COLABORACIONES

LAS ARENAS NEGRAS RADIOACTIVAS DEL URUGUAY

Q. I. CARLOS R. PIRIZ MAC COLL

Laboratorio de la División de Investigaciones Científicas de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland.

Las arenas negras se encuentran en diversos lugares del país, formando yacimientos de concentración y extensión variables a lo largo de las costas del Río de la Plata, Océano Atlántico y algunos ríos.

El interés por estas arenas se actualizó recientemente debido a la comprobación de sus propiedades radioactivas.

Esta comprobación realizada por el Ing. Walter Hill, dió lugar a diversas investigaciones a cargo del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería en colaboración con la ANCAP y la Facultad de Humanidades y Ciencias.

Una primera comunicación sobre estos trabajos, realizada por el Q. I. Juan C. Goñi, apareció en el Boletín de la Facultad de Ingeniería (1) en mayo de 1950, bajo el título: "Arenas negras ilmenítico-monacíticas del Uruguay". Esa comunicación constituye un primer estudio de las características químico-mineralógicas de las arenas. Se establece en ella la composición cualitativa de la arena, demostrándose que está constituída fundamentalmente por: Monacita, Magnetita titanífera, Magnetita, Rutilo, Zircón, Granate y Oxido de Silicio. Como conclusión se señala también que la radioactividad es debida fundamentalmente a la presencia del torio, constituyente de los cristales de monacita. Además se hacen consideraciones acerca del origen geológico del material.

Posteriormente los trabajos se intensificaron, sobre todo en lo referente a análisis químicos, con la intervención del Laboratorio de Investigaciones de la ANCAP. La presente comunicación se refiere precisamente a algunos de los resultados obtenidos en esa nueva etapa de las investigaciones.

1) *ESTUDIO DE LA ARENA DEL YACIMIENTO DE ATLANTIDA.*

a) *Características del yacimiento.*

El yacimiento de Atlántida ha sido avaluado en 4.500 toneladas por el personal técnico del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería de Montevideo.

El yacimiento es superficial y tiene un espesor variable entre 20 y 50 centímetros.

Con objeto de estudiar las posibles variaciones de composición del material a distintas profundidades, se realizaron análisis químicos de muestras obtenidas de una perforación realizada en el yacimiento. Ver cuadro Nº 1.

CUADRO Nº 1

Muestra	*Sílice 60 mallas, materia orgánica*	*Sílice fina*	*Arena pesada*	*Radioactividad compar. Sc. min.*	*Ti O_2*	*Fe_2O_3*	*Ti O_2 sobre soluble al ataque*	*Fe_2O_3 sobre soluble al ataque*	*Residuo*
0-10 cm. (1)	10.4 %	12.6 %	76.2 %	21.0	46.1 %	36.2 %	52.8 %	41.4 %	12.6 %
10-20 cm. (2)	31.0 %	33.1 %	35.9 %	19.5	43.7 %	34.6 %	52.9 %	41.8 %	17.3 %
20-30 cm. (3)	52.0 %	33.8 %	14.2 %	19.6	44.9 %	35.7 %	52.1 %	41.4 %	13.8 %
30-40 cm. (4)	52.7 %	31.8 %	15.5 %	19.7	45.6 %	35.1 %	53.7 %	41.3 %	15.0 %
40-50 cm. (5)	46.7 %	42.0 %	12.3 %	20.9	45.8 %	36.4 %	52.5 %	41.7 %	12.8 %

Las determinaciones de radioactividad, TiO_2, Fe_2O_3 y residuo, fueron realizadas sobre la arena desprovista de sílice. La medida de radioactividad es comparativa y está expresada en impulsos (escalados) p./min. deducido el "Back-Ground".

