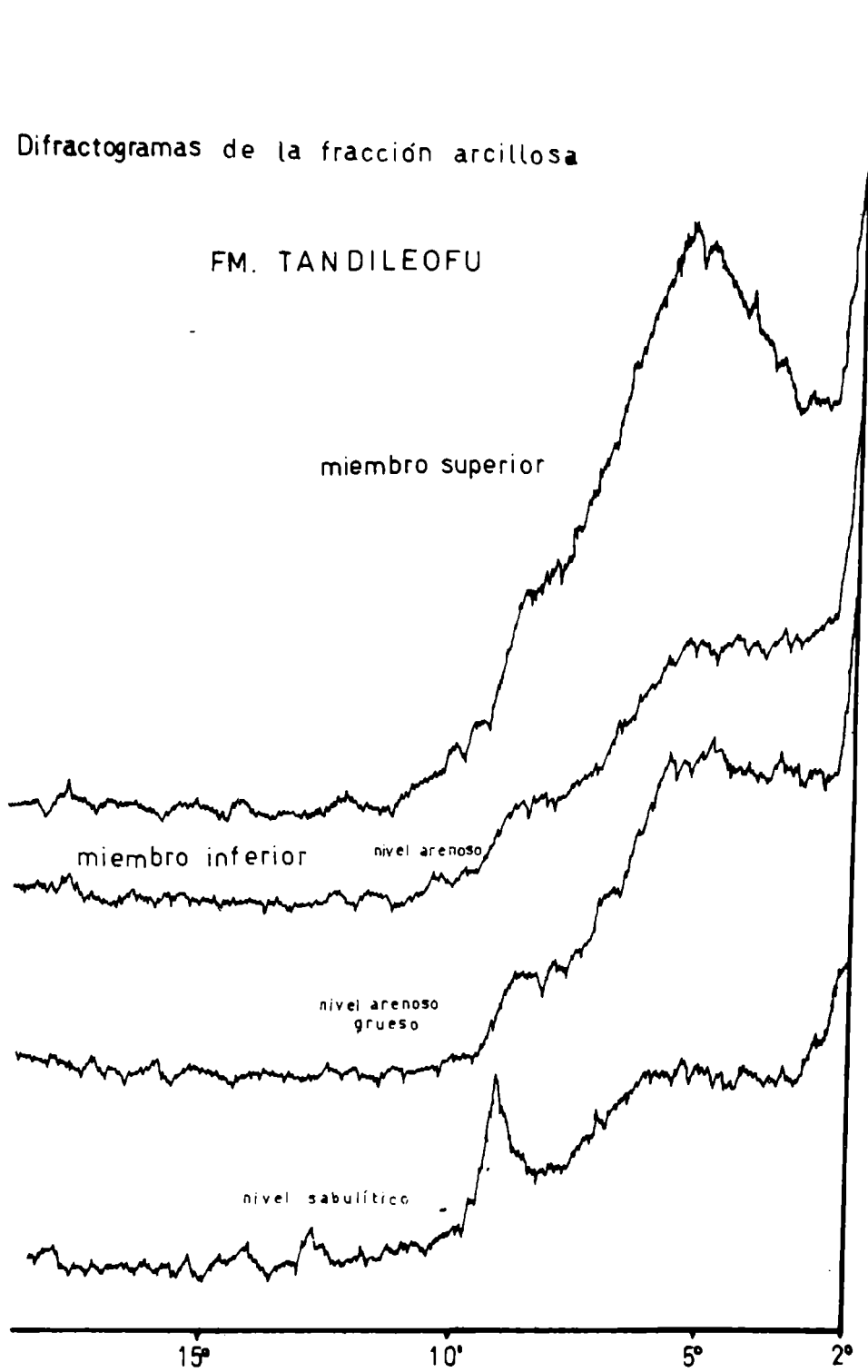


FIG. 5a

espesor y rodados de tosca de hasta 1 cm de diámetro.

----- 3,80 m

FM. Tandileofú, miembro inferior, limo-arena castaño, con fracción psamítica gruesa.

