

## DETERMINACION EXPERIMENTAL DE CORRIENTES SUBSUPERFICIALES Y SU POSIBLE INCIDENCIA SOBRE LA MIGRACION DE MEDUSAS

Silvia Valentinuzzi de Santos<sup>1</sup> y Jorge Santos<sup>2</sup>

### RESUMEN

El propósito de este trabajo es determinar la existencia de corrientes subsuperficiales como posible mecanismo explicativo de la migración horizontal de medusas y ctenóforos hacia las costas de Pehuen Co y Monte Hermoso (Bs. As., Argentina).

La costa tiene una dirección general E-O y para determinar la existencia de corrientes subsuperficiales se observaron los desplazamientos de una sonda sumergida, con ligera flotabilidad negativa. Las observaciones fueron hechas con casi todas las combinaciones posibles de viento (cuatro cuadrantes y calma) y marea (inmediatamente después de plea y bajamar, media marea subiendo y media marea bajando).

Se encontró que con vientos de cualquier cuadrante, excepto N, y marea bajando, el vector velocidad de desplazamiento de la sonda tiene una componente de dirección paralela a la costa y sentido O a E (saliendo de la bahía) y una componente de dirección perpendicular a la costa y sentido N-S (alejándose de la playa); con marea subiendo, las componentes tienen sentidos contrarios, de manera que la sonda se acercaría y se alejaría de la costa en mareas sucesivas. Con vientos del cuadrante N, sin embargo, la componente perpendicular a la costa tiene casi siempre sentido S a N (acercándose a la playa) y el resultado neto es un acercamiento de la sonda hacia la costa. Estos resultados prueban la factibilidad de la hipótesis de que la migración se debe a desplazamientos pasivos de los organismos arrastrados por una corriente subsuperficial de origen eólico y sentido S-N.

Debe notarse que lo que se determina es el vector velocidad de desplazamiento de la sonda y no el vector velocidad de corriente. El módulo de aquél es una cierta función no conocida del módulo de la corriente pero su dirección y sentido coinciden obviamente con la dirección y sentido de la misma.

### SUMMARY

The purpose of this work is to determine the existence of subsurface currents as a possible mechanism explaining the horizontal migration of medusae and ctenophora towards the coasts of Pehuen Co and Monte Hermoso (Bs. As., Argentina).

The coast has a general E-W direction and to determine the existence of subsurface currents, the displacements of a submerged sonde were observed under almost all possible combinations of wind direction and tides.

It was found that with winds from any quadrant, except N, and falling tides, the sonde displacement vector has a W-E component parallel to the coast (going out of the bay) and a N-S component perpendicular to the coast (going away from it); with rising tides, the components have opposite directions and therefore the sonde would move towards and away from the coast in successive tides. With N winds, however, the perpendicular component is almost always S-N and the net result is an approach towards the coast.

(1) Departamento de Biología, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

(2) Surconsult, Alsina 162, 14 G, 8000 Bahía Blanca, Argentina (Actualmente también Dep. de Electrotecnia, Universidad Nacional del Sur).

These results prove the feasibility of the hypothesis that the migration is due to passive movements of the organism brought about by a subsurface S-N current.