Como puede observarse, la única variación importante a las distintas profundidades es la dilución de los productos pesados en sílice, que aumenta al descender.

b) *Características físicas del material.*

La densidad de la arena natural seca es: $d = 4.38$ (método picnométrico). La finura del material está expresada por los siguientes números:

25 % entre 60 y 80 mallas
40 % " 80 y 100 "
35 % " 100 y 200 "

El color del producto es negro a simple vista, pero el material no es homogéneo. La observación microscópica demuestra la presencia de cristales negros en gran cantidad y luego incoloros, amarillo limón, caramelo opacos y resinosos, rojo-granates, blanco opalescentes, rosados, etc.

La observación a la luz ultravioleta denota la presencia de cristales con fluorescencia anaranjada, correspondiente a pequeños cristales de zircón y algunos de fluorescencia azulada, correspondiendo a cristales blancos opacos de sílice hidratada.

Las propiedades magnéticas del material son fuertemente positivas, inclusive algunos cristales negros presentan magnetismo permanente. El material es radiactivo y a su respecto puede verse las medidas comparativas dadas más adelante.

c) *Separación física de los constituyentes.*

Aprovechando las características para-magnéticas de muchos de los constituyentes de la arena y en algunos casos la diferencia de densidad grande entre los cristales, se realizó una laboriosa separación de laboratorio. Con el uso de imanes permanentes, líquido de Thoulet y levigación y arrastre por agua, se consiguió dividir el material en las siguientes fracciones.

Fracción 1. 4.8 %. — Muy magnética; de color negro, opaco. Acercando un imán al portaobjeto del microscopio, puede observarse la alineación de los cristales muy magnéticos. Microfotografía Nº 1.

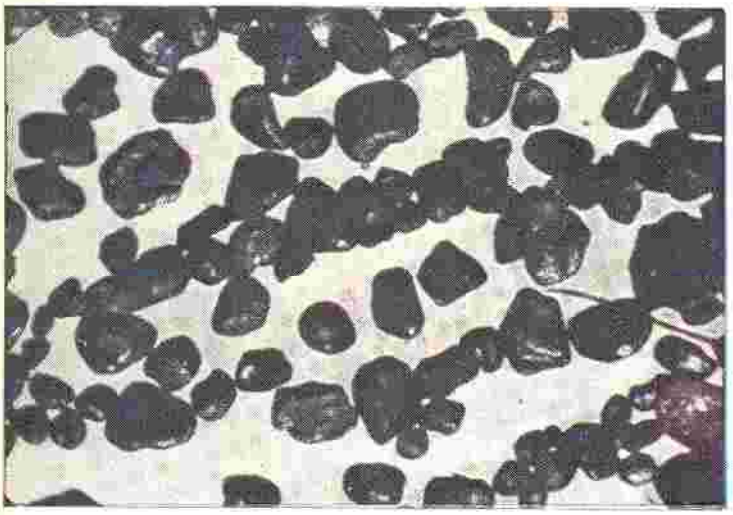
Fracción 2. 80.8 %. — Magnética, de color negro más brillante, con algunos cristales marrones, rosados y rojos. Microfotografía Nº 2.

Fracción 3. 2.6 %. — Ligeramente magnética, color verde dominante, con muchos cristales marrones, negros y rojos. Microfotografía Nº 3.

Fracción 4. 1.5 %. — Poco magnética. Color amarillo dominante, con pocos cristales negros, incoloros, etc. Microfotografía Nº 4.

Fracción 5. 6.7 %. — No magnética, pesada, color dominante incoloro con cristales rojos, negros, etc. Microfotografía Nos. 5 y 6. Esta fracción fué dividida en 2 por tamizado, concentrándose los cristales rojos en lo más grueso.

Fracción 6. 3.5 %. — No magnético, liviano, incoloro.