----- 4,25 m

Formación Tandileofú, miembro inferior, arena muy gruesa a sábulo, gris castaño. Hacia la base se presenta un nivel de rodados gruesos de hasta 5 cm de diámetro, muy angulosos, pertenecientes al Basamento Cristalino, en una matriz muy fina.

----- 5,00 m

Formación Vela, limolita castaño clara, con tosca, muy dura al barreno.

A unos 3 Km aguas abajo de la localidad descrita y siempre sobre el valle del Arroyo Tandileofú, se encuentra la entrada a la Ea. La Felicidad, localidad 67. El perfil establecido es similar.

### c) Características litológicas

El miembro inferior es arenoso, hasta sabulítico, de color castaño. Presenta en su base rodados del Basamento Cristalino. Se trata de una arena en la base, que hacia los niveles superiores se hace una arena limosa, para pasar a limo-arena. El nivel basal posee 88,7% de arena; el medio, 42 a 52% y el superior, 44 a 54% (Tablas 1 y 2, y Figs. 1 y 2). Las curvas acumulativas son "eses" empinadas para el miembro inferior, desplazadas hacia las fracciones más gruesas (Fig. 4c). El miembro superior es limo arcilloso, de color verde a gris verdoso, presentando impregnaciones ferruginosas. Granulométricamente son limo-arcillas arenosos, con contenidos de arena variable entre 19 y 28% (Tablas 1 y 2, Fig. 1 y 2). Las curvas acumulativas para este miembro son muy tendidas y desplazadas hacia las fracciones muy finas (Fig. 4b).

El contenido en pesados no supera el 5% en ninguna fracción de las estudiadas, siendo la hornblenda y los opacos los más frecuentes. La mineralogía de los livianos es muy similar a la descrita para la Fm. Las Animas. Los litoclastos de origen metamórfico son frecuentes; la relación litoclastos/vidrio disminuye hacia los niveles superiores. El cuarzo y las plagioclasas se mantienen en proporciones notablemente cons-

