

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

=

INFORME N.º 100

Estudio del Movimiento de Arenas en las
Cercanías del Puerto de Mar del Plata
Usando Arena Marcada con ^{110}Ag

por

Federico Lachica y Gregorio B. Baró

=

BUENOS AIRES

1963

ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE ARENAS EN LAS
CERCANIAS DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA
USANDO ARENA MARCADA CON ^{110}Ag *

Federico Lachica y Gregorio B. Baró

INTRODUCCION

El estudio del movimiento de arena en los fondos marítimos y fluviales ha sido encarado en diversas partes del mundo, utilizando trazadores radioactivos. Tales estudios son de importancia cuando se quieren conocer las condiciones de transporte de arena por las corrientes marítimas, para el estudio de ciertos problemas hidráulicos en las costas del mar o en el lecho de los ríos, o bien establecer el lugar apropiado para la construcción de puertos o proceder a su mejoramiento.

En esta clase de estudios es necesario tener en cuenta algunas consideraciones importantes. Entre ellas es indispensable que el material utilizado como trazador se comporte lo más exactamente posible como la arena o materiales de aluvión que se estén estudiando. El marcado ya sea con material radioactivo, o con otras sustancias adecuadas deberá mantenerse firmemente unido al material cuyo movimiento se desea seguir. Los experimentos se tendrán que llevar a cabo con una cantidad grande de arena del orden de algunas toneladas, de manera que la concentración de la actividad una vez colocada en el lugar de la experiencia, no signifique riesgo para la población. El trazador deberá ser de fácil detección, preferentemente sobre el mismo lecho del mar o del río que se está estudiando, y permitir el estudio de un área de varias hectáreas.

La elección del isótopo radioactivo a utilizar como trazador está determinada también por varios factores que pueden depender de las condiciones de la experiencia. Radioisótopos que emiten solamente radiación alfa o beta, son prácticamente inconvenientes. En general los más adecuados son aquellos que emi

* Trabajo presentado a la Conferencia Interamericana de Radioquímica, Montevideo, Uruguay - Julio 1963.-

ten radiación gamma suficientemente energética y que poseen un período de semidesintegración que varía entre algunos días y varios meses. En la tabla I se da una lista de isótopos que pueden utilizarse para este fin. Se deberá tener en cuenta además el tipo de detector a utilizar. Si se usa un contador Geiger Müller la eficiencia es mayor para la radiación gamma energética; en cambio si se usa un cristal de centelleo, la eficiencia es mayor para la radiación gamma blanda y en general se hace mayor cuanto más grande es el cristal.

Entre los métodos propuestos por diversos autores mencionaremos el de Inman y Goldberg (1) quienes irradiaron algunas variedades de arenas en un reactor a fin de activar el fósforo contenido como impureza en dichos materiales. Si bien este método de marcación sería ideal ya que dicha arena podría utilizarse como un trazador idéntico al material en estudio, tiene algunas desventajas considerables. Primero el espacio de irradiación de la mayoría de los reactores es limitado y la cantidad de arena a irradiar es en muchos casos considerable; por otra parte el ^{32}P obtenido por la irradiación neutrónica es un emisor beta puro, lo cual no permite su medición en una forma simple como ocurre con los emisores gamma. Métodos similares al mencionado, en los cuales se incorpora a la arena o a un vidrio, un elemento que luego por irradiación se transforma en un radioisótopo, tienen también la desventaja de que la cantidad de material a irradiar no puede colocarse al mismo tiempo en el espacio de irradiación del reactor. Uno de estos métodos es el propuesto por W.J. Arrol y usado por varios autores (2), (3), (4); utiliza un vidrio molido cuya composición, granulometría y densidad se elige de manera que sean lo más parecidas a las de la arena que se quiere estudiar. J. L. Putman y D.B. Smith han utilizado un vidrio al cual se le incorpora un 5% en peso de Sc_2O_3 . El vidrio es luego molido hasta obtener un tamaño de grano similar al de la arena y luego se los somete a la irradiación en un reactor con un flujo de 10^{11} n/seg cm^2 durante algunas semanas. El radioisótopo obtenido como trazador es el Sc^{46} , que emite gammas de 0,89 y 1,12 MeV con un período de 84 días. Otros métodos de interés consisten en la inmersión de la arena en una solución de un radioisótopo seguida por un calentamiento de la misma a 500°C (5). En Holanda han utilizado una resina de intercambio iónico calentada a 900°C después de la fijación del radioisótopo (5) y en Suecia se utilizó una solución hirviente de cloruro de cromo en medio ácido (6).

