

---

## ARENAS FERROTITANÍFERAS Y CIRCONÍFERAS DEL LITORAL DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

María C. Cábana<sup>1</sup> y Karina Mykietiuik<sup>2</sup>

---

### INTRODUCCIÓN

#### UBICACIÓN

Las acumulaciones de hierro, titanio y circón, de origen detrítico, conocidas desde hace décadas, se encuentran ubicadas en el sector costero sudoriental de la provincia de Buenos Aires. En la zona de la bahía San Blas, partido de Carmen de Patagones, es donde históricamente se han realizado estudios, debido a que es ahí donde se presentan las mayores concentraciones de minerales opacos del litoral bonaerense. Estas acumulaciones ferrotitaníferas (circoníferas) se desarrollan, en el área mencionada, a lo largo de 30 km del área costera, tanto en las arenas de playa como en los principales cordones de médanos (figura 1).

Cabe destacar la presencia de médanos ferrotitaníferos y circoníferos en otros parajes costeros de la provincia de Buenos Aires, tales como los de Necochea, Miramar y Claromecó.

#### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

En el área de la bahía San Blas, los depósitos detríticos de la zona de playa se encuentran ubicados en la isla Jabalí, en el tramo comprendido entre la baliza La Torre y el faro Segunda Barranca, mientras que los médanos con concentraciones ferrotitaníferas están emplazados en la zona de la baliza La Ballena, Campo Brown y faro Segunda Barranca.

Según los datos obtenidos por Angelelli y Chaar (1964) para los dos ambientes mencionados, en la zona de playa el tonelaje de arenas asciende a 1.378.360 t con 234.528 t de minerales magnéticos, 1.845 t de circón y 251.000 t de rutilo, contenidos en una superficie de unas 120 ha hasta una profundidad promedio de 0,60 metros. Con respecto a los médanos, se llegó a una reserva de 2.966.037 t de arenas, incluyendo unas 500.000 t correspondientes a médanos pequeños de poca altura; dicho tonelaje incluye 439.876 t de minerales magnéticos, 3.869 t de circón y 545 t de rutilo.

Los cálculos de reservas totales registran, en cifras redondas, 1.300.000 t de minerales magnéticos con 57,3% de Fe y 14,5% de TiO<sub>2</sub> y 650.000 t de minerales no magnéticos con 44,9 % de Fe y 22,1% de TiO<sub>2</sub>, involucrando en estos últimos 10.400 t de circón y 1.400 t de rutilo, contenidas en 12.000.000 t de arena.

Angelelli y Chaar (1967) estudiaron el área de Claromecó con el fin de ampliar las perspectivas que ofrecen en conjunto las arenas costeras, en particular los médanos, como fuente de extracción de circón. El tramo estudiado abarca unos 15 km de extensión, donde se determinó 6.217.000 t de arenas con 4% de minerales magnéticos, 2% de no magnéticos, 230 g/t de circón y 40 g/t de rutilo. Con lo que se definió 258.000 t de minerales magnéticos, 129.000 t de minerales no magnéticos, incluyendo 1.450 t de circón y 260 t de rutilo.

### HISTORIA DEL DEPÓSITO

#### DESCUBRIMIENTO Y TAREAS DE EXPLORACIÓN

Los depósitos detríticos ferrotitaníferos acumulados en las arenas del sur de la faja litoral bonaerense han sido objeto, desde su descubrimiento, de numerosos estudios tendientes a definir sus posibilidades de explotación.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de La Plata, INREMI-CIC

<sup>2</sup> CONICET. Universidad Nacional de La Plata, INREMI.