Difractogramas de la fracción arcillosa

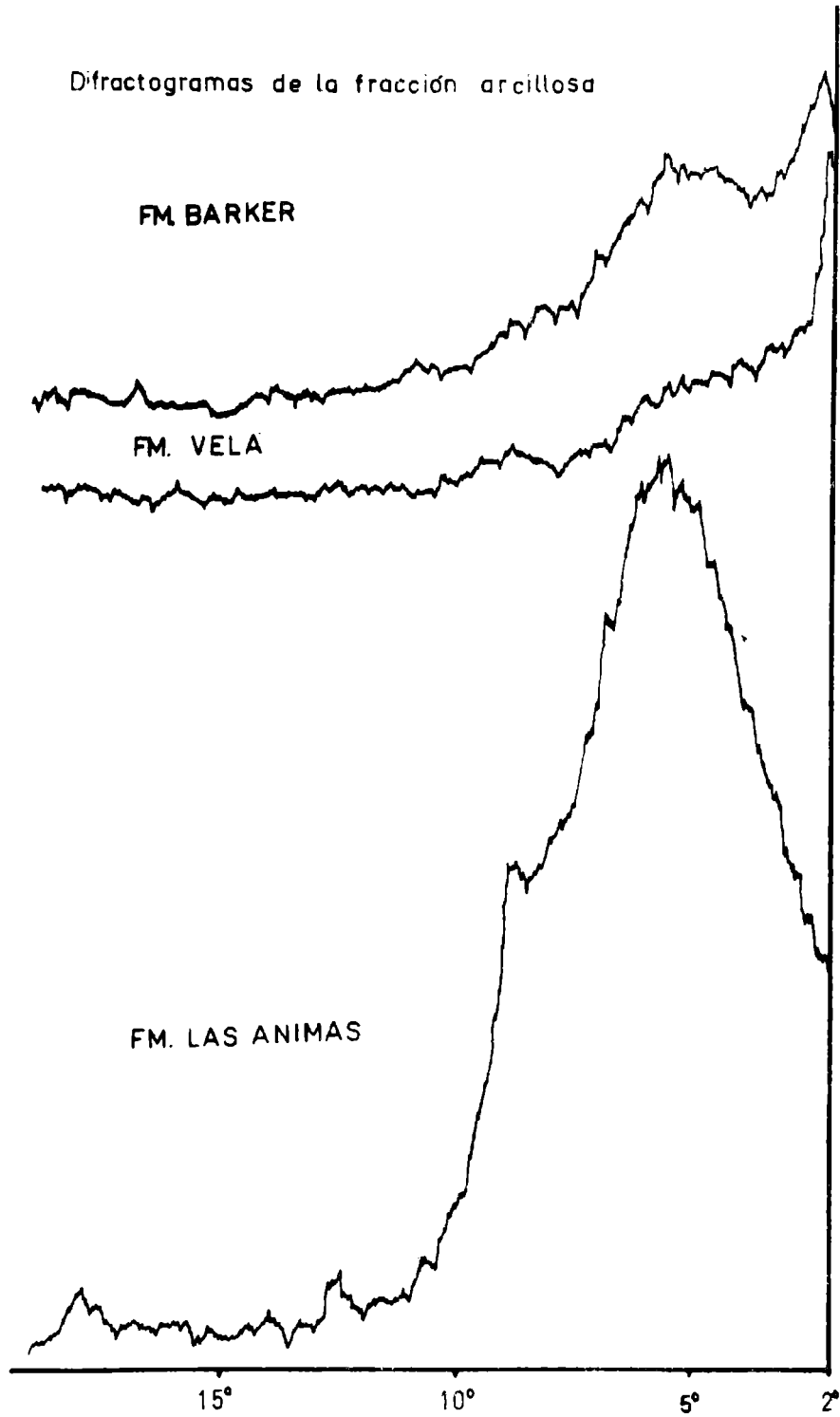


FIG. 5b

tantes en las muestras estudiadas. El feldespato alcalino más frecuente es el microclino (Tabla 4).

La mineralogía de las arcillas indica que las dos especies predominantes son illita y montmorillonita, no existiendo relación observable entre la mayor abundancia de alguna de ellas con algún nivel determinado. La caolinita está siempre presente excepto en el nivel medio del miembro inferior (Tabla 5 y Figs. 5 y 6).

### Aluvio reciente

En la gran mayoría de los cauces estudiados, sólo fue posible determinar la existencia de depósitos limosos recientes, apoyados en discordancia sobre los sedimentos de la unidad por sobre la cual se instaló el drenaje. Aparentemente, el drenaje existente en la actualidad es muy joven, dado el incipiente desarrollo de los valles.

Fueron estudiados numerosos perfiles que muestran espesores variables entre 1 y 2 metros de arenas y limos arcillosos. Los cortes más completos se observan en la localidad 30, afluente del Arroyo Chapaleofú Grande, y en la localidad 64 en el Arroyo Quequén Chico. El Aluvio se desarrolla sobre la tosca de las Fms. Barker y Vela o bien sobre los sedimentos de la Fm. Las Animas.

---

## ANTECEDENTES E INTERPRETACION

---

Muy pocos autores han abordado el tema de los depósitos cenozoicos del área en estudio. Entre ellos, las observaciones más completas pueden encontrarse en Tapia (1937), González Bonorino et al. (1956), Villar Fabre (1957), Teruggi (1957, 1960, 1968) y Teruggi et al. (1960).

Todas las unidades reconocidas están integradas fundamentalmente por arenas finas, limos y arcillas, en proporciones variables. Es excepcional la presencia de depósitos psefíticos, tales como los niveles fanglomerádicos mencionados para las formaciones Barker y Vela, y el derrubio de falda moderno correlacionable con la Formación Las Animas. La existencia de estos depósitos está condicionada a la po-