En Rusia se han empleado sustancias luminosas como marcadores, tales como el antraceno, las cuales son fijadas sobre los granos de arena por medio de una cola de huesos y agar-agar.

Gibert et al. (7), (8) han utilizado la ^{110}Ag como marcador de la arena; la plata radioactiva se deposita en forma de fina película metálica sobre el grano de arena.

Este método de marcación de arena con ^{110}Ag ha sido el utilizado en nuestros estudios, ya que es más adaptable a nuestras condiciones experimentales de trabajo y ofrece en particular algunas ventajas importantes. En primer lugar la ^{110}Ag se obtiene a un costo bajo en el reactor RA1 ya que no es necesario tampoco utilizar el material radioactivo con alta actividad específica. Por otro lado la operación de marcado es relativamente simple y puede efectuarse cerca del lugar donde se realizó la experiencia. La plata se fija bien sobre los granos de arena y las radiaciones de la ^{110}Ag permiten su detección en forma simple y fácil. El método descripto por Gibert no ha sido aplicado totalmente debido a dificultades comprobadas en el tratamiento químico de las muestras.

El trabajo se realizó con el propósito de investigar el movimiento de arena en el costado exterior de la escollera norte del Puerto de Mar del Plata. El problema que actualmente existe en este puerto es la formación de un banco de arena cerca de la entrada que hace necesario un dragado frecuente del mismo, a pesar de lo cual sigue siendo peligrosa la entrada de barcos de gran calado. Una solución propuesta por las autoridades del puerto, consiste en la construcción de un conducto que pasando debajo del puerto y extrayendo la arena acumulada cerca de la boca en la escollera sur, la deposite en un lugar alejado de la escollera norte por medio de un sistema de bombeo. Previamente al estudio de un proyecto de esta naturaleza se consideró de importancia conocer algunos datos sobre el movimiento de arena en las cercanías de la escollera norte. La marcación de una tonelada de arena marplatense, su depósito en el fondo del mar y otros detalles prácticos de interés se describen a continuación.

MARCACION DE UNA TONELADA DE ARENA CON ^{110}Ag

Los estudios realizados por Gibert et al. (7), (8) y algunos ensayos preliminares nos decidieron a aplicar este método que consiste principalmente en la descomposición de sales de plata por la acción de un agente reductor y la luz solar. La plata se deposita en forma metálica sobre los granos de arena formando una película muy fina que queda adherida firmemente.

La arena para marcar fué extraída de la costa del mar cercana al lugar donde se haría luego el estudio. La misma se zarandeó con una malla gruesa a fin de separar las piedras, caracoles y conchillas que pudiera contener y luego, en otra zaranda de malla más fina, se lavó cuidadosamente y se extendió sobre un piso de cemento a fin de secarla. Una vez completamente seca se guardó en bolsas de 50 kg cada una.