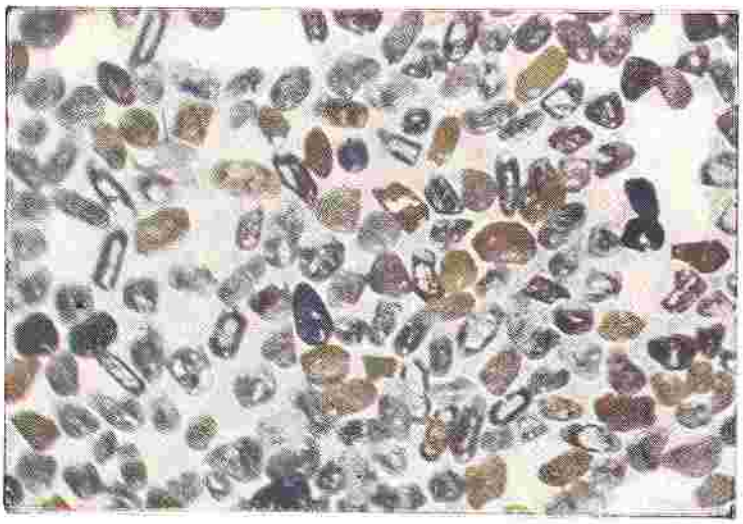


Microfotografía Nº 1. Aumento 58.0 × Fracción Nº 1. Magneto ilmenita en campo magnético.

Microfotografía Nº 2. - Aumento 58.0 × Fracción Nº 2 Ilmenita.

Microfotografía Nº 3. Aumento 58.0 × Fracción Nº 3. Silicatos de Al, Fe Mg, Ca, Mn. (La fotografía no reproduce fielmente el color verde que predomina en la muestra)

Microfotografía Nº 4 - Aumento 58.0 × Fracción Nº 4 Monacita.



Microfotografía Nº 5. - Aumento 58.0 × Fracción Nº 5, (parte fina) Zircón, rutilo, etc.

Microfotografía Nº 6 - Aumento 58.0 × Fracción Nº 6 (parte gruesa).

d) *Reconocimiento de los minerales más importantes que constituyen las fracciones.*

La Fracción Nº 1.

Contiene cantidades grandes de un mineral de color negro, opaco, muy fino, presentando magnetismo permanente, de polvo negro, raya el papel en negro y de densidad = 4.50.

Solubilidad lenta en ácido clorhídrico concentrado, dando la solución reacciones fuertes de hierro y titanio (véase análisis cuantitativo). Se disgrega con bisulfato de potasio cuando está previamente pulverizado. Con dificultad si no se pulveriza.

Se puede llevar a solución por fusión con carbonato de sodio y toma ácida subsiguiente.

A este mineral de hierro titanado le corresponde el nombre de magneto-ilmenita (2).

Conclusión: La fracción 1 está constituída principalmente por magneto-ilmenita.

La Fracción Nº 2.

Contiene cantidades muy grandes de mineral negro brillante, de brillo algo metálico, polvo algo marrón, magnético en menor grado que el producto reconocido en fracción 1. Sin polaridad permanente. Densidad 4.52. Muy poco soluble en ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. Se disgrega totalmente y con facilidad en bisulfato de potasio sin necesidad de pulverizar. La solución da reacciones muy intensas de hierro y titanio (véase análisis cuantitativo).

A este mineral de hierro titanado le corresponde el nombre de ilmenita (2, 3, 4).

Conclusión: La fracción 2 está constituída principalmente por ilmenita.

La Fracción Nº 3.

Está constituída por cristales de color verde, marrones, negros y blancos, ligeramente magnéticos, con una densidad de 3.46. Insolubles en ácido clorhídrico y ácido sulfúrico y fusión con bisulfato de potasio en su mayor proporción.

Se disgrega con carbonato de sodio y se solubiliza tomando el fundido por ácido clorhídrico. La solución contiene: magnesio, cal-

cio, manganeso, aluminio, hierro, tierras raras, fosfatos y silicatos. (Véase análisis cuantitativo).

Conclusión: Esta fracción está principalmente constituída por silicatos de las bases mencionadas (hornblenda, olivina, etc.) [2, 3].

La Fracción Nº 4.

