

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

INFORME N.º 122

Las Arenas de la Bahía San Blas, su Investigación
por Minerales de Hierro, Titanio y Circonio
(Partido Carmen de Patagones - Provincia de Buenos Aires)

por

Victorio Angelelli y Edmundo Chaar

APENDICE

Estudio Microscópico de los Minerales Opacos Contenidos
en las Arenas de la Bahía San Blás,
Provincia de Buenos Aires

por

Milka Kronogold de Brodtkorb

BUENOS AIRES

1964

**LAS ARENAS DE LA BAHIA SAN ELAS, SU INVESTIGACION POR
MINERALES DE HIERRO, TITANIO Y CIRCONIO**

(Partido Carmen de Patagones - Provincia de Buenos Aires)

Victorio Angelelli y Edmundo Chaar

RESUMEN

Los depósitos de arenas portadoras de minerales de hierro, de titanio y de zircón de la bahía San Elas motivo del presente estudio abarcan el sector de playa comprendido entre las balizas La Ballena y La Torre, en un recorrido de 15 km, y los médanos sitos en las inmediaciones de la primer baliza mencionada.

Se trata de sedimentos psamíticos, de una granulometría fina-mediana, integrada por minerales magnéticos (magnetita titanífera), minerales y materiales livianos (cuarzo, feldespatos, vidrio, pastas volcánicas y alteritas) y minerales pesados (piroxenos, anfíboles, minerales opacos (ilmenita, hematita), zircón, granate, rutilo, monacita), presentes todos ellos en proporciones variables. Hay un enriquecimiento en minerales magnéticos y pesados de la playa baja hacia la playa alta. El material de los médanos de una granulometría más fina que el de playa, tiene aparentemente una composición mineralógica uniforme.

Los minerales útiles presentes en estos depósitos detríticos son: magnetita, ilmenita y zircón y, en mucha menor proporción rutilo e incluso monacita, en ciertas áreas.

Mediante el trazado y muestreo de siete perfiles, las reservas calculadas para el yacimiento de playa se establecen en carácter de "mineral indicado" en unas 7.926.000 t de arenas con 12,1% de minerales opacos (magnéticos y no magnéticos), 600 g/t de zircón y 80 g/t de rutilo, lo que representa un contenido de 961.840 t de minerales opacos, incluyendo en ellas unas 4.740 t de zircón y 640 t de rutilo. Dentro del ramo de playa considerado hay dos áreas de mayor concentración, de las cuales la austral, la que reviste interés, de una reserva de 2.371.500 t, en cifras redondas encierra 441.000 t de minerales opacos, involucradas en ellas 2.575 t de zircón y 352 t de rutilo. Las leyes medias de esta concentración son: 18,4 % de

minerales opacos, alrededor de 1.100 y 150 g/t de zircón y de rutilo, respectivamente. Los médanos, de un volumen de 890.000 t, contienen en carácter igualmente de "mineral indicado" 53.400 t de minerales magnéticos y 26.700 t de minerales no-magnéticos, incluyendo en éstos 658 t de zircón y 102 t de rutilo.

Las reservas totales establecidas para las arenas de playa y los médanos ascienden a 1.042.000 t de minerales de hierro y de titanio con un contenido de 569.600 t Fe y 172.000 t TiO_2 . Dicha cifra encierra, además, 5.395 t de zircón y 741 t de rutilo.

Los ensayos previos de concentración han permitido determinar que en los concentrados de mesas vibratorias el contenido en zircón llega a un promedio de 6 kg/t y en la fracción no-magnética al orden de 2%. El tenor de los concentrados de Fe y TiO_2 , es, en promedio, de 55 y 17%, respectivamente. La fracción magnética acusa una ley de 59% Fe y de 13,5% TiO_2 y la no-magnética, de 45% Fe y 22,5% TiO_2 . Mediante tratamiento de la fracción no-magnética por métodos electromagnéticos a 0,2, 0,3 y 0,4 amperio, se obtienen separados con 30 a 45% TiO_2 .

Dado el interés que existe por elaborar en el país bióxido de titanio como así también por conocer más a fondo nuestras posibilidades en zircón, se sugiere la conveniencia de proseguir con esta clase de investigación en el tramo comprendido entre la baliza La Torre y el faro Segunda Barranca, con el objeto de completar el conocimiento de este sector del litoral atlántico bonaerense considerado como el que tiene, hasta el presente, las mejores perspectivas en cuanto al aprovechamiento de minerales de hierro y de titanio.

Como un complemento al estudio de los minerales opacos contenidos en las arenas de la bahía San Blas, figura como apéndice del presente trabajo una investigación realizada por la doctora Milka Kronegold de Brodtkorb.

I - INTRODUCCION

El presente trabajo constituye una prosecución de las investigaciones anteriores que la Comisión Nacional de Energía Atómica realizó, en un primer intento, en determinadas áreas aluviales de cursos de agua existentes en las provincias de La Rioja y Catamarca, con la finalidad de determinar "grosso modo" el contenido en zircón de las mismas, en vista de la importancia que ha adquirido el circonio en la construcción de reactores nucleares, en particular como metal utilizado con ventajas sobre otros en el envainado de "elementos combustibles".

Al llevar a cabo el estudio en laboratorio de los materiales traídos de las citadas provincias, se tuvo oportunidad de investigar un concentrado de mesas rico en magnetita e ilmenita procedente de la bahía San Blas, provincia de Buenos Aires,

comprobandose la existencia de zircón en cantidad que superaba en mucho a la contenida en los minerales densos de La Rioja y Catamarca.

Este hecho motivó una gira de estudio a la mencionada ba hía en el transcurso del mes de julio de 1963, en la que parti ciparon los autores de este trabajo y el doctor Angel J.C. Del Vo, quien cooperó en las tareas practicadas en campaña. El objetivo perseguido en esta breve gira fué el de tener una idea general del contenido principalmente de zircón de las arenas de playa del sector que hace pocos años fuera objeto de un intento de explotación por parte de la Compañía Titanit, con miras a la obtención de bióxido de titanio o blanco de ti tanio, partiendo de concentrados que se lograban recurriendo a la concentración por mesas vibratorias y cuyas instalaciones aún se conservaban en la época de nuestra visita.

Y como en otros lugares de la costa atlántica bonaerense, cabe señalar para la región que nos ocupa el aprovechamiento de los minerales opacos en la zona de Punta Rubia, donde, según la Estadística Minera de la Nación, en el año 1939, se produjeron 2.794 t de concentrados de magnetita e ilmenita con destino a la industria del cemento. Próximo y al sur de Faro Segunda Barranca existe aún el galpón que albergaba las insta laciones electromagnéticas que concentraban arenas ricas.

La presente información ha debido ser encarada con miras a conocer más a fondo el contenido de todos los minerales úti les acompañantes del zircón, ya que en el supuesto beneficio de las arenas todos ellos contribuirían, en mayor o menor gra do, como ocurre en el aprovechamiento de estas clases de mate riales, a la economía del yacimiento.

II - ANTECEDENTES

Las arenas del litoral atlántico bonaerense han sido moti vo de estudios tendientes a definir, en primer término, su con tenido en hierro y posibilidades de explotación. Relativamente recientes son los encarados con miras a aprovechar el titanio que acompaña invariablemente a aquél. Independientemente de lo señalado, cabe mencionar las investigaciones geológicas a cerca de la costa meridional de la provincia de Buenos Aires, por diversos autores y en muy variadas épocas. Asimismo, las sedimentológicas y mineralógicas, incluyendo la de los minera les opacos (CORTELEZZI, 1960).

Los primeros trabajos corresponden a LANNEFORS, 1929 y 1938 y consisten en el estudio de las arenas de playa y méda nos comprendidos entre Mar del Plata y Necochea.

El laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la provincia de Buenos Aires (L.E.M.I.T.) pu blica en los años 1959 y 1964 los trabajos confeccionados por TERUGGI et al. referentes a estudios realizados sobre las are nas existentes entre cabo San Antonio - Bahía Blanca y Bahía Blanca - Río Negro, respectivamente. En ambos casos se trata

de una amplia investigación, en todos sus aspectos: morfológico, geológico, sedimentológico y mineralógico, con mención de las posibles aplicaciones de dichos materiales y de las reservas de los minerales opacos contenidos. Al segundo de los aludidos trabajos nos hemos de referir con cierta frecuencia por cuanto abarca, obviamente, el área de San Blas y su prolongación hasta Faro Segunda Barranca, sector que se indica como el que mejor perspectiva ofrece en cuanto a la explotación de minerales de hierro y de titanio.

A las Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, celebradas en la ciudad de Salta, NAVARINI, 1963, presentó un trabajo acerca del contenido en óxidos de hierro y de titanio de las arenas de la bahía San Blas y de sus reservas, aparte de otros datos relacionados con la concentración de sus minerales opacos. El tramo de playa por él considerado corresponde prácticamente al que nos ocuparemos en el presente estudio.

III - UBICACION Y RECURSOS DE LA ZONA

Los depósitos de arenas portadoras de minerales de hierro y de titanio y de zircón de San Blas, se emplazan en la bahía homónima, partido Carmen de Patagones, provincia de Buenos Aires. Comprenden las arenas de la playa de la isla Jabalí, a partir de la baliza La Ballena hasta la desembocadura del arroyo del Guanaco y su prolongación austral hasta la baliza La Torre, en un recorrido total de 15 km (figura 1), y los médanos sitos en las inmediaciones de la primer baliza mencionada.

La población de San Blas se halla situada 235 km al sur de Bahía Blanca, siguiendo la ruta nacional N° 3 hasta José B. Casas (200 km), para continuar luego por caminos de tierra por unos 35 km más. Dista de Carmen de Patagones unos 95 km hacia el ENE. Geográficamente se la localiza a los 40°35' de latitud sur y 62°14' de longitud oeste.

Posee normalmente unos 200 habitantes, cuenta con un modesto hotel y algunos negocios y es centro de atracción turística en lo que a pesca principalmente se refiere. En la costa hay diversas construcciones y un club de pesca.

El punto de embarque más próximo es la estación José B. Casas del ferrocarril Nacional General Roca.

La baliza La Ballena dista unos 5 km al SE de San Blas y se llega a ella por caminos de tierra. El Faro Segunda Barranca se encuentra situado 32 km de San Blas ó 20 km al sur de Paso Seco (cruce arroyo Guanaco).

Los cursos de agua más cercanos a San Blas son los arroyos del Jabalí y del Guanaco que bordean la isla Jabalí y que constituyen en realidad brazos de mar. Agua subterránea, de médanos, existe en la citada isla a pocos metros de profundidad, con la cual se abastece la población.

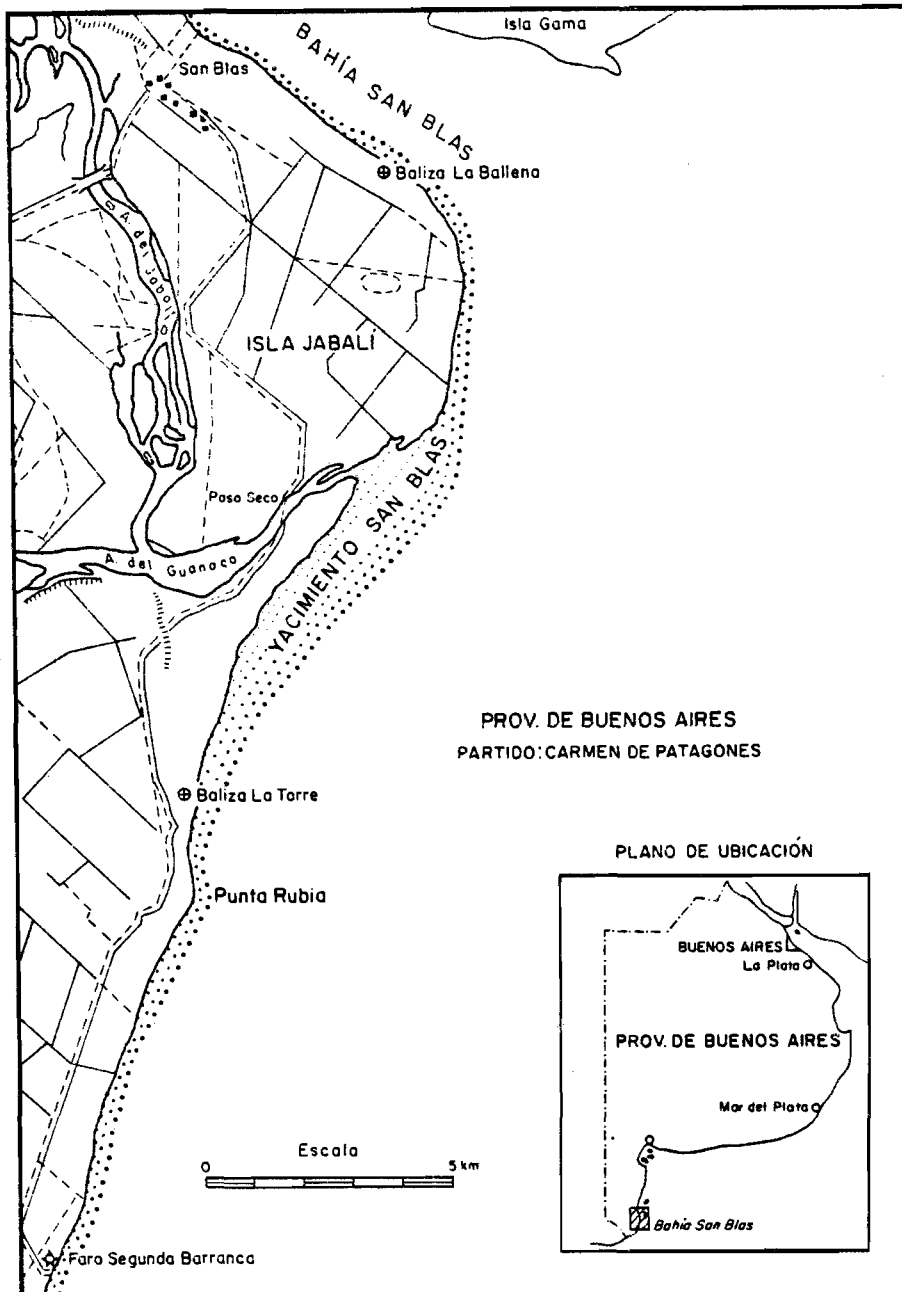


Figura 1 - Plano de ubicación del yacimiento de minerales de hierro y de titanio, San Blas.

Los recursos económicos de la zona se limitan a la agricultura y ganadería y en menor escala a la pesca.

IV- RASGOS GEOLOGICOS Y MORFOLOGICOS

En el área reconocida incluyendo el paraje Faro Segunda Barranca afloran terrenos de la formación Rionegrense, rodados o gravas acumulados o dispersos procedentes del Tehuelche y, cubriendo su casi totalidad, sedimentos psamíticos, sueltos (arenas y médanos).