Triángulos de composición de los minerales de las arcillas

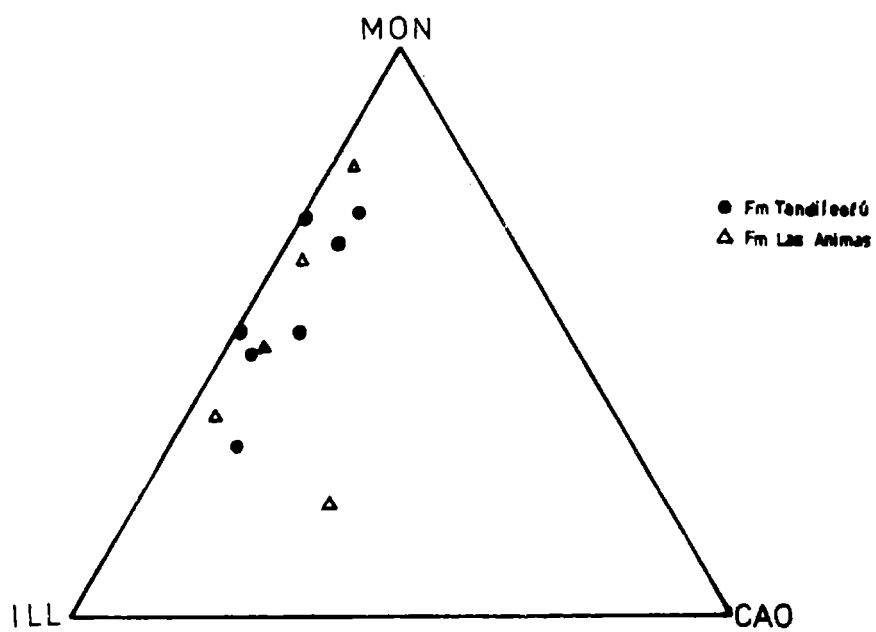
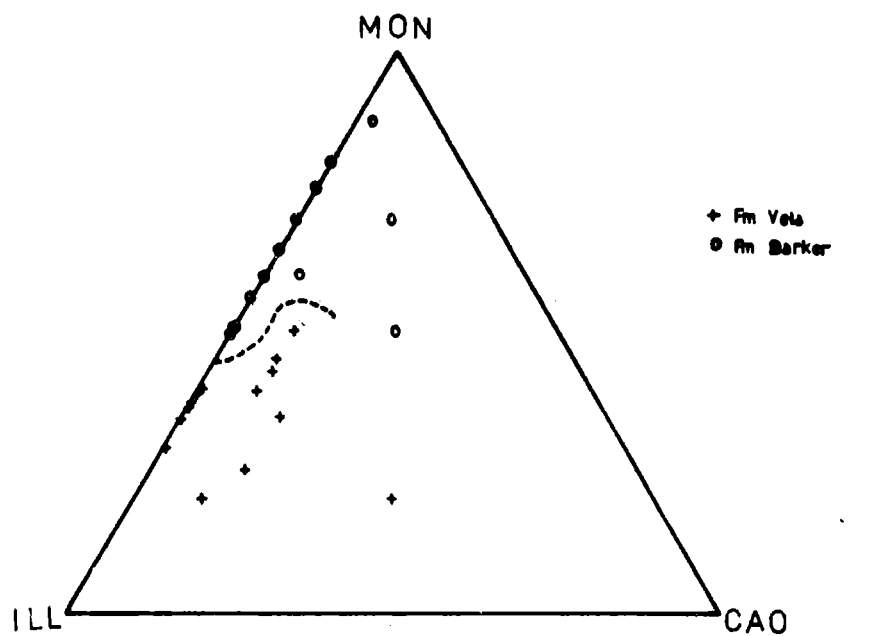


FIG. 6

sición topográfica del afloramiento. Pertenecen posiblemente a cinturones de detritos acumulados especialmente por remoción en masa y acción hídrica. De la misma manera podrían explicarse las concentraciones de rodados presentes esporádicamente en los sedimentos pedemontanos.

La relativa homogeneidad de los depósitos, su aparente carencia de estructuras y su distribución regional, indican una génesis eólica predominante. Si a ello agregamos el carácter alóctono de sus asociaciones minerales en la fracción psamítica, integrada por gran parte de materiales de origen volcánico, la importancia de la acción eólica durante la depositación podría ser aceptada.