El marcado se realizó por tandas de 100 kg por vez utilizando una máquina hormigonera. La solución para marcar 100 kg de arena se preparó de la siguiente forma: en un vaso de precipitado de 10 litros se colocaron aproximadamente 250g de nitrato de plata que se disolvieron en 2 litros de agua, agregando luego un litro de amoníaco hasta lograr una solución límpida. A esta solución se le agregaron 20 mC de ^{110}Ag tomándose las precauciones necesarias a fin de que la exposición del operador fuera mínima, y evitar además otros peligros de contaminación. Tal operación se realizó con pinzas detrás de una pared de plomo. Luego se preparó una solución de 150 g de sal de Seignette, aproximadamente en 2 litros de agua, que se agregó luego a la solución conteniendo la ^{110}Ag . Al mismo tiempo se volcaron 100 kg de arena en la hormigonera, se la puso en funcionamiento y se agregó con todo cuidado la solución marcadora, manteniéndose la marcha durante 8 a 10 minutos, al cabo de los cuales y sin parar la hormigonera se volcó su contenido en una batea de madera. La cantidad de líquido empleado se calculó de tal manera que mojara completamente los 100 kg de arena y al mismo tiempo no se perdiera líquido en otras partes. Las bateas con la arena mojada por la solución marcadora fueron trasladadas a una playa de cemento y expuestas al sol durante 6 días, removiendo la arena de vez en cuando a fin de asegurarse un secado uniforme y la exposición al sol de todos sus granos. Las bateas están provistas de agarraderas suficientemente largas a fin de que durante su manejo y traslado con la arena radioactiva los operarios reciban una dosis de radiación despreciable.

Durante toda la operación de marcado, el personal involucrado usó delantales especiales, máscara contra polvo y gas, guantes de goma y films monitores. La exposición a la radiación se controló continuamente con cámaras de ionización adecuadas. En ningún caso se observó una exposición sobre los operarios, más allá de la permitida, ni tampoco contaminación de ^{110}Ag en los lugares de trabajo.

Previamente al marcado de una tonelada de arena, se efectuaron pruebas con arena marcada en las mismas condiciones, colocándola en un recipiente con agua de mar y cierta cantidad de arena sin marcar, agitando durante varios días. Luego, la arena fue lavada y secada comprobándose una pérdida de actividad entre 30 al 40%, resultado que concuerda con los expuestos por Gibert et al. (7), (8).

Las mediciones de la arena marcada por este procedimiento, resultaron del orden de las 300 a las 350 des/min mg de arena y la actividad específica resultó uniforme en toda la tonelada de arena marcada dentro de un límite del 3%.

DEPOSICION DE LA ARENA MARCADA EN EL FONDO DEL MAR

Una vez seca, se procedió a embolsar la arena en sacos dobles de polietileno reforzados con una envoltura exterior de yute. Los sacos de polietileno estaban provistos de un anillo pesado de hierro que facilita su apertura cuando se depositan en el fondo del mar, mediante un dispositivo similar al de la fig.1. Este dispositivo permite depositar la arena en el fondo mismo mediante su apertura semiautomática cuando el cable de sostén se comienza a izar desde la superficie. Este dispositivo es similar al usado por los autores japoneses (4); su construcción ha sido realizada con chapa gruesa de hierro con algunos aditivos condicionales.

En la operación de depósito de la arena en el fondo del mar se tomaron similares precauciones a las anteriores para la protección del personal.

TOMA Y MEDICION DE MUESTRAS

A falta de un detector adecuado para medir la actividad directamente sobre el fondo del mar, se procedió a la extracción de muestras. El método utilizado fué el de los autores portugueses y japoneses (4), (7), (8), empleándose un dispositivo como el de la fig.2. Cada muestra osciló entre los 8 y los 10 kg de arena seca. Se comenzaron a recoger después de 24 horas de haber sido arrojada la arena marcada en el fondo del mar, siguiéndose luego con la extracción de series de muestras al cabo de 7 días, 21 días y 30 días.

La posición de cada muestra extraída del fondo del mar se determinó con teodolitos y en algunos casos con un sistema de banderines colocados en la escollera y la playa.

Para la medición se ensayó en gran escala el procedimiento químico dado por Gibert et al. Tal ensayo demostró que, si bien para casos particulares puede ser de cierto interés, resulta extraordinariamente engorroso y poco económico cuando se realiza un estudio de este tipo y se requiere procesar un número considerable de muestras. Naturalmente el tratamiento de una muestra de 10 kg en forma repetida, implica toda una línea de operación standardizada y gastos de personal y drogas sumamente elevados.

El problema se solucionó con un contador Geiger Miller para medición gamma tipo T.G.C.-16, colocándolo en condiciones geométricas standardizadas, en un recipiente como se ilustra en la fig.3.