El Rionegrense, atribuido al Plioceno, solo fué observado en Faro Segunda Barranca, asomando, además, según TERUGGI et al 1964, en Punta Rubia, unos 7 km al norte de aquél. Esta formación está representada por areniscas muy friables con pasajes a bancos conglomerádicos, de color gris azulado, ricas en pastas de rocas basálticas, con minerales opacos diseminados y en capitas oscuras. Este complejo, de estratificación preferentemente diagonal, incluye además cuerpos delgados de arcillas rosadas. Aquí la barranca tiene una altura de 6 a 8 m y es probable que esta formación continúe en profundidad ya que al tomar la muestra correspondiente a la playa frontal, a los 40 cm, se tropezó con una capa arcillosa compacta, de coloración rosada.

El manto de rodados Tehuelche, de edad pleistocena, que descansa sobre la formación Rionegrense no fué observado. Su material se hace presente en la playa norte y a poca distancia de la baliza La Ballena, como una acumulación llamativa. Se le encuentra diseminado a lo largo de la costa, en mayor o menor proporción, particularmente en la playa alta. La presencia de rodados, a profundidades variables según el emplazamiento de las muestras, dificultó en más de una oportunidad la extracción de las mismas. Su existencia en la playa presupone su acarreo y posterior concentración por la acción marina en su parte alta. Dichos rodados - existentes como una delgada capa en la parte superior de los médanos fijos - son de naturaleza, en su casi totalidad, volcánica (basaltos, andesitas, pórfidos) y se les atribuye un origen fluvial.

Del Holoceno se hace presente el Reciente representado por las arenas que forman las playas, los cordones medanosos vivos que la bordean, los médanos fijos y por los ya citados rodados redepositados. De estos materiales, nos ocuparemos en detalle de los de la playa y también de algunos cordones de médanos ya que los mismos encierran los minerales motivo de nuestra investigación.

Desde el punto de vista fisiográfico, la zona del yacimiento de playa que nos ocupará corresponde al tipo de costa de construcción (sin barranca), con playa arenosa, en tanto que en Faro Segunda Barranca, se observa el tipo de costa de destrucción con barranca precuaternaria, labrada en sedimento del Rionegrense.

Al norte del yacimiento, la playa arenosa está reemplazada por una gravosa con fuerte pendiente al mar (10°), que contrasta con el suave declive del resto de la costa, como se verá más adelante.

Bordeando la playa se encuentran las lomas o cordones medanosos vivos, desprovistos de toda vegetación, que fueron motivo de reconocimiento a la altura de la baliza La Ballena. Estos médanos, de forma irregular, poseen un ancho que no sobrepasa los 100 m y una altura por lo general baja, salvo aquellos sitios en la baliza La Torre. Su origen es eólico, formados por las arenas que el mar arroja a las playas, las que una vez secas son levantadas por el viento. El escaso ancho que adquieren estas acumulaciones ha sido explicado por MAURIÑO, 1956 y LIMOUSIN, 1956, como una consecuencia de la resultante de la suma vectorial de frecuencia y velocidad de los vientos, factores que determinan, además, una orientación paralela a la costa y una inclinación hacia el continente.

Hacia el interior le sigue la franja de médanos semi-fijos que en la región, al decir de TERUGGI et al, 1964, pueden llegar a tener un ancho de hasta 5 km y estar separados pocos kilómetros unos de otros. Para llegar al yacimiento, necesariamente hubo que atravesarlos a la altura del Paso Seco donde registran un ancho aproximado de un kilómetro.

V- LOS DEPOSITOS

Se distinguen dos tipos: el uno de playa, el investigado con cierto detalle a lo largo del tramo comprendido entre las balizas La Ballena por el noroeste y La Torre por el sur, y el otro representado por los cordones de médanos emplazados frente a la primera de las balizas mencionadas.

1. Depósitos de Playa.

Al pretender tratar su morfología preciso es tener presente el esquema que sobre la conformación de playa señaló TERUGGI et al, 1959. Un perfil transversal típico estaría compuesto por los siguientes tramos como lo indica la figura 2, aplicado en nuestro caso al perfil 4: 1) playa frontal; 2) playa distal; 3) espaldón y 4) médanos.

La playa frontal se extiende desde el límite de bajamar hasta la cresta y se divide en: borde inferior - que llega al límite de pleamar llamado también playa intercotidal - y borde superior. La playa distal abarca desde la cresta hasta el espaldón. Cuando la cresta es muy pronunciada puede dejar una zona bastante deprimida entre ésta y el espaldón, dando lugar a la acumulación de agua de mar (marisma) o de lluvias.

El límite entre la playa frontal y la distal está dado, como se ha dicho por la cresta (berma), acumulación arenosa de poca altura, en forma de barra, que corre paralela a la costa,

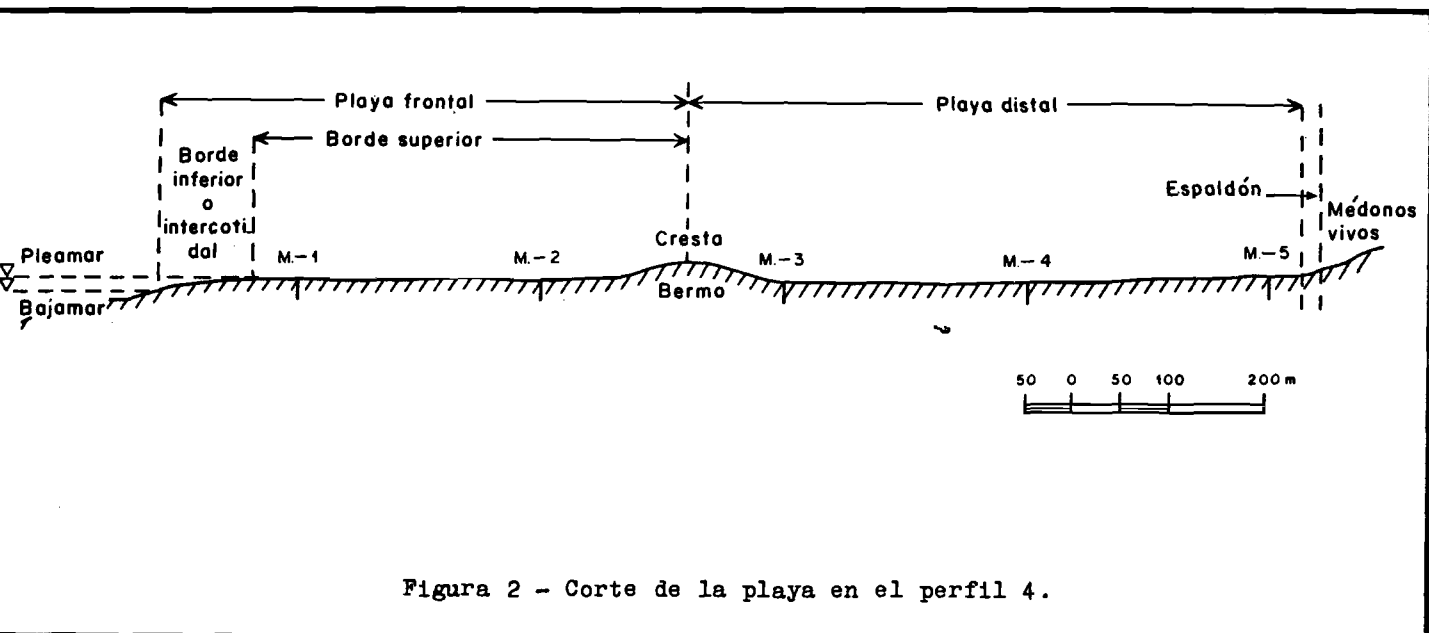


Figura 2 - Corte de la playa en el perfil 4.

ausentes en muchos casos, y cuyo origen no ha sido aún bien definido (oleaje, tormentas).

El espaldón se lo ubica entre el límite de la acción marina (playa distal) y la base del médano. Puede estar representado por un desnivel o escalón de una barranca.

Finalmente, los médanos limitados por el borde superior del espaldón.

La playa investigada presenta a la altura de la baliza La Ballena una pendiente de $2^{\circ}30'$; no presenta berma y su ancho es de unos 40-45 m hasta la base del médano. Hacia el sureste y sur la playa se va ensanchando a la vez que su inclinación decrece a tal punto que a la latitud del perfil 4 (P-4), la playa intercotidal acusa una pendiente menor de 1° por lo que se deduce que es fácilmente inundable en una extensión de unos 450 m hasta llegar al berma. Aquí la cresta tiene una anchura de 50 m y se halla salpicada de rodados y sobre ella crecen matas muy ralas. Desde la cresta hasta la base de los médanos media una distancia cercana a los 600m (playa distal). En este punto los médanos semi-fijos alternan con los médanos vivos. Es aquí donde la playa adquiere su mayor desarrollo de poco más de 1.000 m.

Hacia el sur la playa se angosta conservando las mismas características hasta la altura de P-5, donde alcanza un ancho de unos 850 m, estando en parte cubierta por matas ralas. La inclinación de la playa intercotidal es de 3° . El berma va desapareciendo en las proximidades de P-6 para formar una playa plana fácilmente inundable, con formación de marisma cerca de la línea de médanos. La distinción entre la playa frontal y distal se hace difícil y los médanos semi-fijos a fijos aparecen inmediatamente sobre el espaldón.

Yendo a P-7, límite austral de tramo estudiado, la playa es pareja y registra un ancho de unos 250-300 m, con una pendiente de 2° . Se nota la reaparición de médanos vivos que en los alrededores de la baliza La Torre tienen un desarrollo muy llamativo, alcanzando una altura de 10 m sobre el nivel de la playa.

A lo expuesto, resta considerar la presencia de rodados que se concentran en la parte alta de la playa distal y en el pie del médano.

Desde la baliza La Torre hasta Faro Segunda Barranca la playa se estrecha notablemente, en un tramo de unos 10 km, registrando en este último punto un ancho de sólo unos 55-60 m hasta el pie de la barranca.

En cuanto al empaquetamiento de las arenas, es decir a su mayor o menor compactación, en la época en que se visitó el yacimiento, se observó que en el área de P-1 y P-2 la misma es fuerte permitiendo un buen desplazamiento, no así en el tramo que va desde P-3 hacia el sur y en especial en las zonas más anchas, donde es débil y, en consecuencia, dificultoso su tránsito.

Sobre el amarillo, castaño grisáceo monótono de las arenas se destacan en ciertos parajes de la playa una coloración oscura debido a concentraciones de minerales opacos, acumulaciones que por la acción de fuertes tormentas pueden ser removidas cambiando de lugar o de extensión. Estas concentraciones en la época de nuestra visita se localizaban en la zona de la playa angosta de la baliza La Ballena y en la comprendida entre P-5 y P-7, en ambos casos donde la playa se estrecha. Así mismo, cabe destacar la oscura y rica franja que se observa en Faro Segunda Barranca.

Las mismas constituyen acumulaciones de magnetita e ilmenita, aflorantes o cubiertas por una delgada capa de arena en el área del espaldón, a veces muy puras, que acusan espesores variables de algunos centímetros hasta 10-15 cm. Dichos minerales se presentan también como sucesión de capas de escasos milímetros de espesor dentro del material arenoso, aún en los parajes que no denotan su presencia exteriormente, como lo han demostrado las observaciones practicadas en los testigos de las muestras extraídas. Finalmente, se señala su presencia como fina diseminación entre los granos de arena.

En general, las concentraciones de que se trata son superficiales y se concretan a los primeros 15, 20 y 30 cm de profundidad. Mineralización visible hasta en hondura de 70 cm se nota en algunas de las muestras sacadas del área de P-5 a P-7.

2. Médanos.

Frente a la baliza La Ballena existen - como ya se expuso - médanos que ocupan una superficie de poco más de 24 Ha. Representan dos cordones principales, de rumbo NW, paralelos a la costa, de un recorrido de hasta 800 m. Entre ambos, que alcanzan alturas máximas aproximadas de 5-6 m, aparecen otros menores, irregulares y menos desarrollados. El ancho promedio del conjunto de estos médanos es de unos 300 m.

Su masa está constituida por una alternancia de capas oscuras y pardo claras, de un espesor de pocos milímetros, con un marcado entrecruzamiento en ciertos lugares, evidenciando así la acción eólica. Es acentuada la pendiente de los cordones hacia el SW, esto es a sotavento.

El estudio de estos depósitos tiene un carácter informativo, por lo que no fueron sometidos a un muestreo ordenado y extenso.

VI - ORIGEN DE LAS ARENAS

Al respecto, dado el carácter del estudio emprendido nos limitaremos a dar una reseña acerca de las conclusiones a que arribaron TERUGGI et al, 1964, en su extensa investigación de la costa atlántica bonaerense, como sigue:

- a) Opinan que las rocas madres de las arenas han sido volcánicas, correspondientes a dos tipos principales: felíticas (riolitas, pórfidos cuarcíferos y sus tobas) y básico - intermedio (basaltos y andesitas) si se tiene en consideración la abundancia de granos de pastas, de piroxenos y opacos y también de plagioclasas intermedias. Muy reducida habría sido la participación de rocas plutónicas y metamórficas.
- b) Se descarta por falta de indicios un aporte efectivo procedente de las sierras australes de la provincia de Buenos Aires, como asimismo de los ríos Colorado y Negro que desembocan en el Atlántico. En consecuencia, sostienen la idea de que la mayor contribución de los minerales que integran las arenas costeras proceden de la desintegración por acción marina de los terrenos del Plioceno y Pleistoceno aflorantes a lo largo de la costa.
- c) Además, apoyan la hipótesis de un aporte de material por transporte fluvial y marino y ocasionalmente eólico, desde las zonas más apartadas del litoral, si se tiene en cuenta que durante el Pleistoceno y buena parte del Terciario hubo en el ambiente patagónico una sedimentación principalmente volcánica-piroclástica, parte de cuyo material por transporte fluvial llegó hasta las costas y luego por derivas y corrientes hasta el ámbito bonaerense, y también desde los centros volcánicos activos de la cordillera, a modo de lluvias de cenizas, y de las zonas áridas del centro y sur del país como contribución de la deflacción eólica.

En lo que atañe al origen de las acumulaciones de minerales opacos, de sumo interés en nuestro caso, manifiestan, por falta de mayores datos, que resulta un tanto aventurado intentar explicarlo en un todo. Dicen que si bien es conocido el mecanismo del oleaje para explicar las acumulaciones de partículas pesadas en la parte alta de la playa, quedaría en pie el problema de la disponibilidad de las mismas. Sobre el particular, sostienen que la concentración de minerales pesados se habría producido únicamente en los lugares donde, por acción de corrientes, derivas, etc., hay un aporte mayor de éstos. De donde, la acción selectiva del oleaje se vincularía directamente con la mayor cantidad de pesados en las arenas y, por consiguiente, los concentrados naturales dependerían para su formación no sólo del oleaje sino de la contribución y remoción de estos minerales.

Ello presupone un transporte de dichos minerales hasta la costa, con lo cual se explicaría el porqué de las concentraciones de magnetita y de otras especies pesadas en ciertos y determinados parajes de la costa, como ser en Necochea, Claromecó, San Blas, Segunda Barranca y también en algunos puntos del litoral patagónico, lo que tendría lugar - como se sospecha -

por corrientes marinas, como la de las Malvinas y acerca de la cual existe una relación de indicios indirectos.