Los depósitos de la Fm. Barker cubren en discordancia el relieve de bloques desarrollado sobre la roca de base, en las zonas proximales a las sierras donde fue observado, presentando ocasionalmente niveles de tipo fanglomerado. Fueron descriptos rasgos de disolución sobre las calizas paleozoicas, rellenos con materiales de la Fm. Barker. Los procesos de disolución en rocas calcáreas generan los relieves llamados "kársticos", que requieren para su desarrollo determinadas condiciones climáticas (precipitaciones moderadas a abundantes) y petrográficas (una roca soluble, preferentemente caliza, densa y altamente diaclasada) (Thornbury, 1960, p. 337). Los rasgos descriptos no configuran un verdadero relieve kárstico, pero presentan notables afinidades con ellos, por lo menos con los estadios iniciales de su desarrollo. Dichos rasgos y la presencia de impregnaciones ferruginosas en la masa sedimentaria permitirían suponer la posibilidad de condiciones climáticas húmedas durante la depositación de la Fm. Barker. Después de la sedimentación de esta unidad y previamente a la depositación de la Fm. Vela, tiene lugar una primera generación de tosca, bajo la forma de estructuras concrecionales exclusivamente.

Con posterioridad se produce la depositación de la Fm. Vela, que suele presentar niveles psamíticos bien estratificados o concreciones lenticulares de arenas gruesas y sábulos, sobre todo para la mitad o tercio inferior de esta Formación. Fueron observados asimismo, depósitos psefíticos de tipo fanglomerado para la sección basal de esta entidad, en las zonas proximales a los cuerpos serranos. Podría su-

ponerse entonces que la Fm. Vela, que se desarrolla en discordancia de erosión sobre la Fm. Barker, se inicia con procesos de sedimentación en la zona pedemontana, en condiciones climáticas aparentemente húmedas, con acción hídrica encauzada apreciable. Probablemente las condiciones climáticas sufren un cambio hacia el final del período de sedimentación de esta unidad, sugerido por el régimen de depositación predominantemente loessoide de los niveles superiores. Finalmente se desarrolla un manto regional de tosca en la parte superior de la Fm. Vela, en la mayoría de los casos. Ocasionalmente, el manto de tosca se forma también en los sectores más altos de la Fm. Barker y aún sobre la roca de base, siguiendo en estos casos la superficie topográfica. El manto de tosca muestra siempre las mismas características presentándose como acumulaciones estratiformes que van desapareciendo hacia las porciones basales del sedimento.

Luego de la formación del manto de tosca, sobreviene un período de erosión y la subsecuente sedimentación del loess de la Fm. Las Animas, mientras que en los valles ya elaborados, por lo menos para el Arroyo Tandileofú, se depositan arenas típicamente fluviales, que culminan en limos arcillosos. No fue posible establecer las relaciones estratigráficas entre la Fm. Las Animas y la Fm. Tandileofú, pero se estima que la parte basal de la primera puede ser coetánea con la segunda. No existen elementos que permitan suponer condiciones climáticas de extrema aridez, como las que se han asignado tradicionalmente a la Fm. Las Animas. Es probable que la acumulación ha tenido lugar en un ambiente de estepa herbácea no muy distinto al actual. Posteriormente, se completa el desarrollo del drenaje sobre las porciones inferiores de la Fm. Las Animas, generando los sedimentos fluviales del Aluvio, cuya formación continúa hasta nuestros días. Sobre las divisorias, la sedimentación loéssica de la Fm. Las Animas prosiguió aparentemente sin interrupción detectable.