Contiene gran cantidad de cristales de color amarillo, resinosos, poco magnéticos, fuertemente radioactivos. Densidad: 4.69. Poco solubles en ácido clorhídrico, solubles en ácido sulfúrico concentrado y caliente. La solución da reacción positiva fuerte de tierras raras del grupo del cerio y fosfatos y positiva débil de tierras raras del grupo de ytrio y torio.

Este mineral descrito es la monacita [2, 3].

Conclusión: La fracción 4 está constituída principalmente por monacita.

La Fracción Nº 5.

Contiene gran cantidad de cristales pequeños, incoloros, otros ligeramente coloreados y otros, generalmente de tamaño mayor, de color rojo granate. El color se aclara algo al calcinar.

Presenta una intensa fluorescencia anaranjada a la luz ultravioleta. Casi totalmente inatacable al ácido clorhídrico, sulfúrico y bisulfato de potasio. Se altera por fusión con carbonato de sodio, dando un sólido blanco que pasa a solución si se funde con bisulfato de potasio y se toma este fundido con ácido sulfúrico al 5 %.

Se disgrega bien con peróxido de sodio o con borax.

La solución da reacción positiva fuerte de circonio y titanio. (Véase análisis cuantitativo).

Conclusión: La fracción 5 está formada principalmente por una mezcla de zircón y rutilo.

La Fracción Nº 6.

Es arena común. Densidad menos de 2.75. Casi totalmente volatilizada por ataques con ácido fluorhídrico y sulfúrico.

Además de los minerales reconocidos según se ha especificado, impurifican a las distintas fracciones, otros que están presentes en pequeñas proporciones. El estudio detallado de todas las especies mineralógicas existentes se está realizando en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería y será publicado en breve.

e) *Radioactividad comparativa de las distintas fracciones.*

Para controlar la concentración obtenida en la fracción que contiene la mayor cantidad de monacita, en cuanto a las propiedades radioactivas, se realizaron medidas de radioactividad en los diversos productos.

Los resultados no son cuantitativamente comparables, debido principalmente a los problemas de absorción de las radiaciones en el material mismo. Los números obtenidos expresan impulsos por minuto obtenidos con una toma de 2 cc. de los distintos materiales colocados directamente bajo un tubo de Geiger-Müller, con una disposición geométrica constante.

Los resultados son:					S.c/m.
Arena de Atlántida al natural					18.9
Fracción constituída	principalmente	por	magneto-ilmenita		1.9
"	"	"	"	ilmenita	3.5
"	"	"	"	silicatos	20.3
"	"	"	"	monacita	761.1
"	"	"	"	zircón-rutilo-granate	31.6

El aparato fué en todos los casos el mismo. Tubo G. M. D 22 Tracerlab de 300 mg/cm^2. Voltaje 800 V. con un circuito tipo A, Cyclotron Specialities Co. del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería. El "Background" descontado en todas las medidas fué de 20.9 S.c/m.

Los resultados demuestran claramente que la monacita es el principal responsable de la radioactividad del material y que está concentrada en la fracción que marca 761.1 S.c/m.

f) *Análisis químico cuantitativo del material y de las distintas fracciones.*

Siendo la arena una mezcla de tantos minerales, el análisis químico cuantitativo del total de los elementos contenidos, sobre el material original, resultaría trabajoso, largo e impreciso si bien que posible.

Por ese motivo se realizó primeramente un análisis del producto natural para determinar su contenido en los elementos más abundantes, dejando los análisis más completos para las fracciones más concentradas de los distintos minerales.

Además, como el método de separación seguido responde a la posible separación industrial a realizar, los análisis de las fracciones re-

sultarán útiles en el estudio económico del aprovechamiento de estos minerales.

El hierro y el titanio son por mucho, los elementos más abundantes en la arena. El análisis da:

Hierro total en $Fe_2 O_3$	=	35.7%
Titanio total en $Ti O_2$	=	49.8%
Tierras raras y torio en $TR_2 O_3 + Th O_2$	=	0.94%
Residuo inatacado a la fusión con $KHSO_4$ (zircón, sílice, hornblenda, etc.).	=	9.9 %
Otros ácidos y bases solubilizadas calculadas por diferencia	=	3.66%
Total		100.00%

Métodos: Hierro y Titanio determinados hidrovolumétricamente por el método de Jones ([5], [6], [7]).