Se efectuó primero el control de fondo o efecto cero colocando en el recipiente arena común sin actividad y se calibró el equipo con una cantidad de arena pobremente marcada, similar a la actividad contenida en las muestras más radioactivas.

Cada medición se realizó en un tiempo suficientemente largo a fin de obtener una buena estadística de la radiactividad contenida en cada una de las muestras. Este método ha resultado suficientemente sensible para los propósitos del trabajo realizado.

CONCLUSIONES

Es evidente que un trabajo de esta naturaleza, además del estudio del método trazador en sí, requiere también el estudio topográfico de la zona, la facilidad para realizar las operaciones involucradas, corrientes marítimas, oleaje y mareas; en esta exposición no obstante, nos limitamos exclusivamente a la discusión que implica la técnica empleada con el trazador radioactivo.

El marcado de la arena con ^{110}Ag ha demostrado ser un método relativamente sencillo y factible de realizar cerca de los lugares donde el trazador se va a depositar. Esta ventaja es considerable ya que la preparación de otros trazadores como sería el vidrio y la irradiación de arenas en un reactor, requerirían una instalación más adecuada.

Significa una desventaja que parte de la plata radiactiva (30 a 40%) se pierda con el lavado enérgico de agua de mar. Tal pérdida se observó durante las primeras horas del lavaje. Arena marcada y lavada no pierde su actividad en un segundo o tercer lavado.

El método químico, como señaláramos anteriormente resulta inadecuado para un tipo de estudio en gran escala donde es necesario el procesamiento de un gran número de muestras. Resultados obtenidos por este método son poco reproducibles.

La medición de las muestras en la forma descrita ha resultado un método conveniente, que permite la detección en áreas comprendidas entre 80 y 100 hectáreas de fondo marítimo, con una tonelada de arena marcada y 200 - 500 mC de ^{110}Ag , posibilitándose así el estudio del movimiento de las arenas.

Se agradece al Ingeniero Jorge Oyarvide la colaboración suministrada para la realización del presente trabajo.

TABLA I

Radioisótopo	Energía gamma (MeV)	Semiperíodo (días)
^{110}Ag	0,72-0,8-1,4	253
^{124}Sb	0,6-1,7	60
^{46}Sc	1,12-0,9	84
^{51}Cr	0,32	27,8
Ba- ^{140}La	1,6-0,5	12,8
^{182}Ta	1,12-1,2	115
^{198}Au	0,41	2,7
^{65}Zn	1,12	245
^{192}Ir	0,32-0,47	74
^{131}I	0,3-0,6	8
^{59}Fe	1,1-1,3	45
^{103}Ru	0,5	40