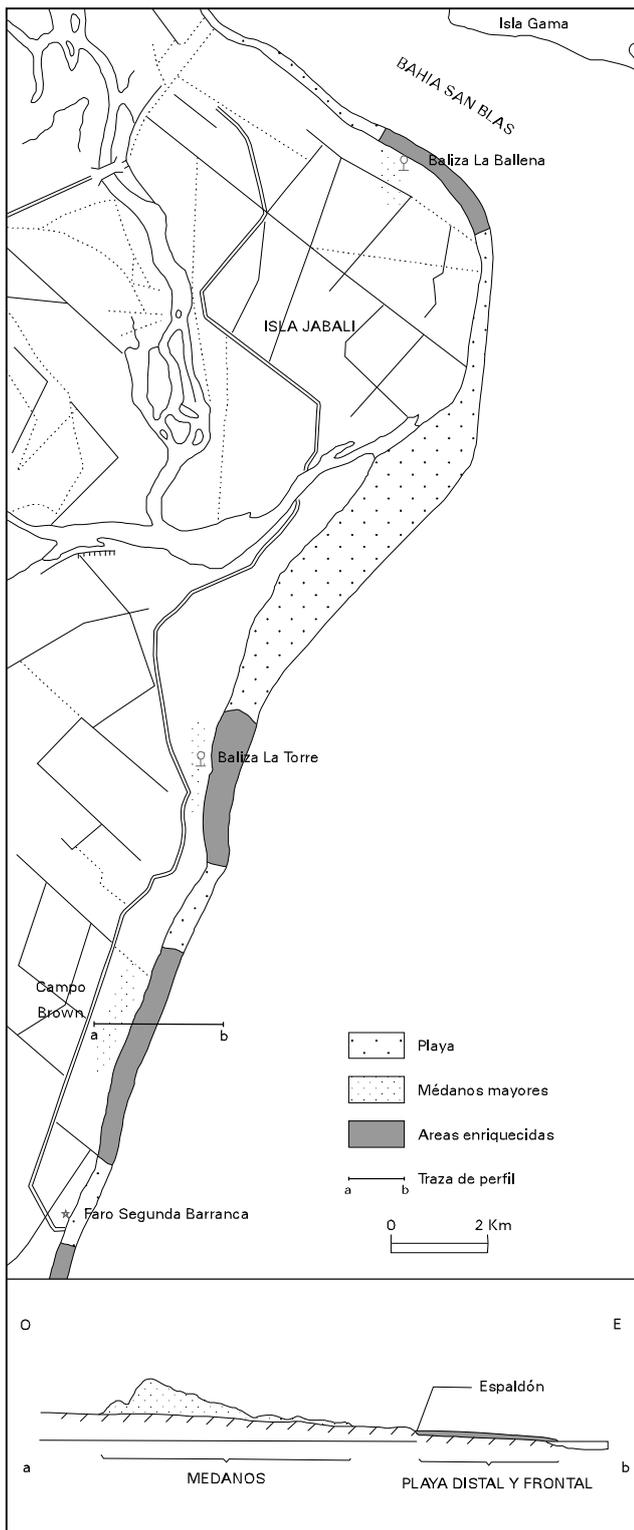


Figura 1. Distribución de arenas ferrotitaníferas en el litoral de la provincia de Buenos Aires.

La falta de continuidad temporal en su investigación se ha visto acompañada por cambios en los objetivos buscados en cada etapa. Los primeros estudios tuvieron por objetivo sólo el aprovechamiento de Fe (Lannefors, 1929, 1930)

en las arenas de playa y médanos entre Mar del Plata y Necochea. Hacia los fines de la década del '40, aparece el interés por el titanio, lo que provoca la realización de estudios de extracción como los de Molchusky (1947) y Bassi y Arnolds (1953). En 1960-61 la empresa Titanit construyó una planta piloto, que utiliza el método de separación gravitacional pero no logra concentrados adecuados.

El laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la provincia de Buenos Aires (L.E.M.I.T.) publicó en los años 1959 y 1964 los trabajos efectuados por Teruggi *et al.*, referentes a estudios realizados sobre las acumulaciones de arenas existentes entre cabo San Antonio-Bahía Blanca y Bahía Blanca-Río Negro.

En el año 1964 Angelelli y Chaar, como producto de un extenso estudio realizado por CNEA, incorporaron el circonio a los elementos ya estudiados.

Entre los años 1978 y 1980 la empresa Titanar separó unas 80 t de preconcentrados naturales de estas arenas, los que clasificó en dos fracciones utilizando separación magnética. La fracción magnética molida a -325 mallas se le entregó a Y.P.F. para utilizarla como carga pesada en los lodos de perforación. La fracción residual (colas) de la separación magnética fue procesada por el Departamento de Desarrollo de Procesos de la CNEA, donde se investigó sobre las posibilidades de beneficio en minerales pesados de estos yacimientos.

Entre los años 1985 y 1987 la CNEA efectuó un estudio donde se procesaron 40 t de arenas de playa con tamices, mesa vibratoria (tipo Wilfley) y separador magnético (tipo Pick Up, Wetheril). Se realizó, entonces, con los concentrados, fusiones reductoras escorificantes, consumando de esta manera el primer ensayo de beneficio, a escala piloto, de titanio por escorificación con producción de hierro para ferroaleaciones.