Tierras raras y Torio determinados gravimétricamente por precipitación de los oxalatos en medio ácido y calcinación a óxidos sobre toma de 10 grs. sometida al ataque sulfúrico ([6]).

Fracción 1. — Constituída principalmente por magneto-ilmenita.

Hierro total en $Fe_2 O_3$	=	46.7 %
Titanio total en $Ti O_2$	=	50.5 %
Residuo inatacado	=	0.4 %
Otros ácidos y bases solubilizadas calculadas por diferencia.	=	2.4 %
Total		100.0 %

Métodos: Disgregación con carbonato de sodio y determinación hidrovolumétrica de hierro y titanio por reductor Jones ([5]).

Fracción 2. — Constituída principalmente por ilmenita.

Hierro total en $Fe_2 O_3$	=	40.7 %
Titanio total en $Ti O_2$	=	52.7 %
Residuo inatacado	=	4.1 %
Otros ácidos y bases solubilizadas calculadas por diferencia.	=	2.5 %
Total		100.0 %

Métodos: Ataque con bisulfato de potasio y determinación hidrovolumétrica de Hierro y Titanio por el reductor Jones ([5]).

Fracción 3. — Constituída principalmente por silicatos de *Mg, Ca, Mn, Al,* y *Fe.*

Metales del 3er. grupo analítico en $R_2 O_3$			60.77%
Hierro total en $Fe_2 O_3$	=	15.80%	
Titanio total en $Ti O_2$	=	7.24%	
Tierras raras y torio en $TR_2 O_3$	=	5.77%	
Fósforo total $P_2 O_5$ *(calc.)*.	=	1.58%	
Aluminio total en $Al_2 O_3$ (calculado por diferencia) (1).	=	30.38%	
		60.77%	
Residuo insoluble de $P_2 O_7 Zr$			2.96%
Calcio total en $Ca O$			7.94%
Magnesio y manganeso en $Mg O$ (2)			1.43%
Sílice total en $Si O_2$			26.28%
Pérdida a la calcinación			1.16%
		Total	100.54%

Métodos: Disgregación con carbonato de sodio. Insolubilización de la sílice por ácido clorhídrico. Hierro y Titanio hidrovolumétricos (7). El contenido en óxidos de tierras raras fué determinado en muestra aparte por el método del oxalato. (6).

El calcio por precipitación como oxalato y terminación hidrovolumétrica. El magnesio, gravimétricamente pesando pirofosfato de magnesio (5, 7).

Fracción 4. — Constituída principalmente por monacita.

Tierras raras y Torio en $TR_2O_3 + Th O_2$			61.82%
Torio en $Th O_2$	=	3.60%	
Cerio en $Ce O_2$	=	26.71%	
Otras tierras raras en $TR_2 O_3$ (por diferencia)	=	31.51%	
		61.82%	
Fosfatos en $P_2 O_5$			25.46%
Hierro, Titanio y otras bases en óxido			0.96%
Inatacado (ilmenita, olivina, zircón, etc.).			12.66%
		Total	100.90%

(1) La determinación de Aluminio fué realizada también directamente obteniéndose el control del dato.

(2) Las cantidades de Manganeso son pequeñas con respecto al Magnesio.

Torio expresado en óxido sobre material solubilizado al ataque 4.13%

Método: Las tierras raras y el torio se precipitaron y reprecipitaron como oxalatos insolubles en medio ácido (6).

El Torio se determinó por el método de la urotropina (8).

El Cerio por su precipitación como iodato (5, 6). Los fosfatos se precipitaron como fosfomolibdato amónico, éste se transformó en fosfato amónico, magnesiano, pesando pirofosfato de magnesio (5, 6).

Fracción 5. — Constituída principalmente por zircón rutilo.