Finalmente, en lo que hace a la vinculación de la magnetita, ilmenita, hematita, rutilo, monacita y zircón presentes en las arenas, con las rocas madres que contribuyeron principalmente a la formación del material de playa, señalamos las tres primeras especies indicadas como procedentes de la destrucción de rocas esencialmente de naturaleza básica (basaltos), en tanto que las restantes se relacionarían con rocas ácidas (riolitas, pórfidos cuarcíferos).

VII- EXTRACCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS

El sistema de muestreo aplicado consistió en la toma de muestras siguiendo perfiles perpendiculares a la línea de la costa. El distanciamiento entre perfiles fué de tres kilómetros salvo en los extremos del tramo investigado que, para ajustarlo a puntos fijos del terreno, entre balizas, se redujo a 2.000 m en su extremo norte (baliza La Ballena) y 1.000 m en el sur (baliza La Torre).

El emplazamiento de los lugares de la toma de muestras a lo largo de los perfiles, como así también su número, quedó supeditado al desarrollo de las líneas de muestreo. En todos los casos, la cifra mínima de muestras fué de tres, distribuidas así: una en la playa frontal (borde superior), otra a mitad de distancia entre ésta y la tercera, y esta última sita en las inmediaciones del espaldón. La numeración de las muestras comenzó con M-1, correspondiente, como ya se dijo, al borde superior de la playa frontal (figura 3).

Las muestras fueron extraídas utilizando un tubo metálico de 5 cm de diámetro, el que era introducido en las arenas hasta una profundidad de 70 cm, salvo en dos oportunidades en que por encontrarse terreno muy duro se llegó hasta los 50 cm. La profundidad señalada de 70 cm fué tomada arbitrariamente pero quedó justificada en el sector austral del tramo estudiado, por cuanto aún a esa hondura se notaba la presencia de minerales oscuros, densos, si bien en pequeñas concentraciones.

El número de muestras extraídas asciende a 28, al que deberá agregarse tres más correspondientes a un perfil trazado en Faro Segunda Barranca y cinco a los médanos de la baliza La Ballena. De estos últimos se preparó un común general representativo, lo que hace a los efectos de su estudio un total de 32 muestras.

El peso global de las muestras así sacadas de playa ascendió a 101 kg en estado seco, y el de las muestras individuales varió, de acuerdo con la consistencia de los terrenos atravesados y con su composición mineralógica, entre unos 3 y 4,5 kg.

En el cuadro I se indican los perfiles considerados, las distancias entre ellos y la separación entre muestras.

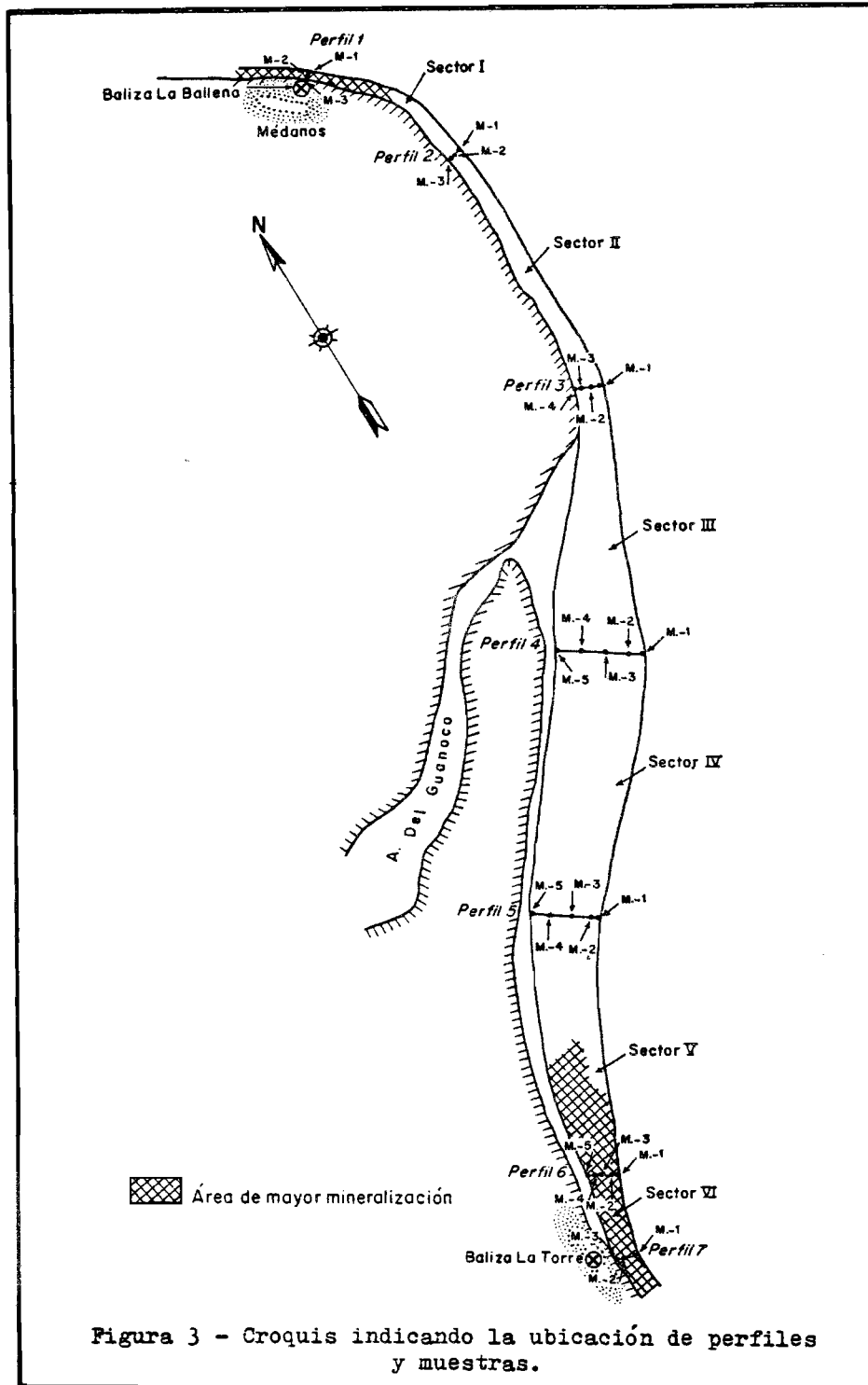


Figura 3 - Croquis indicando la ubicación de perfiles y muestras.

A los fines del estudio de las muestras, cada una fué lavada, secada y tamizada por malla 10, y luego fraccionada en el cuarteador Johnson hasta la obtención de un común de un peso aproximado de 200 a 300 g.

VIII - LAS ARENAS - SUS CARACTERISTICAS

La tonalidad de las arenas varía dentro de un color castaño-amarillento grisáceo, tonalidad que se ve oscurecida en los sectores ricos en minerales opacos constituyendo un tipo moderado de arenas negras, alcanzando su máximo oscurecimiento en la zona aledaña al Faro Segunda Barranca.

Observados a la lupa binocular los granos que las integran presentan en su amplia mayoría una forma redondeada a algo alargada; pocos son los individuos tabulares. En líneas generales, algo más de la mitad de los clastos son transparentes, incoloros y brillantes los que corresponderían a cuarzo y feldespatos. A esos, le siguen en porcentaje individuos "sucios", es decir teñidos por óxidos de hierro hidratados, de una coloración amarillenta. Luego, hay individuos verdosos, alargados (piroxenos); otros opacos, de un color gris de acero, brillantes, a la luz reflejada, que pertenecerían a magnetita e ilmenita; y finalmente otros de diversos colores que corresponderían a las pastas de rocas y alteritas, junto con pequeños clastos alargados, incoloros y redondeados rosados (zircón y granate) y restos tabulares de conchillas, de una coloración blanca lechosa a amarillenta.

En la casi totalidad de las muestras se verificó la presencia de gravas (rodados Tehuelches), de forma ovoidea, redondeada y achatada, de una coloración en general oscura y en menor proporción, clara. Se trata de rocas porfíricas y felsíticas. Su tamaño varía entre algunos milímetros y 3-4 cm, llegando en algunos casos hasta 6 cm en su diámetro mayor. En el material grueso se comprobó, además, la existencia de restos de conchillas e incluso de un pequeño trozo de conglomerado calcáreo en Faro Segunda Barranca.

Todo este material, en su conjunto, no sobrepasa del 5% del peso total de las muestras extraídas.

CUADRO I

TOMA DE MUESTRAS EN LA PLAYA ENTRE BALIZAS LA BALLENA Y LA TORRE

Perfil	Distancia entre perfiles m	Muestras	Profundidad m	Distancia entre muestras m
1	0	M-1	0,7	0
		M-2	0,7	16
		M-3	0,7	17
				33 m

Perfil	Distancia entre perfiles m	Muestras	Profundidad m	Distancia entre muestras m
2	2.000	M-1 M-2 M-3	0,7 0,5 0,5	0 35 35 <hr/> 70 m
3	3.000	M-1 M-2 M-3 M-4	0,7 0,7 0,7 0,7	0 100 100 135 <hr/> 335 m
4	3.000	M-1 M-2 M-3 M-4 M-5	0,7 0,7 0,7 0,7 0,7	0 250 250 250 250 <hr/> 1.000 m
5	3.000	M-1 M-2 M-3 M-4 M-5	0,7 0,7 0,7 0,7 0,7	0 250 250 85 250 <hr/> 835 m
6	3.000	M-1 M-2 M-3 M-4 M-5	0,7 0,7 0,7 0,7 0,7	0 100 100 100 55 <hr/> 355 m
7	1.000	M-1 M-2 M-3	0,7 0,7 0,7	0 100 100 <hr/> 200 m
Faro Segunda Barranca		M-1 M-2 M-3	0,7 0,7 0,7	0 24 24 <hr/> 48 m

1. Granulometría.

Para establecer la granulometría de las arenas se utilizó la serie de tamices Tyler y de ellos los que se detallan a continuación con las correspondientes especificaciones de las fracciones retenidas, conforme con BONORINO y TERUGGI, 1952:

Tamiz n°	Abertura de malla, mm	Denominación de la fracción retenida
32	0,495	arena gruesa
60	0,246	arena mediana
115	0,124	arena fina
250	0,061	arena muy fina

Además, se recogió una fracción menor de 0,061 mm que por ser sumamente escasa, no se consideró.

Dadas las características semejantes del material del yacimiento de playa, observadas a la lupa, se optó por definir la granulometría solamente de los perfiles 1,3, 5 y 7.

Con los valores registrados que figuran en el cuadro II se construyeron una serie de histogramas (figura 4). De su análisis, en lo referente a las muestras de playa, surge que la totalidad de los histogramas respectivos son unimodales, estando la moda en el tamiz 115; es decir, que priman individuos cuyos tamaños oscilan entre 0,124 y 0,246 mm los que se hallan presentes en porcentajes comprendidos entre 50,7 y 61,7, salvo variaciones locales como en P-5(M-1), donde la moda se desplazó hacia el tamiz 60 pero con valores bastante parecidos al del 115.

Asimismo se nota que, en general, las muestras son algo más gruesas en la playa frontal (borde superior) que hacia el espaldón.

En el Faro Segunda Barranca quedó ya indicada la presencia de material arcilloso en la playa frontal, a los 40 cm de profundidad, por lo que los porcentajes, por esta razón, se modifican algo, pero permaneciendo siempre la moda en el tamiz 115.

La muestra común de médanos tampoco escapa a la regla, ya que es típicamente unimodal y su valor tope, siempre en el correspondiente al tamiz 115, es de 72,4%.

Por lo tanto, se concluye que hay una coincidencia en cuanto a la textura se refiere, entre las muestras de la playa

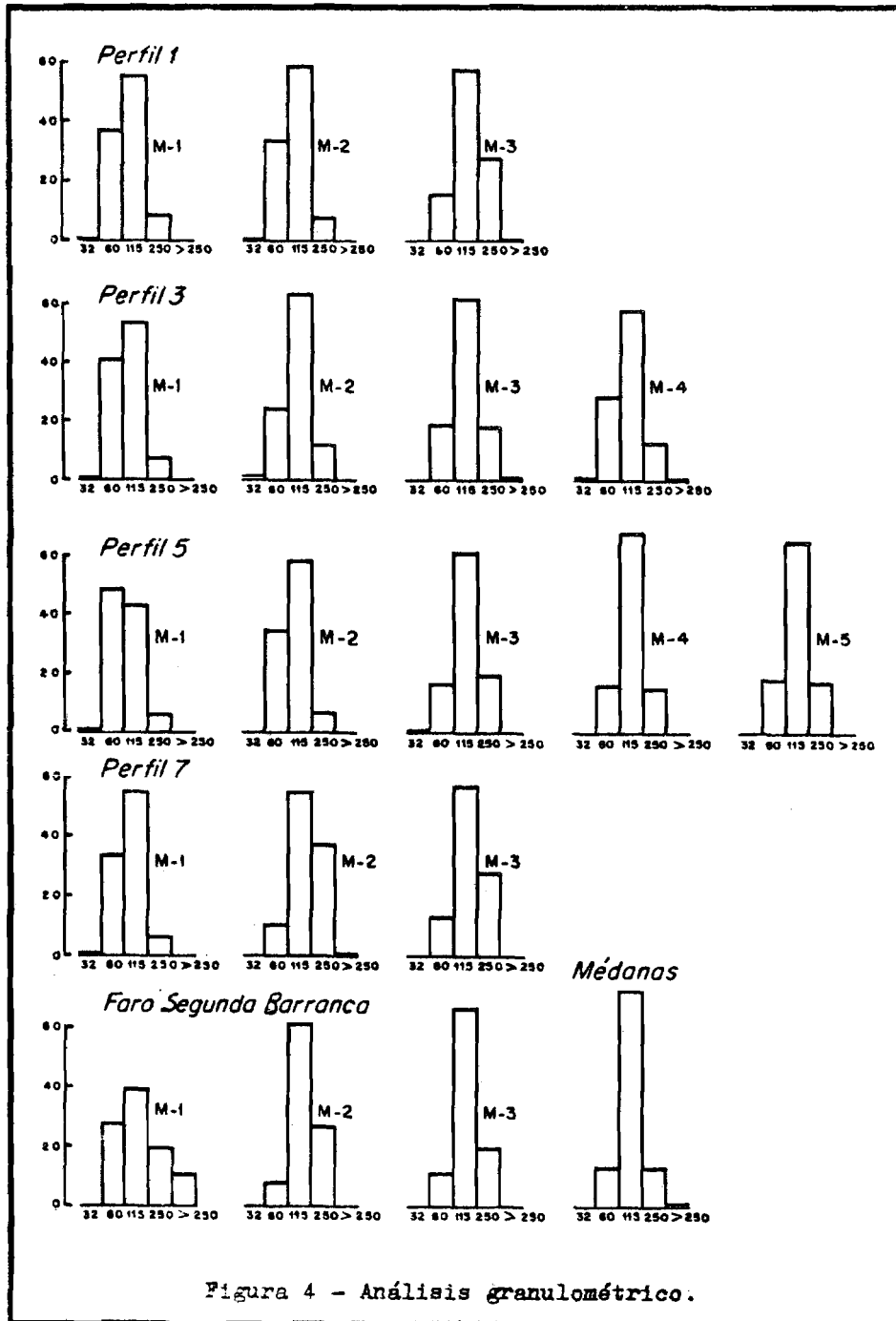


Figura 4 - Análisis granulométrico.

frontal y la distal, siendo las arenas de la playa citada en primer término (M-1) algo más gruesas por cuanto le sigue en porcentaje el material retenido por el tamiz 60, porcentaje éste que inmediatamente y a partir de las M-2 disminuye en beneficio de las fracciones siguientes. Esta coincidencia se hace extensiva a los médanos, si bien se deja expresa constancia que los valores obtenidos se refieren a una muestra común resultante de la mezcla de varias extraídas de distintas partes de los cordones reconocidos.