## GEOLOGÍA REGIONAL

Dentro de la llanura de la provincia de Buenos Aires se diferencian cuatro áreas principales, las que se definen sobre la base de las características de los sedimentos superficiales y sus relaciones estratigráficas. Estas áreas fueron denominadas por Fidalgo *et al.* (1975): Área Meridional, Área Interserrana y Pedemontana, Área Central y Norte y Área Noroccidental.

La zona de Bahía San Blas se encuentra dentro del Área Meridional, en la cual se diferencian claramente los sedimentos correspondientes al "Mesopotamiense", Formación Arroyo Chasicó, Formación Río Negro, Rodados Patagónicos o Rodados Tehuelches, sedimentos pertenecientes a los niveles marinos más recientes y en última instancia los sedimentos eólicos, que en muchos casos constituyen cadenas de médanos muy degradadas (Fidalgo *et al.*, 1975).

En la zona de Bahía San Blas los afloramientos que se observan pertenecen a la Formación Río Negro y a Rodados Tehuelches, sobre los cuales se depositaron los sedimentos psamíticos que conforman las arenas de playa y médanos.

La Formación Río Negro, denominada también Formación Belén, está constituida por psamitas de grano fino a medio, poco coherentes, de color gris azulado, con intercalaciones esporádicas de limolitas y arcilitas. Su origen es continental, presentando estructuras entrecruzadas y algunos niveles psefíticos. Zambrano (1976) definió el origen de estos depósitos como acumulaciones fluviales, asociando la base de los mismos a deltas y estuarios.

Esta Formación se caracteriza por la escasez de macrofósiles; los pocos conocidos son mamíferos. Pascual *et al.* (1969, en Fidalgo *et al.*, 1975) por el análisis comparado de los mamíferos establecieron una edad que atribuyen al Plioceno medio-superior. La base de esta unidad se relaciona con los sedimentos marinos del "Mesopotamiense" y varios autores coinciden que la secuencia continúa hacia su techo con los "Rodados Tehuelches" (Fidalgo *et al.*, 1975).

El sector de Claromecó se encuentra sobre la costa del Área Interserrana y Pedemontana (Fidalgo *et al.*, 1975), la que está caracterizada por presentar los denominados "sedimentos pampeanos" extensamente desarrollados. Estos sedimentos, cuya edad abarca desde el Plioceno inferior hasta el Pleistoceno más alto, han sido denominados de diferentes maneras como Formación Epecuén, Formación La Norma y Formación Ensenada, entre otras. Están constituidos preferentemente por una fracción limo más abundante, con fracciones de arena y arcilla subordinadas. Comúnmente se los ha denominado loess o limos loessoides y hasta loess limoso. Presentan generalmente aspecto masivo, aunque localmente puede llegar a observarse una estratificación grosera. El color en general es castaño con distintas tonalidades que varían del amarillento al rojizo oscuro (Fidalgo *et al.*, 1975). El resto de las unidades que se presentan corresponden al Pleistoceno-Reciente con una distribución areal muy restringida, vinculadas a procesos fluviales y en algunos casos a remoción en masa, como la Formación Las Malvinas y Formación Tandileufú, entre otras. Generalmente rematan la secuencia sedimentos eólicos con una mayor distribución regional.

## GEOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

### MORFOLOGÍA DEL DEPÓSITO: BAHÍA SAN BLAS

Los depósitos del área de Bahía San Blas están contenidos en las arenas de playa y algunos cordones de médanos, que forman parte de los materiales asignados al Holoceno.

*Depósitos de playa.* Se identifica en el área una tendencia general de ascenso relativo del territorio, sobre la base de los distintos niveles de terrazas y a los sucesivos cordones litorales ascendidos (Trebino, 1987). En un perfil esquemático típico, se observan los siguientes sectores: playa frontal, playa distal, espaldón y médano, desde la costa hacia el interior del continente.

En este caso, la playa en general presenta usualmente una pendiente suave hacia el mar de 2°-3°, con un ancho

variable entre 100 y 300 m, donde tierra adentro se encuentra generalmente limitada por médanos.