Metales del 3er grupo analítico en $R_2 O_3$			71.10%
Zircón y Hafnio en $(Zr, Hf) O_2$	=	55.63%	
Titanio como $Ti O_2$	=	13.88%	
Aluminio, Cromo, etc. en $R_2 O_3$	=	1.59%	
		71.10%	
Sílice total en $Si O_2$			28.62%
Pérdida a la calcinación			0.59%
Tierras raras, Calcio, Magnesio, Manganeso, Hierro y Fosfatos.			trazas
		Total	100.31%

Método: Titanio hidrovolumétrico (5). Zirconio por precipitación con cupferron junto al titanio y resta de éste último (5, 6). Disgregación del mineral por fusión con carbonato de sodio, seguido por fusión con bisulfato de potasio (6).

Fracción 6. — Constituída principalmente por cuarzo.

Ensayo de volatilización con ácido fluorhídrico y sulfúrico.

Sílice en $Si O_2$ = 89.7 %

g) *Ensayo de separación semi-industrial sobre una muestra de 30 kgs. de material.*

Con el principal objeto de obtener una cantidad grande de monacita, para extraer de ella cantidades de torio en el orden de los gramos, se realizó el tratamiento en 30 kgs. de arena en un separador electromagnético tipo "Davies non entraining magnetic separator", puesto a nuestra disposición por el Instituto Geológico del Uruguay.

Los resultados obtenidos en el ensayo realizado, están de acuerdo con los anteriormente expresados de la separación de Laboratorio, a saber:

	Cantidad obtenida	%
Magneto-ilmenita	0.750 kgs.	2.5
Ilmenita	24.660 "	82.2
Silicatos de Al, Fe, Mg, Ca, etc.	0.630 "	2.1
Monacita impura	0.210 "	0.7
Monacita	0.750 "	2.5
No magnético	2.940 "	9.8
Pérdida	0.200 "	0.6

Debo aclarar que los nombres adoptados no corresponden a las especies mineralógicas puras, sino a mezclas que son en todos los casos más impuras que las obtenidas en la separación de Laboratorio.

h) *Obtención de óxido de torio puro a partir de la monacita.*

El objeto principal de la separación anterior fué el de aislar torio a partir del material para realizar con él, medidas de radioactividad especiales. El problema presentado fué: obtener 4 grs. de óxido de torio puro.

Con tal fin, se sometieron 200 grs. de monacita a un proceso de extracción y purificación del Torio, llegándose a obtener 4.2 gramos de óxido de torio puro.

El procedimiento seguido en la separación y purificación puede resumirse en los siguientes títulos que indican las operaciones realizadas: 1º) Solubilización del mineral por ataque con ácido sulfúrico; 2º) Concentración previa por precipitación del torio como fosfato por hidrólisis; 3º) Transformación de las tierras raras y torio disuelto en oxalatos y éstos en óxidos; 4º) Recuperación del torio de estos óxidos por tratamiento con urotropina; 5º) Disgregación de los fosfatos concentrados en torio, transformación de los mismos en oxalatos y óxidos; 6º) Purificación de estos óxidos con urotropina; 7º) Purificación del total de torio obtenido por doble precipitación

al estado de peróxinitrato; 8º) Purificación del torio por solubilización del mismo al estado de complejo con el ion oxalato (exceso de oxalato de amonio); 9º) Transformación a óxido ([9], [10], [11]).

Las curvas de crecimiento radioactivo obtenidas por el Ing. W. Hill sobre este producto, están de acuerdo con las teóricas para el torio.

Las confirmaciones correspondientes a esas medidas no están terminadas aún.

II) *ESTUDIO COMPARATIVO DE ARENAS SIMILARES DE DISTINTA PROCEDENCIA.*

Además del yacimiento de Atlántida, se conocen otros, sitos en diversos lugares. De ellos se han obtenido muestras y se realizó un estudio microscópico.