### INTRODUCCION

Es un hecho conocido que, principalmente en la temporada estival, las playas de Monte Hermoso y Pehuen Co (Bs. As., Argentina) sufren ocasionales invasiones temporales de medusas y ctenóforos. Entre las primeras es de particular interés *Olindias sambaquiensis* por los efectos especialmente desagradables de la descarga de sus nematocistos sobre los seres humanos, generalmente en forma de enrojecimiento y una sensación de quemazón en la zona de penetración. Dado que se trata de zonas turísticas de verano con gran afluencia de visitantes, la importancia del problema trasciende el marco puramente ecológico y tiene serias implicancias sanitarias y económicas. El fenómeno de migración horizontal de medusas (en el sentido literal de desplazamiento horizontal de un lugar a otro) en las zonas citadas es conocido desde hace mucho tiempo sin que hasta hace muy poco se hubieran formulado explicaciones satisfactorias sobre el mismo y mucho menos realizado comprobaciones experimentales tendientes a verificarlas. Por tal motivo elaboramos a principios de 1980 un par de hipótesis sobre los mecanismos de migración (Valentinuzzi de Santos, 1980). La primera de ellos explica el fenómeno como un desplazamiento activo producido por el efecto combinado de un gradiente térmico creciente hacia la playa y un eventual termotactismo positivo de los organismos; la segunda hipótesis explica la migración como un desplazamiento pasivo producido por una corriente subsuperficial de arrastre; esta corriente sería de origen termodinámico o eólico. En este último caso y dado que se trata de aguas muy poco profundas, los vientos del N producirían una corriente superficial de dirección N-S. Debido a la continuidad del sistema (Sverdrup et al, 1942), las aguas transportadas lejos de la costa deberían ser reemplazadas por aguas aportadas por una corriente subsuperficial de dirección S-N, con surgencia en las inmediaciones de la playa, cuya dirección general es E-O como lo muestra la Fig. 1.

El objeto del presente trabajo es determinar la posible existencia y el régimen de corrientes subsuperficiales de origen eólico, como prueba de factibilidad de la correspondiente hipótesis.

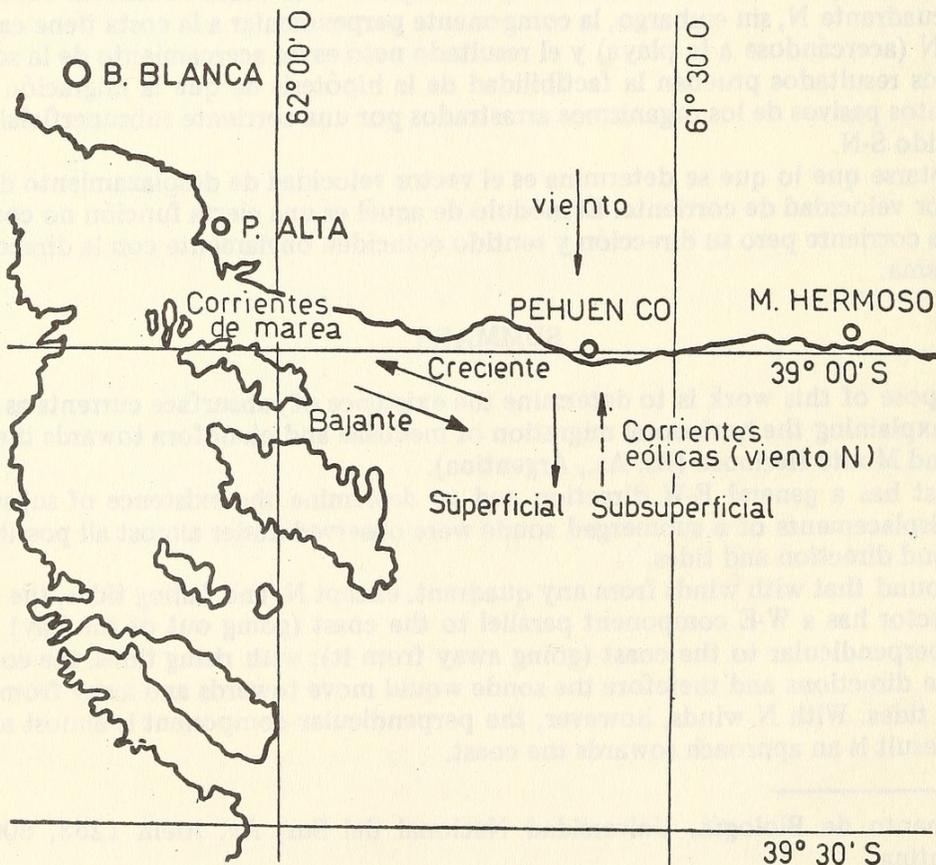


FIG. 1: Situación geográfica de Pehuen Co y Monte Hermoso; dirección de corrientes de marea y eólicas.