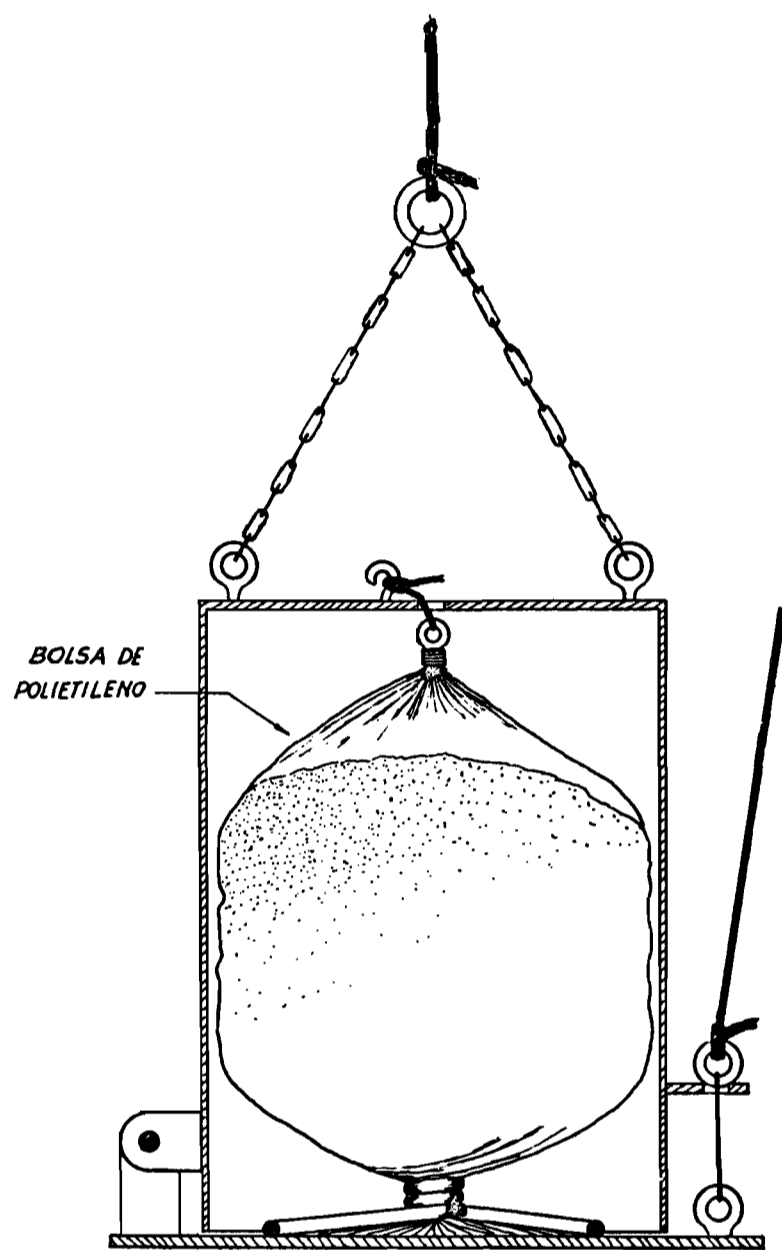


FIG. 1

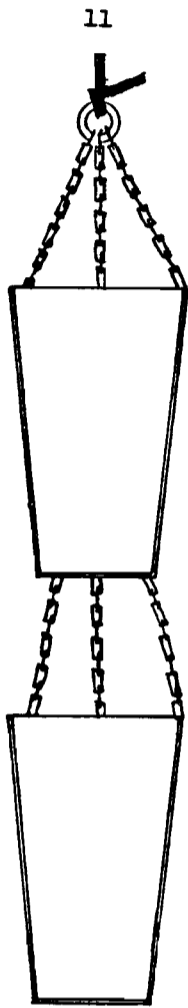


FIG. 2

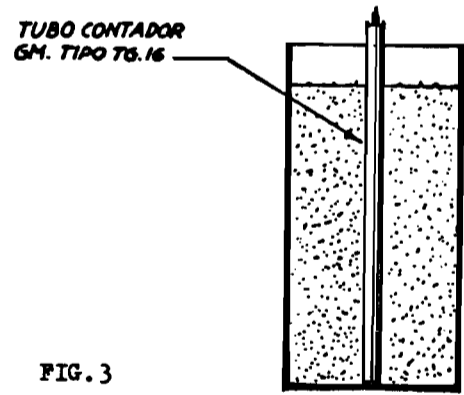
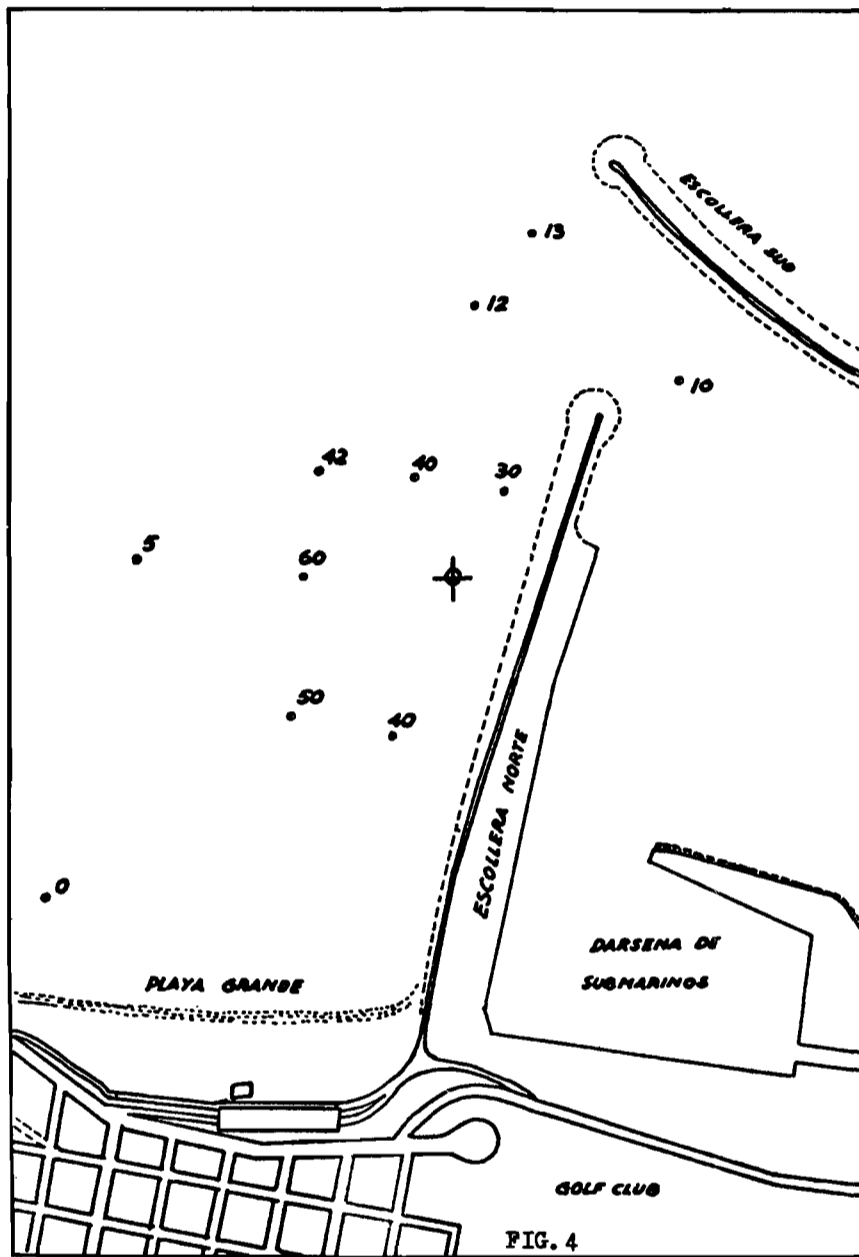


FIG. 3



REFERENCIAS

1. GOLDBERG, E.D. and INMAN, D.L. Neutron-irradiated quartz as tracer of sand movements. Geol. Soc. America Bull., 66, 611, (1955).
 2. INMAN, D.L. and CHAMBERLAIN, T.K. Experiments with Radioactive Sand as a Tracer of Beach Sand Movement. P/2357 U.S.A.
 3. SHIZUC, I. and NAOFUMI, S. Measurements of litoral drift by radioisotopes. Nat. Hokkaido Development Bur., Japan, (1956).
 4. PUTMAN, J.L. and SMITH, D.B. Radioactive tracer techniques for sand and silt movements under water. Inst. J. App. Rad. Isot. I. 24, (1956).
 5. ARLMAN, J.J., SANTEMA, P. and SVASEK, J.N. Movement of bottom sediment coastal waters by currents and waves; measurements with the aid of radioactive tracers in the Netherlands Deltadienst, Rijkswaterstaat, (1957).
 6. DAVIDSON, J. Investigations of sand movement using radioactive sand Fund Studies in Geography. Ser. A, Physical Geography, 12, (1958).
 7. GIBERT, A. Observation des mouvements du sable sous l'eau au moyen de l'Agent-110. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, (1960).
 8. GIBERT, A. et al. Tracing under sea sand movement with radioactive silver. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, (1960).
-