Además y partiendo de los valores del tamizado, se han construido curvas acumulativas de frecuencia en escala semilogarítmica, a fin de determinar los valores estadísticos: mediana, coeficiente de asimetría y coeficiente de selección.

CUADRO II

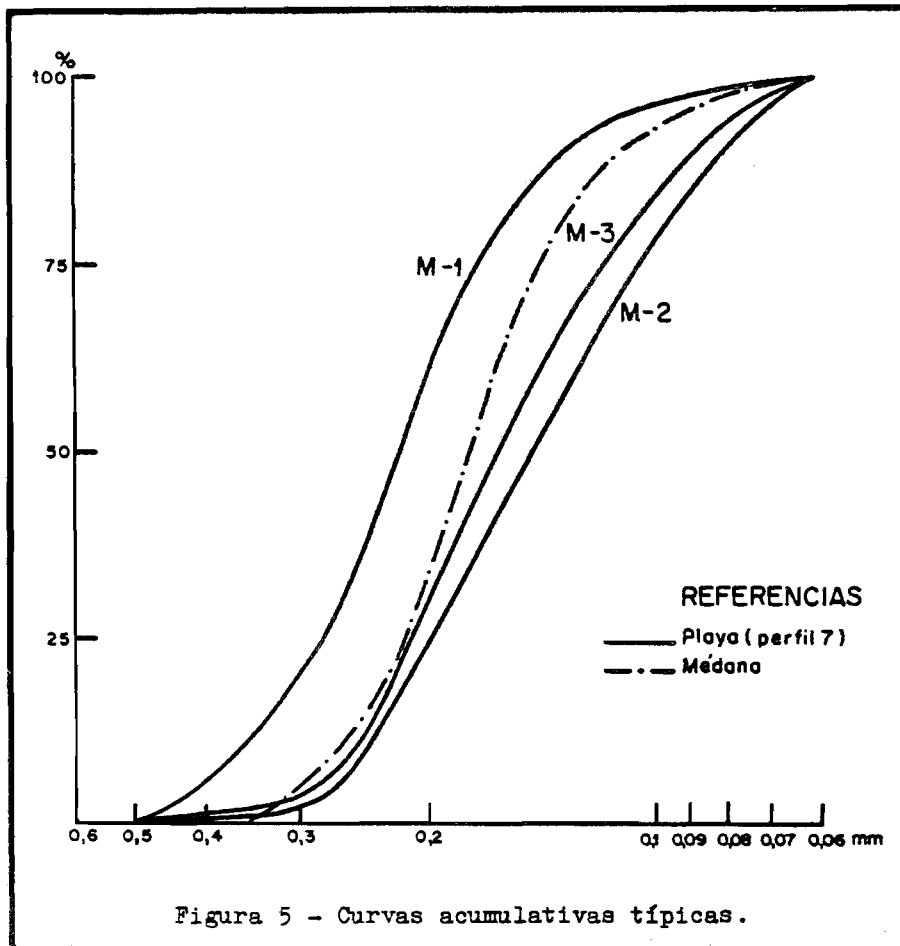
GRANULOMETRIA

Retenido por malla, %

Perfil	Muestra	32	60	115	250	>250
1	1	0,53	36,46	54,70	8,16	0,15
	2	0,23	33,94	58,15	7,52	0,16
	3	-	15,58	56,82	27,35	0,25
3	1	0,70	40,06	52,70	6,42	0,12
	2	1,08	23,80	62,30	12,44	0,38
	3	0,21	19,28	61,61	18,03	0,87
	4	1,25	28,27	57,15	13,00	0,33
5	1	1,52	48,52	43,57	6,08	0,31
	2	-	35,00	58,05	6,88	0,07
	3	0,73	17,26	61,72	20,05	0,24
	4	0,41	16,90	67,60	14,72	0,37
	5	0,02	18,14	64,07	17,04	0,73
7	1	0,63	35,70	56,21	7,16	0,30
	2	0,13	10,54	50,70	38,10	0,53
	3	0,28	13,34	57,50	28,42	0,46
Faro Segunda Barranca						
	1	0,44	28,04	40,22	19,88	11,42
	2	0,34	8,77	62,90	27,75	0,24
	3	0,08	11,32	67,69	20,73	0,18
Médanos		-	13,35	72,40	13,62	0,63

En virtud de la semejanza de estas curvas sólo se presentan, en la figura 5, una curva típica de playa baja, media y alta respectivamente y la correspondiente al común de los médanos.

Del estudio de dichas curvas se desprende que la mediana se encuentra comprendida entre 0,14 y 0,26, correspondiéndole, sin excepción, las cifras más altas de cada perfil a las muestras de playa frontal.



Además, se podría encuadrar a estas arenas dentro de la denominación siguiente (TERUGGI et al, 1959): 12 muestras corresponden a arena fina; 6 a arena fina-mediana y 1 a mediana-fina. Los valores, como ya se señaló, se hallan entremezclados, pero en general las arenas finas-medianas y la única mediana-fina pertenecen a las playas bajas, salvo en P-1 (playa media) y P-3 (playa alta).

El coeficiente de asimetría S_k varía entre 0,88 y 1,32, notándose los valores menores que 1; 6 mayores que 1 y uno en que la moda es 1, lo cual indica que ésta coincide con el diámetro medio. Estos datos señalan que la máxima selección se localiza del lado más grueso con respecto a la media en la mayoría de las muestras, sin poder determinar conclusión alguna puesto que los valores se entremezclan; no obstante ello se puede observar que oscilan muy poco con respecto a la media ya que siempre éstos ya sean mayores o menores que 1, se hallan cercanos a él.

En cuanto al coeficiente de selección S_0 varía entre 1,17 y 1,32, habiendo sólo dos guarismos extremos de 1,00 y 1,61, lo que significa que el sedimento está bien seleccionado.

2. Densidad del Material.

Se determinó la densidad aparente de las arenas tanto en estado seco como en húmedo, partiendo en todo los casos de un peso de 80 g de material de granulometría inferior a malla 10 y recurriendo a las muestras P-2, P-4 y P-6. Esta se estableció a través de la relación: peso/volumen. En la determinación de la densidad en húmedo a la muestra se le agregó agua hasta saturación completa. Los resultados registrados se indican a continuación:

Perfil	Muestra	Densidad en seco	Densidad en húmedo
P-2	M-1	1,56	1,95
	M-2	1,74	2,10
	M-3	2,00	2,35
P-4	M-1	1,60	2,10
	M-2	1,74	2,13
	M-3	1,65	2,11
	M-4	1,60	2,17
	M-5	1,77	2,20
P-6	M-1	1,65	1,96
	M-2	2,00	2,36
	M-3	2,00	2,30
	M-4	1,90	2,32
	M-5	1,97	2,35

La densidad de las arenas guarda relación obviamente, con su contenido en minerales densos y opacos en particular y también con su granulometría.

3. Composición Mineralógica.

Como primer paso para el estudio de los distintos elementos minerales que integran las arenas, se hizo una separación de los mismos en: magnéticos, livianos y pesados. Los primeros fueron separados al imán permanente, en tanto que los segundos y terceros lo fueron por medio de bromoformo (densidad 2,8).

Dada la similitud del material de los testigos, se estudiaron solamente los perfiles 1, 3, 5 y 7 como también el material de Faro Segunda Barranca y el del común de los médanos de la zona de la baliza La Ballena (Cuadro III).

Del análisis de los datos obtenidos, surge "prima facie" - como ya se ha observado en otros estudios similares - que el porcentaje tanto de los minerales magnéticos como de los pesados es bajo en la playa frontal incrementándose hacia el espaldón, comprobándose, en nuestro caso, que los valores más altos, en general, se registran en la playa media, tal vez influenciada por el berma o algún pequeño desnivel que actuó como dique de contención en la acción selectiva del oleaje.

CUADRO III
COMPOSICION MINERALOGICA APROXIMADA

Perfil	Muestra	Magnéticos %	Livianos %	Pesados %
1	1	3,4	75,7	20,9
	2	3,4	79,6	17,0
	3	16,7	38,1	45,2
3	1	1,8	94,4	3,8
	2	3,7	78,0	18,3
	3	8,4	65,6	26,0
	4	6,0	78,5	15,5
5	1	3,6	85,8	10,6
	2	3,9	79,8	16,3
	3	10,5	60,5	29,0
	4	6,4	73,5	20,1
	5	8,2	62,2	29,6
7	1	5,1	63,5	31,4
	2	23,4	30,1	46,5
	3	15,2	48,0	36,8
Faro Segunda Barranca				
	1	7,2	70,3	22,5
	2	19,1	49,0	31,9
	3	15,0	45,3	39,7
Médanos		6,0	54,6	39,4

a) Minerales Magnéticos.

Su proporción varía entre 1,8 y 23,4% para la zona de playa, notándose un incremento sensible ya a la altura de P-6 (cuadro IV) para alcanzar el valor máximo de 23,4% en la M-2 de P-7. Su contenido en Faro Segun da Barranca llega a 19,1% y a 6,0% en los médanos.

b) Minerales Livianos.

Como es lógico suponer su proporción va disminuyendo desde la playa baja hacia el espaldón, en líneas generales, y alcanza como valores tope un máximo del 94,4% y un mínimo de 30,1%.

c) Minerales Pesados.

El porcentaje de éstos, de densidad mayor de 2,8 fluctúa entre 10,6 y 46,5%, notándose - al igual que los magnéticos - un aumento en las arenas de P-7 y en el faro. En los médanos estos minerales acusan un contenido de 39,4%.

Paralelamente y a fin de determinar la distribución de estas tres fracciones dentro de la granulometría de las arenas se procedió a tamizar las muestras de P-1, P-5 y P-7 a través de las mallas 60, 115 y 250, estableciéndose que, como era de esperar, la fracción liviana se concentra en tamaños superiores a malla 60, mientras que la pesada y la magnética son retenidas en la 250, pasando por esta última una proporción mínima que no alcanza, en el mejor de los casos, al 1%. Es así que se registran valores extremos de livianos que oscilan entre 84,6 y 96,1% en la porción retenida por la malla 60, en tanto que la correspondiente a la 250 el contenido de pesados varía entre 42,1 y 68,5% y el de magnético entre 17,7 y 51,7%.

En la figura 6, se expone en una serie de histogramas los valores porcentuales de cada una de estas fracciones retenidas por las mallas citadas y el porcentaje de livianos, pesados y magnéticos dentro de cada fracción. Y al lado de cada uno de ellos se ha construido otro histograma que muestra la distribución de dichas fracciones en el total de la muestra.

La composición promedio aproximada de una muestra común general del yacimiento de playa, confeccionada con el conjunto de las muestras extraídas del mismo, acusó los siguientes guarismos: livianos, 64,5%; pesados, 25,4 y magnéticos 10,1%.

A continuación se pasará a considerar las características de los distintos elementos minerales que integran las arenas, manteniendo el ordenamiento señalado anteriormente.

Minerales Magnéticos

Consisten en titanomagnetita (magnetita con un contenido apreciable en TiO_2), en cantidad dominante, a la que se asocia

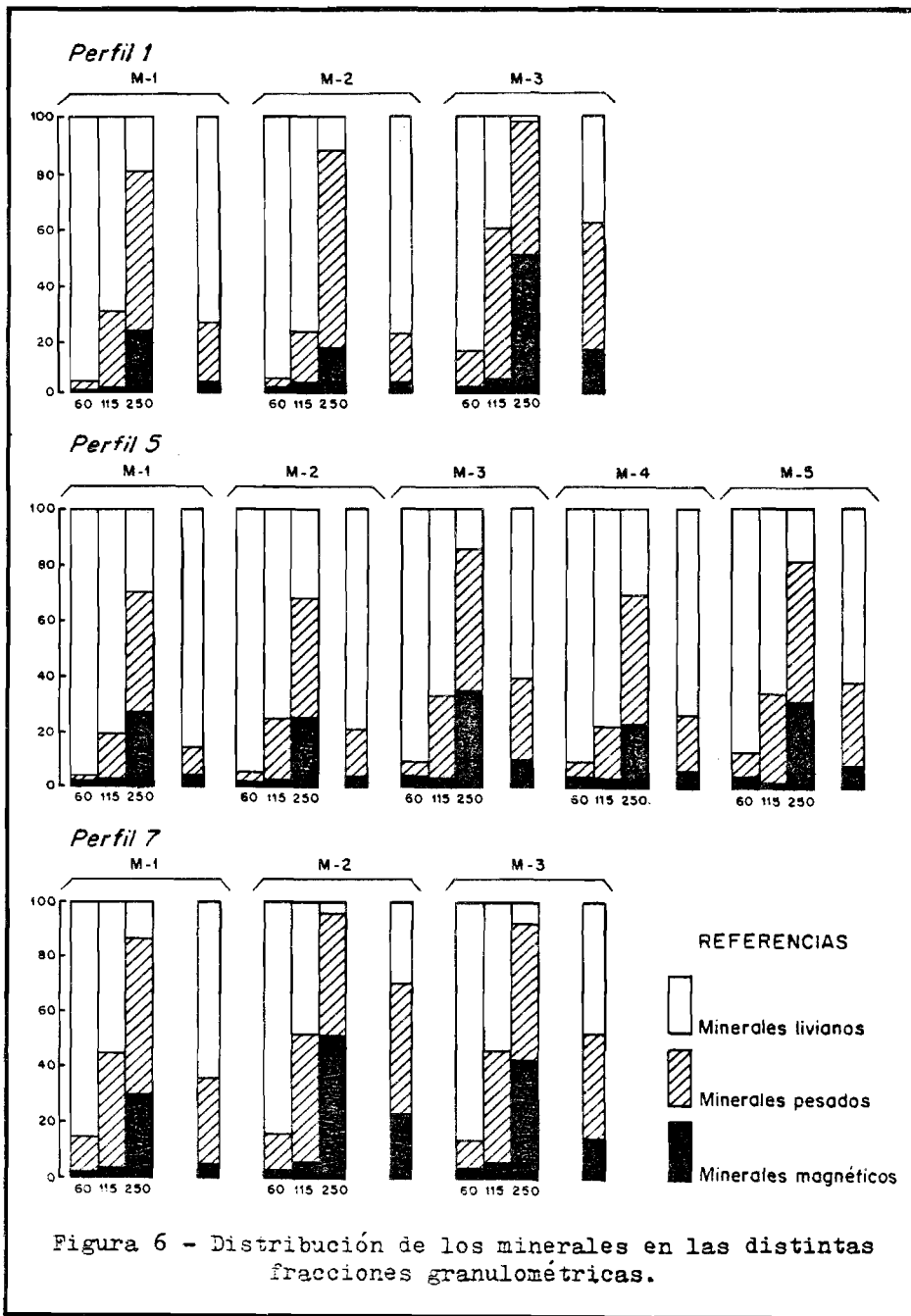


Figura 6 - Distribución de los minerales en las distintas fracciones granulométricas.

muy escasa magnetita, y también escasa titanomagnetita desmezclada en magnetita e ilmenita, conforme con las observaciones practicadas en cortes pulidos por la doctora Milka Kronegold de Brodtkorb (ver Apéndice).