A la altura de la localidad de San Blas la playa es gravosa; sus componentes son de naturaleza volcánica, salvo rodados de jaspes y cuarzo de venas, presentando todos los clastos un alto grado de redondeamiento. Las gravas forman un cordón litoral, con fuerte pendiente hacia el mar (+10°) y a lo largo de ella se evidencia una buena selección de los rodados, desde la cresta del cordón hasta el borde del agua. El cordón litoral gravoso se repite tierra adentro con similar altura (Teruggi *et al.*, 1964).

El rasgo estructural más destacado de las playas arenosas de la costa bonaerense es, en general, la laminación, definida por cambios tanto en la granulometría como en la composición mineralógica (Thompson, 1937). El examen detallado de esta laminación revela una característica combinación textural y composicional donde los granos mayores, de menor densidad relativa, se encuentran en la parte superior de cada lámina, y los más finos, de mayor peso específico, en la base (del Río, 1988). La segregación entre granos mayores y menores, y livianos y pesados, ocurre rápidamente dentro del movimiento de sedimentación que sigue al momento de máxima erosión dentro del retrolavado.

La presencia conjunta de minerales de diferente densidad y tamaño en las láminas y estratos de depósitos de tormenta y postormentas parece estar regido en primer lugar por las fuerzas friccionales necesarias para mover a los granos (en especial a los pesados y carbonáticos), y en segundo término por las velocidades de caída de los diferentes grupos densimétricos, aunque su incidencia sería mayor en la depositación conjunta de los minerales livianos y carbonáticos (del Río, 1988).

Según del Río (1988), no existen variaciones de carácter estacional en las concentraciones de minerales pesados en el sector costero; las variaciones detectadas obedecen a fenómenos de tipo eventual.

*Depósitos de médanos.* En un perfil trazado desde la costa hacia el continente aparecen, detrás del espaldón, los médanos fijos, luego los médanos semifijos y por último, los médanos fijos cubiertos por vegetación.

La franja principal de médanos vivos en Bahía San Blas se extiende desde isla Jabalí hasta Punta Redonda.

Estas acumulaciones eólicas, producto de vientos predominantes del noreste, se disponen en forma paralela a la costa, con un rumbo general norte-sur, en cordones que cubren un ancho no mayor de 100 m, salvo los de la baliza La Ballena que alcanzan valores de 300 metros. En general, éstos no exceden los 4 m de alto, pero más hacia el sur la altura va en gradual aumento hasta llegar a unos 10 m en Punta Rasa.

Estos depósitos medanosos se encuentran principalmente constituidos por una alternancia de capas de pocos milímetros de espesor, de coloraciones oscuras y castaño claras, las que, en ciertos lugares, presentan estructura entrecruzada.

La zona medanosa en Claromecó, por su parte, posee un ancho variable que oscila entre los 1.000 y 2.000 m, y a veces más, pero las dunas de mayores dimensiones se encuentran entre los 500-600 m linderos de la costa. Las mayores alturas son de 4 a 7 m llegando, en algunos casos, hasta 15-20 metros.

Estos médanos suelen presentarse como cuerpos aislados, aunque muchas veces se observa la unión de dos o tres empalmados lateralmente. Su rumbo principal es norte-sur con variaciones noroeste-sudeste a noreste-sudoeste (Angelelli y Chaar, 1967).

#### GRANULOMETRÍA Y MINERALOGÍA DE LAS ARENAS

Las marcadas variaciones granulométricas en la zona de Bahía San Blas y Punta Redonda son contrastantes con respecto al resto del litoral bonaerense. En el caso de San Blas se observa un depósito gravoso litoral seguido tierra adentro por cordones paralelos acumulados por acción marina mediante la selección de los clastos de mayor tamaño.

Para establecer la granulometría de las arenas, Angelelli y Chaar (1967) calcularon que en la mayoría de las muestras de arenas de playa los individuos priman entre los 0,124 y 0,246 mm, los que se hallan presentes en porcentajes comprendidos generalmente entre 50 y 60%. Asimismo denotan que, en general, las muestras son algo más gruesas en playa frontal que hacia el espaldón, pero estos valores muchas veces se ven distorsionados por la participación de rodados en porcentajes bastante significativos.

El material de los médanos se diferencia del de playa por su granulometría más fina; sin embargo responden a la misma asociación, siendo predominante el tamaño de los granos entre los 0,124 y 0,246 mm, con porcentajes del 72,4%. Las arenas de los médanos de Claromecó son algo más gruesas que las de los de San Blas.