Gonzalez Bonorino (1965) utiliza criterios mineralógicos para dividir estratigráficamente el Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y alrededores. En el presente trabajo y siguiendo la metodología empleada por el autor mencionado, puede decirse que:

a) la relación cuarzo-plagioclasa no puede ser utilizada con criterio estratigráfico en el área estudiada, pues ambos minerales se presentan en proporciones similares y con varia-

ciones poco significativas (Tabla 4).

b) la relación montmorillonita-illita parece ser útil para diferenciar las Fms. Barker y Vela, ya que en la primera de ellas predomina la montmorillonita, mientras en la segunda la illita es más abundante (Tabla 5, Fig. 6).

c) la caolinita carece de significación estratigráfica.

d) el vidrio volcánico puede ser un elemento de utilidad estratigráfica. La Fm. Barker contiene escaso vidrio volcánico, siendo las trizas castañas frecuentes. En la Fm. Vela, como en las entidades que le siguen, el contenido de vidrio volcánico es importante y en muchos casos es el componente más abundante. Las trizas incoloras predominan ampliamente sobre las castañas, las cuales pueden faltar (Tabla 4).

Por lo expuesto precedentemente, parece ser posible identificar a las Fms. Barker y Vela, por lo menos, en base a criterios mineralógicos, que apoyan lo observado en el campo y los restantes parámetros sedimentológicos utilizados. Así, la Fm. Barker podría ser caracterizada como una unidad rica en montmorillonita y pobre en vidrio volcánico, mientras que la Fm. Vela sería rica en illita y con vidrio volcánico muy abundante. Tal interpretación sugiere distintas fuentes de aporte de los materiales.

Geomorfológicamente, pueden distinguirse tres áreas principales. En la mayor parte de la región, aparecen los bloques serranos, pequeños cerros en su mayoría aislados, suavemente redondeados, del Basamento Cristalino y las amplias mesas y cuestas formadas por las sedimentitas paleozoicas. Las zonas pedemontanas interserranas constituyen una llanura suavemente ondulada, más o menos disectada por los procesos erosivos. En el sector W de la hoja, el relieve es sumamente chato, conformando una planicie de acumulación loésica, de drenaje desordenado, que se sobrepone a la morfología preexistente. Los depósitos loésicos ahogan el relieve, cubriendo toda la extensión de la planicie. Por ello, se considera que ésta es un rasgo construccional generado por la depositación de la Fm. Las Animas.

En el transcurso de los trabajos de campo, fueron hallados algunos restos óseos, cuya determinación fue realiza-

da por personal de la División Paleontología Vertebrados, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, de La Plata. En la localidad 26 fueron hallados fragmentos del cráneo de un mamífero herbívoro, dentro de los sedimentos de la Fm. Vela, inmediatamente por debajo del manto de tosca. El ejemplar pertenece al género Doedicurus, familia Glyptodontidae. Ha sido citado con dudas para el "Puelchense", apareciendo con seguridad en las Formaciones Miramar y Ensenada, edad-mamífero Ensenadense, y Fm. Luján, edad-mamífero Lujanense, en el sentido de Pascual et al. (1965). El presente ejemplar fue asignado a la edad-mamífero Ensenadense, por sus dimensiones y características morfológicas. En la localidad 75 se hallaron diversos restos fragmentarios y huesecillos dérmicos de Mylodon sp. y un astrágalo de Machrauchenia sp., en sedimentos de la Fm. Las Animas. Los fósiles mencionados se ubican en la edad-mamífero Lujanense (Pascual et al., op. cit., p. 191). En diversas localidades, fueron encontrados restos óseos de ganado vacuno y ovino en los niveles superiores de la Fm. Las Animas y en el Aluvio reciente. En base a los restos mencionados, puede confeccionarse en forma tentativa un cuadro stratigráfico de la secuencia cenozoica de la región en estudio.

UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS      EDADES-MAMIFERO      UNIDADES GEOCRONOLOGICAS

	Aluvio		Reciente
Fm. Las Animas	Fm. Tandileofú	Lujanense	Pleistoceno superior
Fm. Vela		Ensenadense	Pleistoceno medio
Fm. Barker		?	Plioceno-Pleistoceno inf.?

### CONCLUSIONES

1. El rasgo característico de la roca de base es su relieve de bloques. Estos bloques ascendieron a través de fallas regionales, que no pudieron datarse.