Un análisis granulométrico realizado sobre los minerales magnéticos pertenecientes a un común general de todas las muestras extraídas del yacimiento de playa, acusó los siguientes valores:

Retenido s/malla nº	%
60	4,7
115	27,2
250	67,4
> 250	0,7

El mayor porcentaje se halla comprendido entre 0,25 y 0,062 mm. Si se toma como límite más grueso el material retenido por malla 115, es decir lo que pasó a través de malla 60 (0,5 mm), este valor se eleva a más del 95%.

Minerales Lívianos

Cuarzo.

Se presenta en granos redondeados a subangulosos, en general límpidos; un cierto porcentaje es "sucio", es decir teñidos de óxidos de hierro hidratados. La mayoría tiene inclusiones fluídas y raramente del tipo sólido (aciculares).

Plagioclasas.

Su forma es semejante a la del cuarzo, aunque, al parecer, hay una mayor proporción de individuos redondeados. En general muestran un hábito alargado y en muchos clastos se notan inclusiones preferentemente sólidas o negativas. El tipo de macla más común, cuando es visible, es el de albita, notándose un relativo porcentaje de zonalidad. En cuanto a su variedad, estas corresponderían a mesosilísica con predominio neto de andesita-labradorita.

Feldespatos Potásicos.

Su participación es baja. Los granos son redondeados y, por lo común, parcialmente alterados. Están representados por ortosa y raro microclino, habiéndose, además, visualizados dos o tres clastos de sanidina.

Vidrio Volcánico.

Se lo ha encontrado esporádicamente. Se lo observa en trizas bastante redondeadas, prevaleciendo la variedad incolora. Pocos son los granos de color castaño. En su totalidad pertenecen al tipo ácido ($I < 1,54$).

Pastas Volcánicas.

En clastos redondeados a ovoides, alterados, que a la luz reflejada demuestran hallarse impregnados de óxidos de hierro hidratados. Se los individualiza por su extinción de mosaico. Tienen una textura felsítica.

Alteritas.

Corresponden a individuos profundamente alterados, de diverso origen (pastas, feldespatos, etc.), poco traslúcidos a opacos, los que a la luz reflejada acusan una coloración blanco amarillenta a castaña y aún rojiza. Su forma es redondeada a algo ovoidal.

Carbonato de Calcio.

En granos redondeados a alargados, de aspecto fibroso. Se lo encuentra, en general, en baja proporción y corresponden a restos de conchillas.

Minerales Pesados**Piroxenos.**

Se identificaron dos especies: hipersteno y augita, con neta preponderancia del primero. El hipersteno se presenta en granos de forma por lo general alargada (habanos) a ovoide, en su gran mayoría son redondeados. La casi totalidad tienen inclusiones opacas, en mayor o menor grado, a veces orientadas. Los individuos se muestran en estado fresco y, en general, poseen el color y pleocroismo característicos. La augita está presente en granos algo menos redondeados que los de hipersteno. Comúnmente adopta una forma ovoidal, habiendo individuos sin forma definida que llegan a ser de difícil observación. De una coloración verde pálida intensa, sus individuos, que se halla en estado fresco, encierran también inclusiones opacas.

Anfíboles.

Se distingue la hornblenda común y la lamprobolita. La primera se la observa como granos redondeados, de color verde y castaño, pleocróicos. Los individuos se presentan frescos y carecen de inclusiones. La segunda variedad, bastante escasa, está constituida por individuos redondeados de tamaño más pequeño que la anterior, es fuertemente pleocroica.

Granate.

En general de color rosado pálido, en menor proporción in coloro. De forma redondeada y de bordes generalmente subangulosos.

Epidoto.

Muy escaso. En granos pequeños, de color verde "sucio".

Zircón.

Se presenta en cristales en su gran mayoría de forma alargada hasta ovoide. Se aprecia una gradación entre clastos que tienen una forma prismática definida, con sus caras cristalográficas bien desarrolladas (cristales bipiramidados), hasta los individuos bien redondeados, algo alargados según el eje c (figura 7). Su color predominante es el rosado claro, habiéndose hallado raros individuos rosado oscuros y aún incoloros.

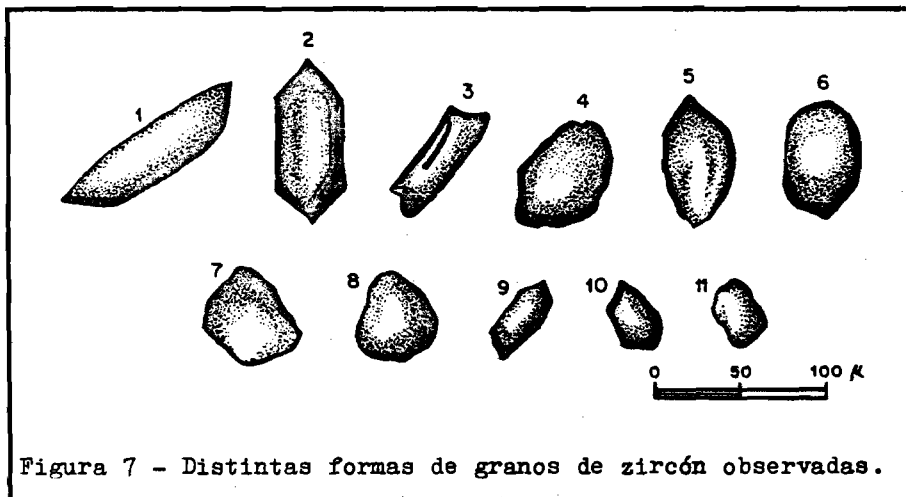


Figura 7 - Distintas formas de granos de zircón observadas.

Su birrefringencia y extinción son características. La mayoría son totalmente lípidos y constituyen individuos completamente liberados. Contienen en su interior regular cantidad de inclusiones del tipo fluido; las del tipo sólido, cuando están presentes, son más o menos redondeadas y en menor proporción acicular, no identificable debido a su escaso tamaño.

Sólo en dos o tres casos, estudiando preparaciones de concentrados del mineral que nos ocupa, se observaron granos que podrían presentar signos incipientes de alteración.

Por ser uno de los minerales que hacen a los fines de nuestro estudio y a los efectos de determinar con la mayor

exactitud posible su granulometría, se realizó un tamizado sobre un concentrado de pureza algo superior al 95% que arrojó los siguientes resultados:

Ret. por tamiz n°	Abertura de malla en μ	%
120	125	1,5
140	105	18,0
170	88	45,1
200	74	27,5
250	62	7,0
> 250	< 62	0,9

De donde se desprende que más del 90% tienen un tamaño comprendido entre 125 y 74 μ , valor que se acrecienta a más del 97% si se toma como tamaño mínimo 62 μ .

Finalmente, el análisis químico de un concentrado obtenido con el Frantz al tratar el material de mesas de la firma Titanit, practicado por el doctor Carlos A. Gordillo, acusó un tenor de 59,4% ZrO_2 , lo que correspondería a una pureza de más o menos 88% de zircón.

Rutilo.

Se presenta también en individuos pequeños, de forma ovoides a irregular con una coloración que varía de rojo hasta negro, identificable sólo colocando el condensador.

Monacita.

En clastos redondeados a ligeramente ovoides, de color amarillento, a veces muy difícil de reconocer por carecer totalmente de forma cristalina. Su presencia se ha verificado particularmente en los perfiles más ricos en minerales densos, es decir en el sector norte (P-1 y P-2), en el del sur (P-6 y P-7) y en Faro Segunda Barranca. También su existencia fue verificada en la arena de los médanos. Su porcentaje, dentro de los minerales pesados separados con yoduro de metileno de la porción correspondiente a más de 1,5 amperios (Frantz), alcanza un 20%. La proporción máxima registrada es de 386 g/t en la M-2 de P-7.

Titanita.

Es otro de los minerales determinados en muy escasa cantidad. Se presenta en granos pequeños y redondeados, con su característica alta birrefringencia.

Minerales Opacos.

Entre estos minerales no-magnéticos se halla presente en proporción de abundancia la hematita en primer término y en segundo, la ilmenita. La hematita se la observa en granos puros o desmezclados en ilmenita a veces con pasaje a rutilo o pseudobrookita. Esta especie pura suele presentarse alterada en óxidos de hierro hidratados. Los granos de ilmenita se muestran en su casi totalidad sin desmezcla (ver Apéndice).

Pastas Volcánicas y Alteritas.

Presentan las mismas características que las que poseen la fracción de livianos, estribando su mayor peso específico en que procederían de rocas basálticas, estando además fuertemente impregnadas de óxidos de hierro hidratado.

Para concluir con este apartado sólo restaría considerar la participación del hierro y del titanio en el conjunto de los elementos mineralógicos que integran estas arenas.

Si se efectúa un análisis de las arenas en sí por los citados metales, los valores que se registran no proporcionan datos precisos acerca de los principales minerales de hierro y de titanio que podrían aprovecharse. En efecto, el hierro está presente no sólo en la magnetita, hematita e ilmenita en los clastos liberados, sino también como pequeñísimas inclusiones en los piroxenos, en el cuarzo, en las pastas y alteritas, a la vez que al estado de óxidos hidratados impregna en grado distinto los diversos elementos constitutivos de las arenas. El titanio, independientemente de su participación en la ilmenita, rutilo y pseudobrookita en los granos liberados y en las inclusiones, se le encuentra tomando parte de la composición de los minerales fémcicos, particularmente en las hornblendas basálticas.

Los análisis practicados con el objeto de conocer el contenido en Fe y TiO_2 de las fracciones de minerales magnéticos, livianos y pesados, partiendo de una muestra común general del yacimiento de playa, arrojaron los siguientes valores:

	Fe %	TiO_2 %
Común general	11,50	2,10
Minerales magnéticos	56,40	11,50
Minerales livianos	2,44	0,33
Minerales pesados	16,45	3,96

Su distribución teniendo en cuenta la proporción de cada una de las fracciones mencionadas sobre el total, es:

	Proporción %	Fe %	TiO ₂ %	Sobre Total	
				Fe %	TiO ₂ %
Minerales magnéticos	10,1	5,27	1,15	47,8	48,5
Minerales livianos	25,4	1,57	0,21	14,2	8,9
Minerales pesados	64,5	4,18	1,01	38,0	42,6
Totales	100,0	11,02	2,37	100,0	100,0

IX - SEPARACION DE LOS MINERALES MAGNETICOS Y DEL ZIRCON

Los minerales de interés contenidos en las arenas son: la magnetita, los minerales opacos no-magnéticos y el zircón, ordenados en cuanto a cantidad. De éstos se tratará en este apartado el primero y el tercero, dejando para más adelante la determinación de los segundos, la que se llevará a cabo por vía indirecta a partir de los concentrados.

1. Minerales Magnéticos.

Se realizó utilizando un imán permanente (acero al cobalto) y partiendo de 25 g de muestra común. Se trató de que el material separado fuera lo más limpio posible. Los porcentajes establecidos se indican en el cuadro IV.

2. Zircón.

Aprovechando la propiedad diamagnética de este ortosilicato, su separación se efectuó recurriendo al separador Isodinámico Frantz, disponiendo el mismo en una posición de 15° de derecha a izquierda y de 25° de adelante hacia atrás. Esta operación se aprovechó, además, para establecer la proporción de rutilo liberado presente invariablemente con el zircón, en la última fracción separada con el aparato mencionado.

Los pasos dados en tal sentido fueron:

- a) La fracción restante luego de la separación de los minerales magnéticos indicada anteriormente, constituyó el material de las muestras que se sometió a pasajes en el Frantz. En vista de que el tamaño de los minerales que interesan queda comprendido en su casi totalidad por debajo de malla 115, se redujo el peso de la muestra tamizándola y recogiendo para mayor seguridad la fracción que pasa por malla 60. Se obtuvo así una reducción no despreciable del paso original, que favoreció el tiempo de pasaje por el Frantz.
- b) Cada muestra así preparada fué luego sometida a cinco pasajes, a las intensidades 0,1, 0,2, 0,4, 0,6 y 1,5 amperios, previos ensayos de orientación que se efec

tuaron al respecto. En todos los casos se retuvo la fracción diamagnética superior a 1,5 amperios que es donde se concentra el zircón y el rutilo.

- c) De las porciones resultantes de la operación b), se les eliminaron los minerales livianos, tratándolas con yoduro de metileno, de densidad 3,3, en un separador Clerici. Se recogió la porción densa cuyo peso se determinó en una balanza Mettler, dicho peso como así mismo su correspondiente contenido en gramos por tonelada de arena se expone en cuadro V.
- d) Con el material de la porción obtenido en c) se hicieron preparaciones que luego fueron sometidas a su recuento en lo que concierne a zircón y rutilo principalmente, calculándose finalmente el porcentaje respectivo y, en consecuencia, el contenido en gramos por tonelada (cuadro V). En la operación de recuento se determinó la presencia de monacita, alteritas y otros. Se prescindió de la corrección del casi 5% de material superior a malla 10 que contiene las arenas, ya que el error que se comete en el recuento ha de superar en más o menos la cifra indicada.