La composición mineralógica de las arenas del litoral bonaerense es muy uniforme. Están conformadas, principalmente, por plagioclasas frescas y granos subordinados de feldespatos potásicos alterados, cuarzo y líticos predominantemente de volcanitas. Esta asociación señala un marcado grado de inmadurez mineralógica que contrasta notablemente con la elevada madurez textural que presentan estas arenas, la que se refleja en la buena selección y redondeamiento de los granos, especialmente de los minerales pesados (Teruggi *et al.*, 1964).

Manteniendo los grupos definidos por Angelelli y Chaar (1967), los minerales magnéticos presentes en las arenas de la costa bonaerense consisten en titanomagnetita en cantidad dominante, asociada a ilmenita y hematita, y en menor proporción, titanomagnetita desmezclada en magnetita e ilmenita (Brodtkorb, 1964).

Dentro del grupo de los minerales pesados (no magnéticos) se menciona la presencia de piroxeno, principalmente augita e hipersteno; anfíboles como hornblenda y lamprobolita; y alteritas correspondientes a rocas basálticas, con impregnaciones de óxidos de hierro hidratado.

Los opacos, presentes en menor proporción que los magnéticos, aparecen como granos bien redondeados y con un tamaño menor que el resto de los componentes. La mayor proporción está constituida por hematita en granos puros o desmezclados en ilmenita, a veces con pasaje a rutilo o pseudobrookita, seguida de ilmenita. La mayoría de los granos de ilmenita se encuentran sin desmezcla (Brodtkorb, 1964).

En último término se menciona granate en su variedad rosado pálido e incoloro; epidoto, en granos pequeños de color verdoso (variedad pistacita según Teruggi *et al.*, 1964); circón, en cristales alargados a ovoides en su mayoría lípidos y con inclusiones fluidas; rutilo, en granos pequeños de coloración rojiza a negra; monacita; y titanita, en escasa proporción. Se menciona también la posible presencia de pequeños granos de olivina.

Dentro de los minerales livianos, se considera de cuarzo en granos redondeados a subangulosos generalmente lípidos y con inclusiones fluidas; plagioclasas mesosilícicas, como andesina y labradorita en individuos frescos con macla de albita; feldespatos potásicos, relativamente escaso y parcialmente alterado a arcillas, predominantemente ortosa y en forma subordinada microclino y algo de sanidina; pastas volcánicas; alteritas, correspondientes a minerales o pastas profundamente alterados; y restos de conchillas (CaCO<sub>3</sub>).

También se observa vidrio volcánico de composición ácida, en forma de trizas bastante redondeadas.

#### ORIGEN DE LAS ARENAS

De las conclusiones obtenidas por Teruggi *et al.* (1964), y las mencionadas por Angelelli y Chaar (1967), se puede argumentar que las posibles rocas madre de las arenas de la costa bonaerense han sido rocas volcánicas, pertenecientes a dos tipos principales: felsíticas y básicas intermedias. Esta conclusión se basa en la abundancia de granos de plagioclasa y de pastas de volcanitas, escasez de cuarzo, presencia de vidrio volcánico y la asociación especial de minerales pesados. La marcada zonalidad de las plagioclasas y la ausencia de extinción ondulante en el cuarzo permiten descartar un origen metamórfico, mientras que las inclusiones vítreas y los trozos de pasta volcánica adheridos a muchas de ellas son indicios de naturaleza extrusiva.

Estudios sedimentológicos (Teruggi *et al.*, 1959), han puesto en evidencia la similitud de los terrenos pampeanos y de las arenas costeras, lo cual induce a pensar que la mayor contribución de materiales procedería de la desintegración por acción marina de los terrenos del Plioceno y Pleistoceno aflorantes en la franja costera. Una menor proporción provendría de la región patagónica, producto del transporte por acción marina a lo largo de la costa. Las ocasionales lluvias de cenizas y el aporte de los vientos del suroeste y oeste participarían en forma reducida. Sobre estas bases se concluye que los minerales de las arenas han pasado por dos ciclos sedimentarios como mínimo (Teruggi *et al.*, 1959).

La existencia de magnetita, ilmenita y hematita se debe a la destrucción de rocas de naturaleza esencialmente básica, en tanto que la presencia de rutilo, monacita y zircón se relacionaría con rocas ácidas de tipo riolítico.