2. Dicho relieve fue modificado lentamente en condiciones subaéreas. En primer lugar se acumularon los sedimentos

de la Fm. Barker. Se trata de limos arcillosos, castaño rojizos, de génesis probablemente eólica.

3. A continuación, se forman los depósitos de la Fm. Vela. Son limos areno-arcillosos castaño claros, originados por la sedimentación eólica, pero con indicios importantes de acción hídrica encauzada.

4. Ambas entidades mencionadas presentan desarrollo local de niveles psefíticos propios de zonas pedemontanas. Donde aparecen ambos, están superpuestos en sucesión normal.

5. El área estudiada presenta la peculiaridad de poseer un nivel de piedemonte, que está siendo disectado en la actualidad. Sus remanentes se encuentran a una cota aproximada de 250 m.s.n.m.

6. Se reconocen dos generaciones de tosca. La primera se presenta como concreciones nodulares y se desarrolla sólo en la Fm. Barker. La segunda constituye un manto regional de tosca de tipo estratiforme, desarrollado preferentemente en los niveles superiores de la Fm. Vela. En algunos casos, se desarrolla indistintamente en la Fm. Barker o sobre la roca de base.

7. En discordancia erosiva sobre el manto de tosca regional, tiene lugar la depositación del loess de la Fm. Las Animas. El aporte eólico es fundamental, en un ambiente de estepa herbácea probablemente similar al actual. Su sedimentación continúa sobre las divisorias, hasta nuestros días.

8. En forma coetánea, posiblemente, a los depósitos basales de la Fm. Las Animas, se generan los depósitos fluviales de la Fm. Tandileofú, por lo menos en el valle del arroyo homónimo. Comienzan con arenas gruesas que hacia arriba pasan a limos arcillosos, de ambientes posiblemente playos y reductores.

9. Posteriormente, continúa la sedimentación fluvial, dando lugar a la formación del Aluvio reciente, integrado por limos grises, más o menos arenosos.

10. Mineralógicamente, se observa que sólo el vidrio volcánico y la relación montmorillonita-illita pueden ser utilizados como indicadores estratigráficos. La Fm. Barker es rica en montmorillonita, pobre en illita y prácticamente ca-

rece de vidrio volcánico, predominando el vidrio castaño sobre el incoloro. La Fm. Vela, por el contrario, es rica en illita, pobre en montmorillonita y el vidrio volcánico es un componente muy importante, siendo las trizas incoloras mucho más abundantes que las castañas. Las Fms. Las Animas y Tandileofú muestran vidrio volcánico muy abundante, escasez de vidrio castaño y la relación montmorillonita-illita es variable.

11. No se han observado indicios de variaciones climáticas de importancia en la región, en el lapso comprendido durante la depositación de las unidades descriptas. Algunas características indicarían la existencia de un período más húmedo que el actual durante la sedimentación de la Fm. Barker. No fueron hallados rasgos que señalen condiciones de extrema aridez durante la génesis de la Fm. Las Animas.

12. La secuencia estratigráfica presentada abarca quizás gran parte del Pleistoceno y posiblemente, el Plioceno superior.

---

#### OBRAS CITADAS

---

1. Borrello, A. V., Cingolani, C. A. y Méndez, E. J., (1969).- Bosquejo geotectónico del territorio bonaerense y zonas adyacentes. Actas IV Jorn. Geol. Arg., I, 91-97.
2. Burgos y Vidal, (1951).- Las regiones climáticas de la República Argentina. Rev. Meteoros, 1.
3. Folk, R. L. and Ward, W. C., (1957).- Brazos River Bar; a study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol., XXVII, 1, 3-26.
4. González Bonorino, F., Zardini, R., Figueroa, M., y Limousin, T. (1956).- Estudio Geológico de las Sierras de Olavarría y Azul. LEMIT, Serie II, nº 55, La Plata.
5. 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. Rev. Asoc. Geol. Arg., XX, 1, 67-150.
6. González Bonorino, F. y Teruggi, M. (1965).- Léxico sedimentológico. Centro de Estudiantes de Ciencias Naturales, Serie Geología, nº 2, Buenos Aires.