CUADRO IV

CONTENIDO EN MINERALES MAGNÉTICOS AL IMAN PERMANENTE DE LAS ARENAS

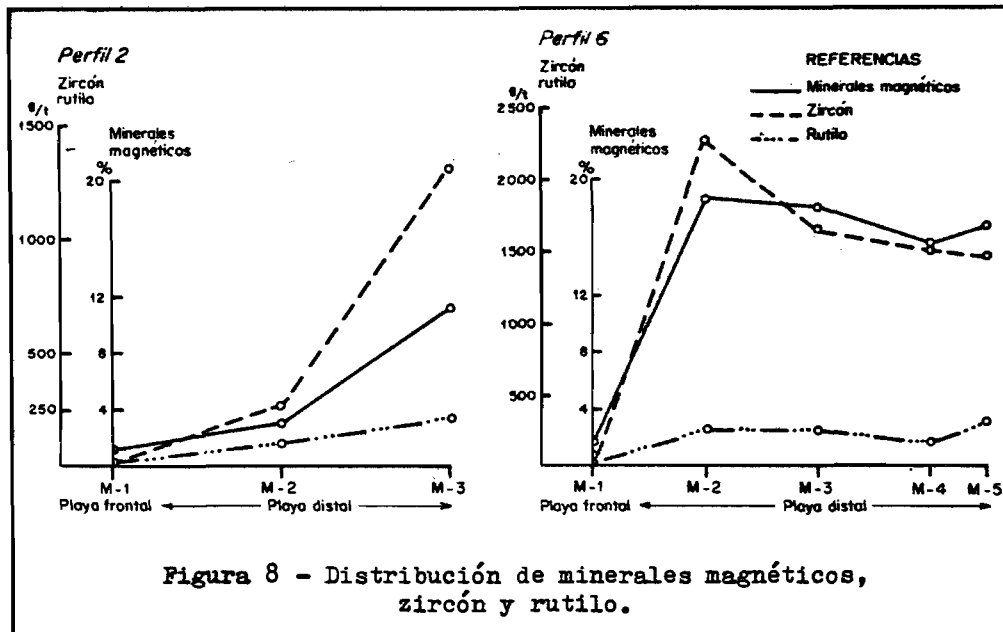
Perfil 1		Perfil 2	
M-1	3,4%	M-1	1,4%
M-2	3,4%	M-2	3,2%
M-3	16,7%	M-3	11,6%
Perfil 3		Perfil 4	
M-1	1,8%	M-1	1,4%
M-2	3,7%	M-2	6,2%
M-3	8,4%	M-3	7,0%
M-4	6,0%	M-4	3,2%
		M-5	12,9%
Perfil 5		Perfil 6	
M-1	3,6%	M-1	2,0%
M-2	3,9%	M-2	19,0%
M-3	10,5%	M-3	17,9%
M-4	6,4%	M-4	15,7%
M-5	8,2%	M-5	16,7%
Perfil 7		Faro Segunda Barranca	
M-1	5,1%	M-1	7,4%
M-2	23,4%	M-2	19,1%
M-3	15,4%	M-3	15,0%
Médanos baliza La Ba-			
llena:.....	6,0%		

CUADRO V
CONTENIDO EN ZIRCON Y RUTILO DE LAS ARENAS DE BAHIA SAN ELAS

	% del recuento			Contenido minerales densidad >3,3 g/t	Contenido de las arenas en g/t	
	Zircón	Rutilo	Otros (1)		Zircón	Rutilo
Perfil 1						
M-1	26	4	70	560	145	22
M-2	54	7	39	360	194	25
M-3	53	11	46	3.720	1.972	409
Perfil 2						
M-1	22	3	75	80	17	2
M-2	46	18	36	560	258	101
M-3	65	11	24	1.960	1.274	215
Perfil 3						
M-1	22	5	73	60	13	3
M-2	81	7	12	320	259	22
M-3	88	7	5	800	704	56
M-4	84	13	3	520	437	67
Perfil 4						
M-1	71	11	18	80	57	9
M-2	84	11	15	520	437	57
M-3	84	10	16	400	336	40
M-4	66	12	22	240	158	29
M-5	84	10	16	1.160	974	116
Perfil 5						
M-1	72	12	16	240	173	29
M-2	68	15	17	320	218	48
M-3	83	9	8	640	531	60
M-4	77	7	16	280	216	20
M-5	83	8	9	680	564	54

	% del recuento			Contenido minerales densidad >3,3 g/t	Contenido de las arenas en g/t	
	Zircón	Rutilo	Otros (1)		Zircón	Rutilo
Perfil 6						
M-1	42	9	49	160	75	14
M-2	77	8	15	3.000	2.310	240
M-3	68	10	22	2.440	1.659	244
M-4	73	9	18	2.120	1.548	191
M-5	69	13	25	2.360	1.463	307
Perfil 7						
M-1	45	8	47	560	252	45
M-2	50	14	36	2.760	1.280	386
M-3	56	9	35	2.040	1.142	184
Faro Segunda Barranca						
M-1	64	14	22	1.040	665	145
M-2	65	11	24	2.680	1.742	285
M-3	64	11	25	1.840	1.178	202
Muestra especial (10 cm espesor)						
	85	8	7	5.880	5.000	470
Médanos (Baliza La Ballena)						
	23	4	73	3.200	740	115

(1) Alteritas, monacita, piroxenos, etc.



Del análisis de los resultados expuestos en cuadros 4 y 5, en lo que a la distribución de los minerales magnéticos, zircón y rutilo se refiere, se infiere lo siguiente:

1. No existe una relación definida entre las proporciones de minerales magnéticos y las de zircón y rutilo, pero sí evidentemente un enriquecimiento de estos últimos en los lugares de mayor abundancia de aquéllos.
2. Hay un marcado aumento en los minerales magnéticos y en general de los pesados de la playa frontal hacia el espaldón, como consecuencia de la acción del oleaje. El material de la playa frontal registra un contenido que va desde 1,4 hasta 3,6%. Los guarismos más altos recaen lógicamente en las áreas de mayor concentración alcanzando hasta 23,4% en el P-7. En la muestra especial extraída de Faro Segunda Barranca se determinó un porcentaje de 52,8 de minerales magnéticos.
3. Lo expresado en cuanto a la distribución de los magnéticos en sentido transversal a la playa, es válido para el zircón y rutilo. Los valores hallados para el zircón varían ampliamente entre un mínimo de 13-17 g/t hasta un máximo de más de 1.100 en muestras de los dos últimos perfiles (P-6 y P-7) y también en el de Faro Segunda Barranca. En la muestra especial de este último paraje se registró un contenido de 5.000 g/t de zircón.
4. La proporción de rutilo establecida tanto en las arenas de playa como en los médanos es baja, llegando a val

res máximos de 386 y 409 g/t, siendo de 470 para la muestra especial de Faro Segunda Barranca. La relación zircón-rutilo oscila entre 3:1 y 13:1.

Los gráficos de figura 8 dan una idea de la distribución de los minerales considerados a través de la playa y el de figura 9 a lo largo del tramo investigado, partiendo de los valores ponderados correspondientes a cada perfil.

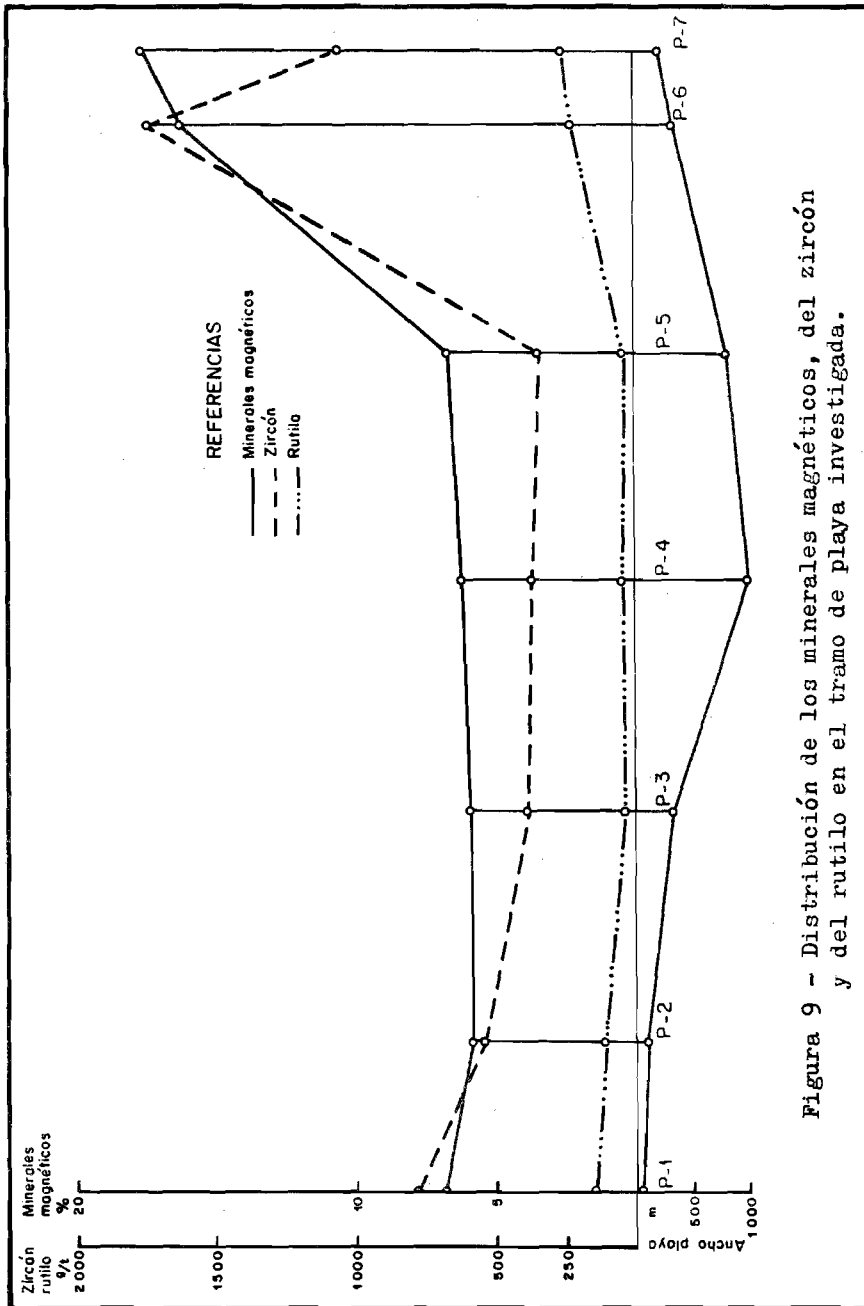


Figura 9 - Distribución de los minerales magnéticos, del zircón y del rutilo en el tramo de playa investigada.

X - ENSAYOS DE CONCENTRACION DE LAS ARENAS

Conociendo, por un estudio anterior efectuado sobre un concentrado de mesa obtenida por la firma Titanit (ANGELELLI, MUSET y CHAAR, 1963), la existencia de apreciables proporciones de minerales opacos no atraídos por el imán permanente, se procedió a practicar algunos ensayos de concentración gravitacional a fin de determinar aproximativamente la cantidad de éstos con respecto a los magnéticos.

Las pruebas realizadas tienen un carácter informativo y, en consecuencia, no aportan datos concretos en cuanto a la recuperación real que del tratamiento de estas arenas puede obtenerse, si llegado el caso se recurriera al empleo de mesas vibratorias. Prescindiendo entonces del factor recuperación, se trató de obtener concentrados de alta pureza que permitiera conocer su ley en hierro y en bióxido de titanio, a la vez que el grado de enriquecimiento en zircón.

A tal efecto, se partió de las muestras que integran los perfiles 5, 6 y 7, vale decir los del área que acusa mayor concentración de minerales densos en general. Dichas muestras, a las que se les eliminó el material superior a malla 30, se mezclaron y homogeneizaron por perfil, siendo su peso: P-5, 10,440 kg; P-6, 9,010 kg y P-7, 5,380 kg.

Con el material de cada perfil se alimentó una pequeña mesa vibratoria del tipo Deister Overstrom de la División Tratamientos Físicos del Servicio de Hidrometalurgia de la Gerencia de Materias Primas, recogiendo la ceja más oscura tanto del material en su primer pasada como también las del pasaje de las medianías, operación ésta que se repitió hasta tres veces. El peso de los concentrados recogidos fué de 558, 1.930 y 808 g para P-5, P-6 y P-7, respectivamente.

De los concentrados obtenidos se tomaron comunes de 20g, con el objeto de establecer su composición en lo que atañe a minerales magnéticos y no-magnéticos, registrándose los resultados siguientes, a los que se agregan los pertinentes a la muestra del concentrado procedente de la firma Titanit, con fines comparativos:

Perfil	Magnéticos %	No-Magnéticos %
5	65,40	34,60
6	67,40	32,60
7	69,65	30,35
Titanit	67,50	32,50

De donde surge que la proporción de minerales magnéticos con relación a los no-magnéticos es, en promedio y en cifras redondas, de 2:1. La fracción no-magnética está representada por minerales opacos en cantidad dominante, más ricos en titanio que los magnéticos; y a los que se suman: piroxenos, hornblenda, zircón, granate, rutilo e inclusive minerales livianos, en pequeñas proporciones.

Los concentrados acusan un porcentaje en minerales opacos del orden de 90 a 95%.

Los contenidos en hierro y en bióxido de titanio de los concentrados y de las fracciones consideradas son los siguientes:

Procedencia	Concentrados		Magnéticos		No-magnéticos	
	Fe%	TiO ₂ %	Fe%	TiO ₂ %	Fe%	TiO ₂ %
P-5	52,9	15,8	59,6	14,1	45,2	22,4
P-6	57,7	17,4	58,1	13,1	44,7	22,9
P-7	55,4	17,8	59,0	13,1	47,6	22,6

Recurriendo al separador isodinámico Frantz se determinaron los contenidos en zircón y en rutilo de la fracción no-magnética, cuyos resultados se expresan a continuación, al mismo tiempo que los correspondientes a los concentrados:

Procedencia	En fracción no-magnética		En concentrados	
	Zircón %	Rutilo %	Zircón kg/t	Rutilo g/t
P-5	1,73	0,016	6,0	56
P-6	1,93	0,103	6,4	680
P-7	2,14	0,050	6,5	160
Titanit	2,00	0,050	6,5	500

Estas cifras, referidas al zircón revelan un contenido más o menos parejo tanto en los concentrados cuanto en el material de la fracción no-magnética, con recuperación - en las condiciones en que se llevaron a cabo los ensayos - del orden de 70 a 80% del zircón contenido en el material tratado. Las del rutilo, en cambio, son bajas, con pérdida que van del 38 hasta el 88%.

Los rendimientos en minerales magnéticos y no-magnéticos fueron de alrededor de 45 a 50 para P-7 y P-5 y de 78% para P-6.

La relación de enriquecimiento del zircón en los concentrados con respecto al tenor originario de las arenas es de 3,5:1 y 5:1 para P-6 y P-7, respectivamente y de 15,5:1 para P-5, el perfil de menor contenido en zircón.

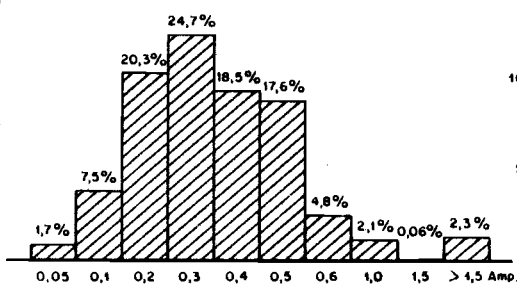


Fig.10 - Separación de la fracción "no-magnética" con el Frantz

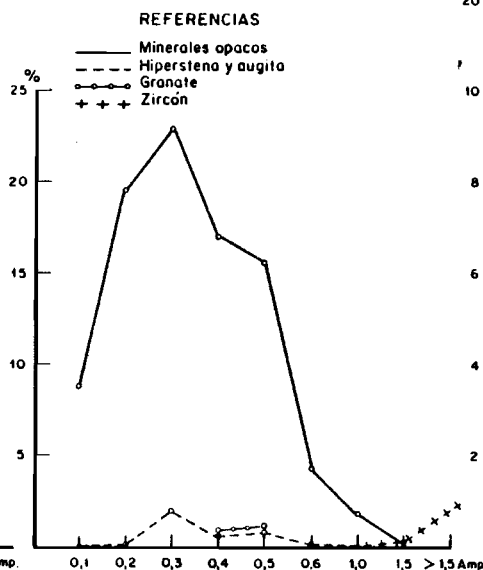


Fig.11 - Participación de los principales minerales referida al total de la fracción "no - magnética"

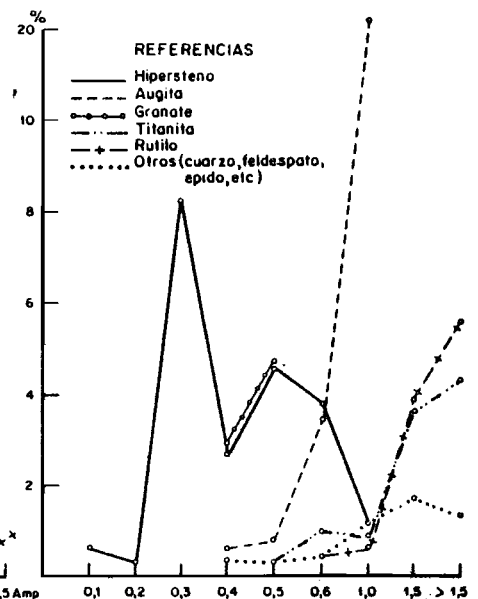


Fig.12 - Composición porcentual de los minerales transparentes contenidos en cada una de las porciones "no-magnéticas" (excluyendo el zircón)

Los ensayos de concentración efectuados, si bien no concluyentes, ponen en evidencia que las arenas que nos ocupan pueden ser tratadas en mesas, las que proporcionan concentrados ricos en minerales opacos con un contenido no despreciable en zircón. Es evidente que sólo ensayos completos tanto en escala de laboratorio, como en planta piloto, definirán el esquema más conveniente a seguir para lograr las recuperaciones óptimas de los minerales que puedan interesar.