PRIMERAS OBSERVACIONES

El gráfico de la fig. 2 muestra el resultado de mediciones realizadas entre el 12 de Enero y el 2 de Febrero de 1980. Las mismas incluyen las temperaturas máxima y mínima del aire, la temperatura del agua (tomada a las 17 hs, a 30 cm de profundidad y a unos 25 m de la línea de

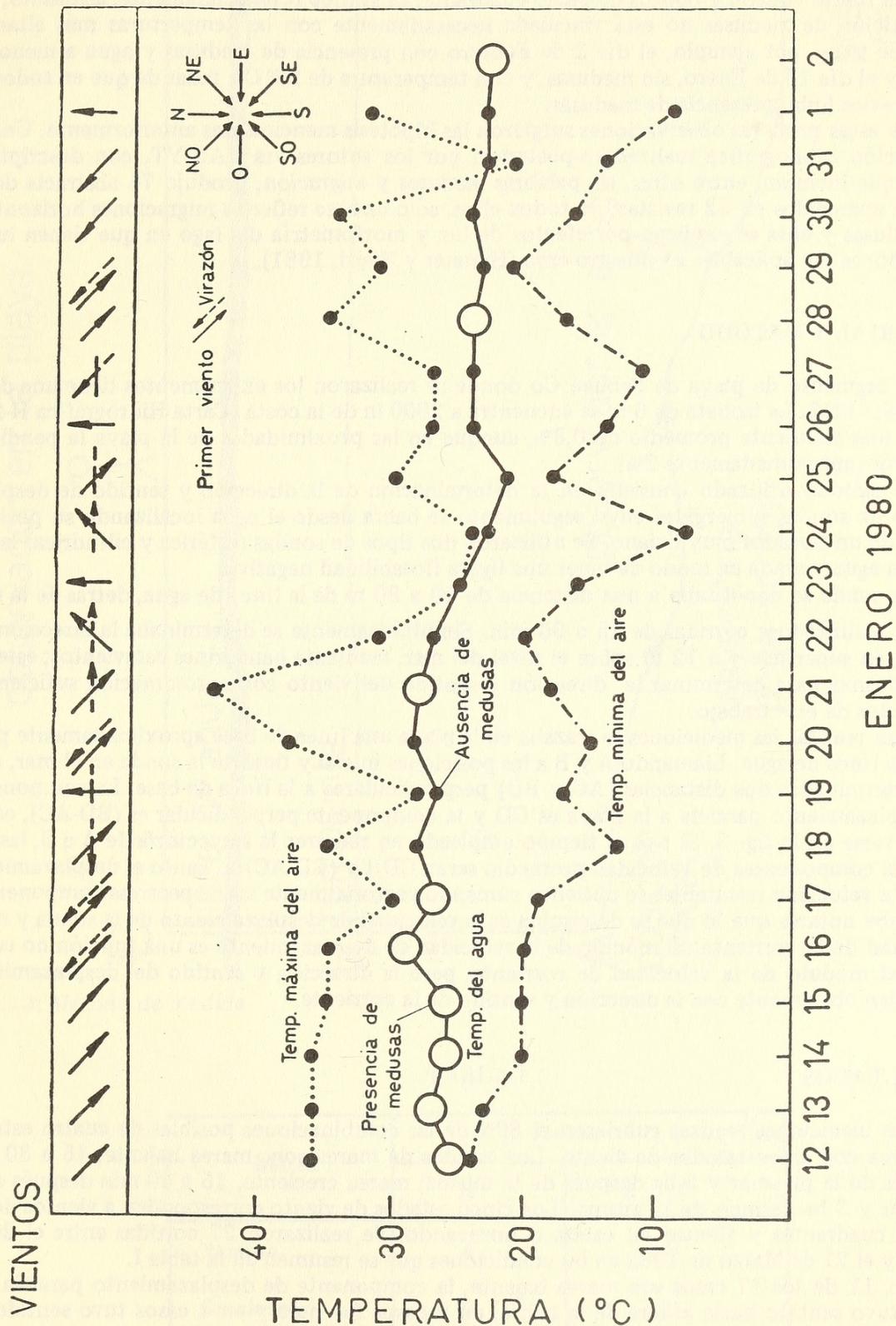


FIG. 2: Temperaturas del aire y del agua, dirección del viento y presencia de medusas (Enero 1980).

agua), la dirección de los vientos que soplaron en cada día y la presencia o ausencia de medusas en las aguas muy poco profundas de las inmediaciones de la línea de agua.