En dicho estudio se demostró la similitud de los materiales, observándose en algunos casos diferencias en los ángulos de los cristales, que hacen suponer un rodado diferente de los materiales y variación en el contenido de los productos minerales secundarios.

Cuadro Nº 2

	Radiactividad comparativa	*$Ti\ O_2$*	*$Fe_2\ O_3$*	*Residuo*	*$Ti\ O_2$ sobre soluble al ataque*	*$Fe_2\ O_3$ sobre soluble al ataque*	*Composición cualitativa del residuo nombrados por orden de abundancia.*
Atlántida	24.9	49.9%	35.7%	9.9%	55.3%	39.6%	Cristales verdes (hornblenda, olivina, etc.) zircón, cristales rosados, cristales oscuros y cuarzo.
Bella Vista	14.4	40.5%	32.0%	23.9%	53.2%	42.1%	Cuarzo, zircón, cristales oscuros, rosados y verdes.
Cebollatí	18.0	48.0%	39.4%	13.9%	55.7%	45.8%	Cristales verdes, cuarzo, zircón, cristales rosados y oscuros.
Río Uruguay	3.1	45.5%	42.7%	8.5%	49.7%	46.7%	Zircón, cuarzo, cristales rosados y marrón claro. No se ven cristales verdes ni granate.
La Coronilla	4.9	34.8%	32.8%	25.6%	46.8%	44.1%	Cristales verdes, oscuros, zircón, cuarzo, cristales rosados y marrones.

Además se realizó un estudio químico comparativo así como la medida de la radioactividad, estando resumidos los datos en el cuadro Nº 2.

De los datos expuestos, puede concluirse que los productos son similares con variantes en las cantidades relativas de los minerales que acompañan a la ilmenita.

Las arenas comparadas fueron despojadas de las cantidades variables de sílice que contenían, previamente a todas las determinaciones.

CONCLUSIONES

1) El yacimiento de arena negra radioactiva de Atlántida está formado por una mezcla de minerales entre los cuales los de hierro titanado forman el 85 %.

2) El contenido en titanio del material natural es de 49.8% expresado en $Ti\ O_2$.

3) La ilmenita que puede obtenerse en gran cantidad del material será del tipo brasileño de exportación (56 % $Ti\ O_2$).

4) Entre los minerales secundarios que forman el 15 % restante del material se encuentra la monacita, en una cantidad que puede estimarse en 1.3 %, el zircón en 5.4 % y el rutilo en 1 % sobre el total de la arena.

5) La monacita obtenida en el producto contiene 4.1 % de óxido de torio lo cual es inferior a productos similares extraídos en otros países (Brasil 6 % $Th\ O_2$, Travancore 8 % $Th\ O_2$).

6) El zircón contenido en el producto natural da un porcentaje alto de óxido de circonio (55 % — $(Zr, Hf)\ O_2$) y está mezclado con variedades ligeramente coloreadas.

7) A excepción del rutilo, los demás constituyentes del mineral no presentan importancia técnico-económica ya sea por su composición o por su muy escasa cantidad.

8) Los materiales provenientes de otros yacimientos a saber: Bella Vista, La Coronilla, Cebollatí, etc., son similares presentando variaciones apreciables en las cantidades de los componentes secundarios de la mezcla.

Agradecimiento

Deseo recalcar mi agradecimiento al Sr. Julio Simón por la toma y revelación de la microfotografía original en colores realizada en este Laboratorio de Investigaciones de la ANCAP (Pando).

Al Ing. Mario Gil Nin y por su intermedio al Instituto Geológi-

co del Uruguay, por su colaboración con el separador magnético.

Los aparatos de medida de radioactividad usados pertenecen al Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería de Montevideo. El Laboratorio de Investigaciones de la ANCAP y el mencionado Instituto han colaborado ampliamente para la realización de este trabajo; paralelamente al desarrollo de este estudio químico se realizan en la Facultad de Ingeniería, también bajo la dirección del Ing. Hill, estudios sobre otros aspectos del mismo material.