Otro medio práctico de enriquecer las arenas es recurriendo al empleo de las espirales Humphrey, muy difundidas en las plantas que benefician material detrítico similar al de San Blas para la obtención de ilmenita, rutilo, zircón y monacita.

A continuación se pasará a reseñar los resultados registrados en el estudio que oportunamente los autores del presente trabajo efectuaron sobre una muestra proporcionada por el doctor Navarini. Se trata de un concentrado de mesa obtenido del tratamiento de mineral rico del área norte del tramo de playa investigado.

Los contenidos en Fe y TiO_2 y también en V_2O_5 determinados en los laboratorios de la Comisión Nacional de Energía Atómica, para las fracciones magnéticas y no-magnéticas son:

	Fe %	TiO_2	V_2O_5
Fracción magnética	57,7	15,4	0,25
Fracción no-magnética	47,6	22,4	0,23

y, dadas las proporciones ya señaladas para ambas fracciones de 67,5 y 32,5%, respectivamente, el porcentaje calculado en Fe y TiO_2 de dicho concentrado resulta de 54,3 y 17,3.

En el histograma de figura 10 se indica el porcentaje de las porciones separadas del material no-magnético con el Frantz entre los rangos 0,05 y 1,5 amperios, cuyos tenores en Fe y en TiO_2 hasta la intensidad de 0,6 amp. son:

Porción	Fe %	TiO_2 %
0,05 amp	57,7	15,6
0,1 amp	46,5	32,2
0,2 amp	32,5	46,9
0,3 amp	37,2	43,8
0,4 amp	55,9	17,0
0,5 amp	59,4	14,2
0,6 amp	54,5	17,4

En lo concerniente a la composición mineralógica de las distintas porciones separadas, la figura 11 señala la proporción de los principales minerales referida al total de la fracción no-magnética y la figura 12, el porcentaje de las especies transparentes, excluyendo el zircón.

La composición mineralógica, aproximada, como consecuencia del recuento de granos, es como a continuación se indica:

Fracción Magnética

Minerales opacos	99,5 %
Hipersteno	0,5 %
	100,0%

Fracción No-magnética

Minerales opacos	89,75%
Hipersteno	3,73%
Augita	0,74%
Granate	1,53%
Rutilo	0,15%
Zircón	2,02%
Otros (feldespatos, cuarzo, monacita, epidoto, etc.)	2,08%
	100,00%

Finalmente, para dar una idea acerca de la composición química de los concentrados de mesa obtenidos por Titanit, se transcriben los resultados de una muestra analizada por la "Estrategic Materials Co", de los EE.UU. de Norteamérica, que fueron proporcionados por el Dr. Navarini:

TiO ₂	17,20%	Mn	0,65%
FeO	19,10%	V	0,26%
Fe (total)	53,50%	SiO ₂	2,42%
Cr	0,10%	CaO	1,92%
P	0,11%	MgO	1,84%
S	0,05%	Al ₂ O ₃	3,58%

XI - CALCULOS DE RESERVAS Y TENORES MEDIOS

Las reservas de los depósitos psamíticos que nos ocupan se determinan en base a las mediciones practicadas en campaña y a los resultados registrados en gabinete en lo que respecta a los minerales útiles presentes (magnéticos, no-magnéticos, zircón y rutilo).

1. Arenas de Playa.

Se considera a los efectos de su cubicación una extensión total de 15.600 m que corresponden a los 15.000 m que median entre las balizas La Ballena y La Torre y los 600 restantes a zonas de influencias de los perfiles extremos, 200 para P-1 y 400 para P-7. El yacimiento si bien se extiende poco hacia el noroeste, continua, en cambio, más allá de Faro Segunda Barranca. Su ancho medio en el tramo investigado es de 420 m.

La cubicación se ajustó al siguiente esquema:

- Se dividió el yacimiento conforme con los perfiles, trazados constituyendo otros tantos sectores a los que se agregan las zonas de influencia mencionadas (figura 3).

- Se eliminó del cálculo la franja correspondiente a las muestras del borde superior de la playa frontal, tomándose como límite este de los sectores el punto medio entre las muestras M-1 y M-2, en todos los casos.

- El tonelaje de los respectivos sectores se estableció de acuerdo con la densidad aparente, aproximada del material seco.

Para la determinación de las reservas en minerales magnéticos, zircón y rutilo y sus tenores medios, dejando para más adelante la estimación de los minerales no-magnéticos, se procedió como sigue:

- En cada perfil se calculó la ley media ponderada de los minerales anteriormente citados.

- Los tenores medios asignados a cada sector representan la media de los guarismos de los respectivos perfiles.

- Para las zonas de influencia se operó con los valores de los perfiles correspondientes.

- Las reservas que se establecen tienen carácter de "mineral indicado" ya que para un mejor ajuste hubiera sido necesario el trazado de un mayor número de perfiles, por lo menos en ciertas áreas. Por otra parte, el método seguido en la determinación de los contenidos de los minerales que interesan, adolece, sin lugar a dudas, de ciertos errores, pero es el único viable en nuestro caso.

En el cuadro VI se señalan los resultados alcanzados. Se llegó así a una reserva total de arenas de 7.926.000 t, en ci

CUADRO VI
CALCULOS DE RESERVAS MINERALES

Sector	Superficie m ²	Profundidad m	Volumen m ³	Densidad en seco	Tonelaje	Ley min. magnética %	Reserv. mineral. magnét. t	Ley en zircón g/t	Reservas en zircón t	Ley en rutilo g/t	Reservas en rutilo t
I	78.000	0,6	46.000	1.90	88.920	6,25	5.557	670	60	134	12
II	507.000	0,6	304.200	1.85	562.770	5,80	32.641	472	265	83	47
III	1.740.000	0,7	1.218.000	1.70	2.070.600	6,10	123.307	387	801	47	97
IV	2.376.000	0,7	1.663.200	1,70	2.827.440	6,45	182.370	365	1.032	46	130
V	1.521.000	0,7	1.064.700	1,85	1.969.695	11,45	225.530	1.037	2.043	129	254
VI	227.000	0,7	158.900	2,00	317.800	16,90	53.708	1.394	443	239	76
Zona inf. P-1	5.000	0,5	2.500	1,90	4.750	6,90	328	790	4	147	1
Zona inf. P-7	60.000	0,7	42.000	2,00	84.000	17,60	14.784	1.063	89	262	22
Tota- les y prom.	6.514.000	0,69	4.500.300	1,76	7.925.975	8,09	641.225	598	4.737	81	639

Fras redondas, con un contenido de 641,225 t de minerales magnéticos, 4.737 t de zircón y 639 t de rutilo.

2. Médanos.

En base a su superficie, determinada mediante el trazado a brújula de una poligonal, de 24 ha, a una altura promedio estimada en 2 m y a la densidad aparente del material de 1,85, se establece un volumen de 890.000 t.

El contenido de estos médanos en minerales magnéticos, zircón y rutilo, registrado del común de muestras extraídas de varios lugares a una profundidad de 0,7 m, es: 6,0%, 740 g/t y 115 g/t respectivamente (promedio de dos ensayos). En el supuesto que estas leyes se mantuvieran a través de toda la masa de los médanos, los que, a juzgar por su aspecto exterior, aparentan ser de una composición más o menos uniforme, dichos cordones de médanos contendrían las siguientes cantidades de "mineral indicado": 53.400 t de minerales magnéticos, 658 t de zircón y 102 t de rutilo.

Para completar las reservas de minerales existentes en los depósitos considerados precedentemente habría que adicionar a las ya citadas las respectivas cantidades de minerales no-magnéticos que, como ya se expuso en el apartado anterior, acompañan en los concentrados a los magnéticos en una proporción del orden de 50% y en los que se incluye el zircón y el rutilo.

Luego, generalizando la proporción señalada para todo el yacimiento de playa y también para el de médanos, se tendría una reserva total de 1.042.000 t, en cifras redondas, entre minerales magnéticos, no-magnéticos, zircón y rutilo, distribuidas por yacimiento como sigue:

1. Arenas de Playa.

Minerales Magnéticos: 641.225 t con 59% Fe y 13,5% TiO_2 .

Minerales No-Magnéticos: 320.612 t con 46% Fe y 22,5% TiO_2 , tonelaje que incluye 4.737 t de zircón y 639 t de rutilo (1).

2. Médanos.

Minerales Magnéticos: 53.400 t con 59% Fe y 13,5% TiO_2 .

Minerales No-Magnéticos: 26.700 t con 46% Fe y 22,5% TiO_2 incluidas 658 t de zircón y 102 t de rutilo.

La cantidad en hierro y en bióxido de titanio existentes en la reserva total indicada de 1.042.000 t, conforme con las

(1) Los tenores señalados corresponden al promedio de las leyes de las fracciones magnéticas y no-magnéticas de los concentrados de P-5, P-6 y P-7.

evaluaciones analíticas asignadas, ascendería a 569.592 t y 171.909 t, respectivamente, y el tenor medio en minerales opacos (magnéticos y no-magnéticos), prescindiendo de la proporción de silicatos y otras impurezas incluídas en la fracción no-magnética, resultaría de 12,1% para el depósito de playa y de 9,9% para el de médanos.

La reserva total, de ambos depósitos, en zircón es de 5.395 y la en rutilo de 741 t.

De las observaciones practicadas en campaña, se desprende como lo confirman los datos registrados en laboratorio, la existencia de dos áreas de mayor concentración: una en la zona de la baliza La Ballena y la otra, la de interés por su volumen y leyes medias, en la de La Torre, de una superficie de 181 ha. Para esta última, que comprende los sectores de cubicación V y VI, además de la zona de influencia y cuyo tonelaje en arenas es de 2.371.495 t, se establecen las siguientes reservas:

Minerales Magnéticos: 294.022 t con 59% Fe y 13,5% TiO_2 .

Minerales No-Magnéticos: 147.011 t con 46% Fe y 22,5% TiO_2 con 2.575 t de zircón y 352 t de rutilo.

Las leyes medias de esta acumulación que contiene el 30% del tonelaje de las arenas del depósito de playa, el 45% de las reservas para los minerales magnéticos y no-magnéticos y el 54 y 55% de las de zircón y rutilo, respectivamente, son:

Minerales opacos	18,4%
Zircón	1.086 g/t
Rutilo	148 g/t

Finalmente, los minerales opacos del área en cuestión tendrían, en carácter de reserva "indicada", 241.098 t de Fe y 72.770 t de TiO_2 .

XII - CONSIDERACIONES FINALES

La investigación realizada ha permitido definir en el tramo de playa considerado una acumulación llamativa en su sector austral, cuyas reservas - en carácter de "mineral indicado" - ascenderían a unos 441.000 t de minerales opacos, entre magnéticos y no-magnéticos, estando incluídos en éstos últimos 2.575 t de zircón y 352 t de rutilo. Esta concentración, la de mayor interés tanto por su volumen cuanto por su contenido en minerales opacos y también en zircón, puede revestir importancia desde el punto de vista de su aprovechamiento por titanio. Su contenido en Fe y en TiO_2 ha sido calculado en unas 242.000 y 73.000 t respectivamente.

El depósito detrítico de la playa de San Blás, con una reserva "indicada" de 961.800 t, en cifras redondas, de minera-

les opacos, incluyendo 4.737 t de zircón y 639 t de rutilo, registra un tenor medio aproximado de 12% de minerales opacos (magnéticos y no-magnéticos) y de unos 600 g de zircón por tonelada de arena. Si bien su porcentaje en minerales de hierro y titanio es elevado, por lo menos hasta la profundidad muestreada (0,70 m), el correspondiente al zircón resulta bajo, si lo comparamos con el que acusa, entre otros, los yacimientos de dunas cercanos a Jacksonville (Florida) de los EE.UU. de Norteamérica. Estos espesos depósitos que se explotan en gran escala contienen un promedio 4% de minerales densos (ilmenita, leucóxeno, rutilo, zircón, etc.), de los cuales 0,4% corresponden a zircón, cifra ésta superior a la hallada en el sector austral de la playa estudiada que es de 0,1%.

Como resultados previos en lo que concierne a la concentración de los minerales titaníferos, los ensayos de laboratorio demuestran un enriquecimiento del orden de 65%, si a los concentrados que puedan obtenerse ya sea por mesas o por espirales Humphrey se les elimina la fracción magnética, pasando de un contenido en promedio, en TiO_2 , de 13,5% en los referidos concentrados, a 22,5% en la fracción no-magnética. Por otra parte, en el supuesto de que se pretendiera recuperar minerales más ricos en titanio e incluso el zircón, se deberá recurrir entonces a métodos electromagnéticos y electrostáticos. Al respecto, cabe señalar que en el pasaje de la fracción no-magnética por el separador electromagnético Frantz se recogieron, entre los rangos 0,1, 0,2 y 0,3 amperio porciones que totalizan el 50% de la fracción no-magnética con tenores en TiO_2 que varían entre más del 30 y más del 45% TiO_2 . El total de estas porciones representan el 15% del total de los concentrados. Difícil será obtener minerales de titanio de ley muy superior a la máxima indicada, debido a que parte de la ilmenita presente se encuentra como producto de desmezcla en íntima asociación con hematita.

Las consideraciones expuestas en cuanto al titanio - sin entrar a considerar el destino que pueda darse a la fracción de los minerales ferrotitaníferos, los magnéticos - gravitan en las decisiones que puedan tomarse en lo concerniente al zircón, ya que el posible beneficio de éste estará lógicamente supeditado al de aquél, como acontece en todos los yacimientos que se explotan del tipo que nos ocupa, vale decir que el zircón en todos los casos representa un subproducto.

El rutilo y la ilmenita constituyen las materias primas para la obtención del elemento titanio de creciente utilización en la metalurgia, partiendo particularmente de rutilo; del ferrotitanio y, por sobre todo, para la elaboración del bióxido de titanio o blanco de titanio, empleado en gran escala como pigmento. En nuestro país existe especial interés en llegar a preparar el último producto mencionado como lo demuestran los ensayos efectuados últimamente sobre el particular, recurriendo precisamente a minerales de la zona estudiada, como

se mencionara al comienzo de este trabajo. Los requerimientos internos en bióxido de titanio son actualmente del orden de las 4.000 t anuales que son cubiertos por la importación.