En lo referente al origen de las concentraciones de minerales pesados, no se posee una cantidad significativa de datos para poder determinar fehacientemente el área dominante de aportes. Teruggi *et al.* (1959) postularon que la acumulación de minerales pesados en diferentes lugares se produce en donde por acción de corrientes, derivas, etc., existe un aporte mayor de estos minerales. Propusieron como hipótesis que la corriente de las Malvinas transporta, mediante tracción, los granos de minerales pesados que luego deposita por pérdida de velocidad, los que posteriormente son concentrados por la acción selectiva del oleaje.

La zona de mayor concentración de minerales pesados es la playa distal (del Río, 1988); por definición este subambiente es afectado por la acción de las olas de tormenta o de condiciones de energía superiores a lo normal (King, 1972). Son en definitiva esas olas las que pueden tanto producir como destruir los placeres. Las condiciones climáticas de la costa bonaerense provocarían situaciones análogas a las de la regla de Bruun (1962), con erosión en la playa alta y la parte frontal de las dunas costeras, y depositación de sedimentos en las porciones inferiores y submareales de las playas. Los minerales de mayor densidad serían entonces un material relictual de la playa original concentrados en la playa distal (del Río, 1988).

## BIBLIOGRAFÍA

- Angelelli, V. y E. Chaar, 1964. Las arenas de la Bahía de San Blas, su Investigación por Minerales de Hierro, Titanio y Circonio. *Comisión Nacional de Energía Atómica, Informe*, 122, .
- Angelelli, V. y E. Chaar, E., 1967. Los depósitos de titanomagnetita, ilmenita y circonio de la Bahía San Blas (Tramo Baliza La Ballena-Faro Segunda Barranca). Partido Carmen de Patagones, Provincia de Buenos Aires. *Comisión Nacional de Energía Atómica, Informe*, 210.
- Bassi H. y Arnolds, 1953. Un método de concentración para explotar nuestra costa atlántica. *Ind. Minera*, 137. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M., 1964. Estudio microscópico de los minerales opacos contenidos en las arenas de Bahía San Blas, provincia de Buenos Aires. *Comisión Nacional de Energía Atómica, Informe*, 122 Apéndice.
- Bruun, P., 1962. Sea level as a cause of shore erosion. *J.Wat. Harbors Div. ASCE* 88: 117-130.
- del Río, J. L., 1988. Dinámica de las acumulaciones de minerales pesados en playas del litoral atlántico bonaerense entre Mar Chiquita y Necochea. *Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo*, tesis doctoral.
- Fidalgo, F., F. De Francesco y R. Pascual, 1975. Geología superficial de la Llanura Bonaerense. *6º Congreso Argentino, Relatorio*: 103-138.
- King, C. A. M., 1972. Beaches and Coasts. *Edit. Arnold*, London. 573 pp.
- Lannefors, N. A., 1929. Posibilidades de explotar la arena ferruginosa existente en la provincia de Buenos Aires. *Dirección General de Minería, Geología e Hidrología, Publicación*, 63. Buenos Aires.
- Lannefors, N. A., 1930. Posibilidades de explotar el hierro que contienen los médanos cercanos a la costa sur de la provincia de Buenos Aires. *Dirección General de Minería, Geología e Hidrología, Publicación*, 76. Buenos Aires.
- Molchusky, M., 1947. Estudio sobre el aislamiento del bióxido de titanio contenido en arenas titaníferas. *Revista Industria Química*, 9 (5 y 6). Buenos Aires.
- Teruggi, M. E., E. Chaar, J. R. Remiro y T. A. Limousin, 1959. Las arenas de la costa de la provincia de Buenos Aires entre cabo San Antonio y Bahía Blanca. *L.E.M.I.T. Publicación*, 77. Serie II. La Plata.
- Teruggi, M. E., M. C. Etchichury y J. R. Remiro, 1964. Las arenas de la costa de la provincia de Buenos Aires entre Bahía Blanca y Río Negro. *L.E.M.I.T. Publicación*, 81. Serie II. La Plata.
- Thompson, W.O., 1937. Original structures of beaches, bars and dunes. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 48: 723-752.
- Trebino, L. G., 1987. Geomorfología y evolución de la costa en los alrededores del pueblo de San Blas, provincia de Buenos Aires. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 42 (1-2): 9-22. Buenos Aires.
- Zambrano, J. J., 1976. Comarca de la cuenca cretácica del Colorado. *Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias*, 2: 1033. Córdoba.