Los conocimientos y trabajos del señor Director y de sus colaboradores que se dedican a estos temas: Q. I. Juan C. Goñi, Dra. A. Fabris de Mercantini y Sra. Irene Ewenson, han sido para mí una útil fuente de información. Por mi parte he puesto oportunamente a disposición de las mencionadas personas todos los resultados de mis estudios, compilados ahora en esta comunicación.

Terminado en Octubre de 1951.

Summary:

Radioactive Black Sands from Atlantida Beach and some similar products from other zones of Uruguay have been studied.

Different fractions were separated by magnetic and gravity methods.

The important minerals have been identified and the fractions quantitatively analyzed.

The results of the work done are as follows:

1) The radioactive black sand from the Atlantida beach deposit is a mixture of minerals in which the iron-titanium components form the 85 %.

2) The naturally concentrated black sand yields 49,8 % TiO_2.

3) The ilmenite obtained in considerable amount from the material would be of the Brazilian type (56 % TiO_2).

4) Among the other minerals we have 1,3 % of monazite, 5,4 % of zircon and 1 % of rutile on the total.

5) The monazite contains 4,1 % $Th\ O_2$, which is below the content of similar products from Brazil (6 %) and Travancore (8 %).

6) The zircon has a high content of zirconium oxide (55 % $Zr\ O_2$) and contains slighty coloured species.

7) With exception of rutile the other constituents of the mineral do not present economic interest because of their nature or small percentages.

8) Black sands from other deposits for example: Bella Vista, La Coronilla, Cebollati, etc. are similar, presenting appreciable differences in the content of secondary constituents.

BIBLIOGRAFIA

1) *Arenas negras ilmenítico-monacíticas del Uruguay. J. C. Goñi. Boletín Fac. de Ing. de Montevideo. Vol. IV, Nº 1, Mayo 1950.*
2) *Tratado de Mineralogía. F. Klockman y P. Ramdohr. Trad. española: F. Pardillo. 1947.*
3) *Precis de Mineralogie. A. de Lapparent. 1908.*
4) *Ilmenita. José E. Passos Guimarães — Geologia e Metalurgia. Brasil. Nº 4, Octubre 1946.*
5) *Standard Methods of Chemical Analysis — W. Scott. 1939.*
6) *The Analysis of Minerals and ores of the Rarer Elements. W. R. Schoeller y A. R. Powell. 1940.*
7) *Applied Inorganic Analysis — N. F. Hilldebrand y G. E. F. Lundell. 1950.*
8) *The use of hexamine for the separation of thorium from Rare Earths and its application to the determination of Thorium in monazite. A. Ismail and Harwood. Analyst 62. 185-91 (1937).*
9) *The Metals of the Rare Earths — J. F. Spencer. 1919.*
10) *The Rare Eearths Elements and their compounds — O. Yost, H. Russeland C. Garner. 1947.*
11) *Inorganic Syntheses — Vol. II. W. C. Fernelius y otros. 1946.*
12) *Deposits of Heavy Minerals on the Brazilian Coast. J. Gillson. Mining Engineering. Vol. 187, Nº 6, Junio 1953. Pág. 685-93.*
13) *Areias ilmeníticas no Brazil — José Miranda. Mineraçao e Metalurgia, Vol. VII, Nº 40, Sept. Oct. 1943. Pág. 195-8.*
14) *Areias monaziticas e ilmeníticas do sul do Espiritu Santo — Edgar Frías Rocha. Mineraçao e Metalurgia, Vol. IV, Mayo-Junio 1939, Nº 19, Pág. 19-20. Dep. de Prod. Mineral. Boletín 83. Río de Janeiro.*
15) *Monazita en Espirito Santo — A. I. Ericksen. Relatorio de Directoria, 1947.*
16) *A microscopical investigation of the heavy minerals from alluvial sand of the Breede River. J. D. Van Copenhagen. Chemical Abstracts. 1945. 48201.*

Nota: Este trabajo fué terminado en Octubre de 1951.