Frente a esta situación de interés para la economía del país y vista la necesidad de conocer más a fondo las perspectivas que puedan abrigar nuestros depósitos tanto en titanio cuanto en zircón (en su posible utilización en el campo de la energía atómica nacional y en otra rama de la industria), se recomienda:

- 1º) Continuar la exploración del yacimiento de la playa de la bahía San Blas, desde la baliza La Torre hasta algo más al sur de Faro Segunda Barranca, con la finalidad de establecer sus reservas y tenores medios en conjunto y de sus áreas ricas.
- 2º) Paralelamente, convendría investigar - en igual forma - los cordones de médanos cercanos a dicha playa, ya que éstos, a juzgar por los datos registrados en el reconocimiento de los médanos cercanos a la zona de la baliza La Ballena, pueden acusar leyes de interés tanto en minerales opacos cuanto en zircón, aparte de ofrecer ciertas ventajas en lo que concierne a su exploración.

Los resultados a que se arribe en esta segunda campaña que se sugiere, contribuirán - conjuntamente con los obtenidos en este informe - a definir las reales posibilidades de dicha región considerada como la de mayor concentración de minerales opacos del litoral atlántico bonaerense, conforme con las investigaciones que al respecto realizó oportunamente el Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la provincia de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFIA

1. ANGELELLI, V.; MUSET, J.A. y CHAAR, E. 1963: "Gira de estudio por las provincias de La Rioja y Catamarca en procura de zircón" C.N.E.A. Buenos Aires.
2. BASSI, H.G.L. y ARNOLDS, A. 1953: "Un método de concentración para explotar el titanio de nuestra costa atlántica". Ind. Minera, n° 137, Buenos Aires.
3. CORTELEZZI, C.R. 1960: "Los minerales opacos de las arenas de la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires". An. Prim. Jorn. Geol. Arg. T. II. Bs. As.
4. GONZALEZ BONORINO, F. y TERUGGI, M.E. 1952 "Léxico sedimentológico". Inst. Nac. Invest. Cient. Nat. Museo "Bernardino Rivadavia". Pub.6.
5. LANNEFORS, N.A. 1929: "Posibilidades de explotar la arena ferruginosa existente en la costa de la provincia de Buenos Aires". Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrol. Pub. n° 63. Bs. As.
6. LANNEFORS, N.A. 1930: "Posibilidades de explotar el hierro que contienen los médanos cercanos a la costa sur de la provincia de Buenos Aires". Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrol. Pub. n° 76, Bs. As.
7. LIMOUSIN, T.A. 1956: "Los sedimentos psamíticos actuales de la región costera comprendida entre Faro Recalada y Punta Asunción". Tesis doctoral Fac. Cien. Nat. y Museo La Plata.
8. MAURIÑO, V.E. 1956: "Los sedimentos psamíticos actuales de la región costera comprendida entre Faro Recalada y Faro Monte Hermoso". L.E.M.I.T. Pub. 61.S.II. La Plata.
9. MOCHULSKY, M. 1947: "Estudio sobre el aislamiento del bióxido de titanio contenido en arenas titaníferas". Rev. Ind. Quím. Vol. 9, Nos. 5 y 6. Bs. As.
10. TERUGGI, M.E.; CHAAR, E.; REMIRO, J.R. y LIMOUSIN, T.A. 1959: "Las arenas de la costa de la provincia de Buenos Aires entre cabo San Antonio y Bahía Blanca". L.E.M.I.T. Pub. 77. S II. La Plata.
11. TERUGGI, M.E.; ETCHICHURY, M.C. y REMIRO, J.R. 1964: "Las arenas de la costa de la provincia de Buenos Aires entre Bahía Blanca y Río Negro". L.E.M.I.T. Pub. 81. S II. La Plata.

A P E N D I C E

ESTUDIO MICROSCOPICO DE LOS MINERALES OPACOS CONTENIDOS
EN LAS ARENAS DE LA BAHIA SAN ELAS,
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Milka Kronegold de Brodtkorb

La presente investigación realizada con el objeto de aportar mayores datos acerca de los denominados "minerales opacos" considerados en el estudio efectuado por V. Angelelli y E. Chaar sobre los depósitos psamíticos de San Elas, abarca dos aspectos: la determinación y descripción de las especies mineralógicas más importantes, en primer término y en segundo, la estimación porcentual de las mismas en las fracciones concentradas por métodos magnéticos y electromagnéticos.

Para el logro de los fines expresados se partió de concentrados de mesa correspondientes al material de los perfiles 6 y 7, como también al de un común general del yacimiento de playa, con un contenido del orden de 95% de "minerales opacos". Los cortes pulidos se obtuvieron incluyendo el material en una sustancia plástica denominada "Araldit".

I. Determinación y Descripciones Mineralógicas.

Las observaciones practicadas solo se orientaron hacia la identificación de los minerales tal cual se presentan actualmente, no entrándose a considerar sus probables orígenes.

El tamaño de los granos a investigar oscila entre 60 y 180 μ , variando el diámetro más común entre 80 y 120 μ .

Los granos más frecuentes corresponden a magnetita, ilmenita y hematita. Se hará referencia a estas especies en sí, a sus desmezclas y alteraciones, presentes en proporciones muy variables en los diferentes separados magnéticos y electromagnéticos.

La magnetita es, en su casi totalidad rica en titanio-titanomagnetita - y se caracteriza por su color más rojizo con respecto al de la magnetita común al ser observada al microscopio (figura 1, h). La mayor parte de sus granos no muestran mezcla de ilmenita, característica ésta de un cierto tipo de titanomagnetita.

Cuando se notan las desmezclas de ilmenita, éstas están orientadas según el clivaje cúbico y/u octaédrico de la magnetita, pudiendo variar las tablillas entre numerosos y finas hasta gruesas y escasas (figura 1, d y g). En este último caso, suelen aparecer pequeñísimas laminillas y husos de espinelo

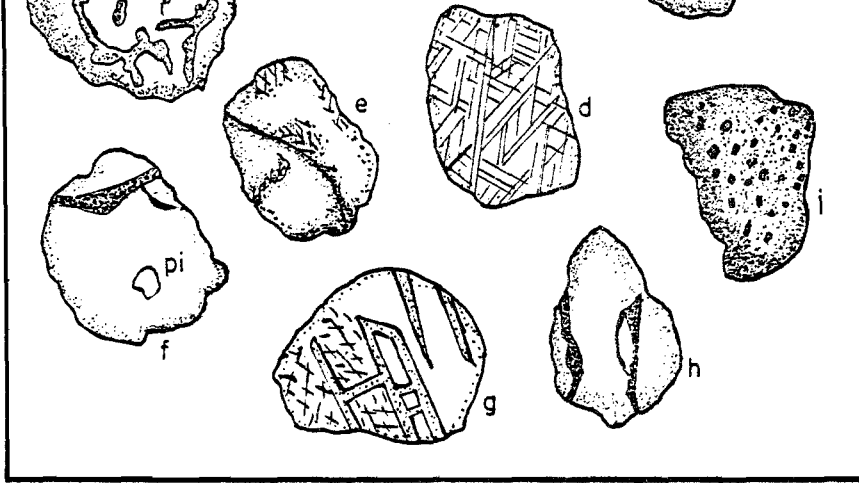


Figura 1- Nícoles paralelos. Inmersión en aceite de cedro. X-200. Dibujo realizado sobre fotografías.

- a) Hematita con intercrecimientos de pseudobrookita (p).
- b) Hematita con desmezclas de ilmenita (i).
- c) Hematita no alterada.
- d) Magnetita con desmezclas laminares de ilmenita; con el mismo esquema se presenta hematita con intercrecimientos de rutilo.
- e) Magnetita alterada en sus bordes a hematita.
- f) Titanomagnetita con una inclusión de pirrotina (pi).
- g) Magnetita con una primera generación de desmezclas de espinelo (pequeñas y a la izquierda) y una segunda generación de desmezclas de ilmenita, tablillas grandes.
- h) Ilmenita.
- i) Hematita alterada.

según (100) correspondientes a una generación anterior a la de la desmezcla de ilmenita. Con relativa frecuencia se puede observar una alteración incipiente en los granos de magnetita, algunas veces se forma hematita en sus bordes y a lo largo de líneas de debilidad (figura 1, e), otras veces la magnetita se transforma en maghemita y otras, finalmente, en óxidos de hierro hidratados, de tipo limonítico.

Los clastos de ilmenita, al igual que los de magnetita, muestran pocas desmezclas. Casualmente se encuentran desmezclas de hematita en forma de husos y laminillas orientadas según (0001), pudiendo oscilar la cantidad relativa de ambos minerales de tal manera de presentarse hematita con desmezcla de ilmenita (figura 1, b).

Los granos de hematita no alterados, alterados y con desmezclas proceden, sin lugar a dudas, de distintos orígenes. En parte corresponderán a hematita genéticamente primaria, aunque la mayoría serán producto de alteraciones y transformaciones de otros minerales y de sus correspondientes desmezclas. Por una parte, se han observado granos de hematita no alterados (figura 1, c) y sin desmezclas, cuyas proporciones varían en los diferentes separados magnéticos; por otra, hay una apreciable cantidad de hematita tan alterada que no se puede reconocer ninguna característica anterior (figura 1, i). Sin embargo, lo más común es la hematita con desmezcla de diferentes tipos.

Como ya se mencionara, existe hematita con desmezcla lentiforme de ilmenita. Más frecuente son los intercrecimientos con rutilo y pseudobrookita que deben proceder, en su mayoría, de la descomposición de una titanomagnetita desmezclada. Las formas de estos intercrecimientos es muy variada. Algunas veces son finas laminillas orientadas según clivaje cúbico y/u octaédrico (figura 1, d), otras son lentiformes algo deformadas (figura 1, a) y otras semejantes a arborescencias dentro de la hematita. Estas desmezclas son indudablemente las portadoras de titanio en las fracciones pobres en ilmenita.

Además de estos tres grandes grupos: magnetita, ilmenita y hematita, se encontraron granos de otros minerales que por su ínfima cantidad no se analizaron en unos casos o no pudieron ser determinados, en otros.

II. Porcentajes Relativos.

a) Concentrados del perfil 6

En dicho concentrado se efectuaron cuatro separaciones: una obtenida con el imán permanente y tres con el separador isodinámico Frantz. Al respecto, cabe aclarar que en las diferentes fracciones se observa la presencia de granos de mine

rales cuyas propiedades magnéticas son ajenas a las de las respectivas fracciones, debido a fenómenos de arrastre que impiden separaciones más puras.

El análisis porcentual se practicó sobre cinco fracciones, a saber: dos obtenidas mediante el empleo de un imán permanente (una magnética y la otra no-magnética) y las tres restantes, recurriendo al separador Frantz, a intensidades de 0,2, 0,3 y 0,4 amperio una vez separados los minerales magnéticos.

Los resultados numéricos aproximados, referidos al 100% de los minerales opacos, son los siguientes:

1. Fracción Magnética.

Titanomagnetita (incluyendo escasa ilmenita y magnetita)	: sin desmezcla	78%	86%
	: con desmezcla	8%	
Hematita	: puras	2%	
	: alteradas	4%	13%
	: con desmezcla	7%	
Minerales no determinados	:	1%	<u>1%</u>
			100%

2. Fracción No-Magnética.

Ilmenita (con poca titanomagnetita)	: sin desmezcla	38%	40%
	: con desmezcla	2%	
Hematita	: puras	10%	
	: alteradas	11%	58%
	: con desmezcla	37%	
Minerales no determinados	:	2%	<u>2%</u>
			100%

3. Fracción Obtenida a 0,2 amp.

Ilmenita	: sin desmezcla	60%	65%
	: con desmezcla	5%	
Hematita	: puras	7%	
	: alteradas	8%	33%
	: con desmezclas	18%	
Minerales no determinados	:	2%	<u>2%</u>
			100%

4. Fracción Obtenida a 0,3 amp.

Ilmenita	: sin desmezcla	66%	69%
	: con desmezcla	3%	
Hematita	: puras	6%	30%
	: alteradas	7%	
	: con desmezclas	17%	
Mineral no determinado	:	1%	1%
			100%

5. Fracción Obtenida a 0,4 amp.

Ilmenita	: con o sin desmezcla	10%	10%
Hematita	: puras	12%	89%
	: alteradas	21%	
	: con desmezcla	56%	
Mineral no determinado	:	1%	1%
			100%

b) Concentrado del Perfil 7.

Las determinaciones efectuadas sobre este concentrado se concretaron a las dos fracciones logradas mediante el imán permanente. En este caso como en el anterior, se produjo el mismo efecto de arrastre de minerales en la separación.

1. Fracción Magnética.

Titanomagnetita (más algunos granos de magnetita y de ilmenita):	: sin desmezcla	78%	87%
	: con desmezcla	9%	
Hematitas varias:	:	12%	12%
Mineral no determinado	:	1%	1%
			100%

2. Fracción No-Magnética.

Ilmenita (con escasa titanomagnetita)	:	32%	32%
Hematita	: puras	10%	67%
	: alteradas	12%	
	: con desmezclas	45%	
Mineral no determinado	:	1%	1%
			100%

En lo que concierne a muestras pertenecientes a un común general del yacimiento de playa, se estudiaron las fracciones separadas en el Frantz a intensidades de 0,6, 1,0 y 1,5 amperios. En la fracción correspondiente a la primera intensidad indicada se comprobó que los minerales opacos representan tan sólo un 20 a 30% del total de los granos presentes y que dicha proporción corresponde a hematita pura o con desmezcla con es casa ilmenita.

En las fracciones pertinentes a 1,0 y 1,5 amperios solo se observan muy escasos granos de hematita, en general alterada, y de "limonita".

I N D I C E

	Pag.
RESUMEN	3
I - INTRODUCCION	4
II - ANTECEDENTES	5
III - UBICACION Y RECURSOS DE LA ZONA	6
IV - RASGOS GEOLOGICOS Y MORFOLOGICOS	8
V - LOS DEPOSITOS	9
1. Depósitos de Playa	9
2. Médanos	12
VI - ORIGEN DE LAS ARENAS	12
VII - EXTRACCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS	14
VIII - LAS ARENAS, SUS CARACTERISTICAS	16
1. Granulometría	18
2. Densidad del Material	22
3. Composición Mineralógica	22
a) Minerales Magnéticos	24
b) Minerales Livianos	26
c) Minerales Pesados	27
IX - SEPARACION DE LOS MINERALES MAGNETICOS Y DEL ZIRCON	31
X - ENSAYOS DE CONCENTRACION DE LAS ARENAS	37
XI - CALCULOS DE RESERVAS Y TENORES MEDIOS	42
1. Arenas de Playa	42
2. Médanos	44
XII - CONSIDERACIONES FINALES	45
BIBLIOGRAFIA	48

Apéndice

ESTUDIO MICROSCOPICO DE LOS MINERALES OPACOS CONTENIDOS EN LAS ARENAS DE LA BAHIA SAN BLAS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES	1-8
---	-----