En esencia el gráfico confirma el conocimiento general de que la aparición de las medusas ocurre en días con vientos del cuadrante N y su desaparición en días con vientos del cuadrante S o con fuerte virazón a vientos de dicho cuadrante. El gráfico revela claramente, asimismo, que la aparición de medusas no está vinculada necesariamente con las temperaturas más altas del agua. Se tiene, por ejemplo, el día 2 de Febrero con presencia de medusas y agua a menos de 23°C y el día 18 de Enero, sin medusas, y con temperatura de 28°C a pesar de que en todos los días previos hubo presencia de medusas.

De estas primeras observaciones surgieron las hipótesis mencionadas anteriormente. Una investigación bibliográfica realizada a-posteriori por los autores vía CAICYT, con descriptores varios que incluían, entre otras, las palabras *medusas* y *migración*, produjo 74 abstracts de artículos aparecidos en 62 revistas; de todos ellos, sólo uno se refiere a migraciones horizontales de medusas y ellas se explican por efectos de luz y morfometría del lago en que tienen lugar, condiciones no aplicables en nuestro caso (Hamner y Hauri, 1981).

## MATERIAL Y METODO

El segmento de playa de Pehuen Co donde se realizaron los experimentos tiene una dirección OSO-ENE. La isobata de 6 m se encuentra a 2000 m de la costa (Carta Hidrográfica H-212) dando una pendiente promedio de 0,3%, aunque en las proximidades de la playa la pendiente es mayor (aproximadamente 2%).

El método utilizado consistió en la determinación de la dirección y sentido de desplazamiento de sondas sumergidas cuyo seguimiento se hacía desde el agua localizando su posición mediante un flotador muy liviano. Se utilizaron dos tipos de sondas (esférica y cilíndrica) lastradas con agua y arena de modo de tener una ligera flotabilidad negativa.

La sonda se depositaba a una distancia de 50 a 80 m de la línea de agua, detrás de la rompiente, realizándose corridas de 15 a 30 min. Simultáneamente se determinaba la dirección del viento, en superficie y a 12 m sobre el nivel del mar, mediante banderines catavientos; este sistema alcanza para determinar la dirección y sentido del viento con aproximación suficiente a los efectos de este trabajo.

Para realizar las mediciones se trazaba en la playa una línea de base aproximadamente paralela a la línea de agua. Llamando A y B a las posiciones inicial y final de la sonda en el mar, quedan determinadas dos distancias (AC y BD) perpendiculares a la línea de base. La componente de desplazamiento paralela a la playa es CD y la componente perpendicular es (BD-AC), como puede verse en la fig. 3. Si  $t$  es el tiempo empleado en recorrer la trayectoria de A a B, las respectivas componentes de velocidad promedio serán  $CD/t$  y  $(BD-AC)/t$ . Tanto el desplazamiento como la velocidad resultantes se obtienen sumando vectorialmente las respectivas componentes.

Debe notarse que lo que se determina es la velocidad de desplazamiento de la sonda y no la velocidad de la corriente. El módulo de la velocidad de desplazamiento es una función no conocida del módulo de la velocidad de corriente, pero la dirección y sentido del desplazamiento coinciden obviamente con la dirección y sentido de la corriente.

## RESULTADOS

Las mediciones realizadas cubrieron el 80% de las combinaciones posibles de cuatro estados de marea con cinco estados de viento. Los estados de marea son: marea bajante, 15 a 30 min después de la pleamar y 3 hs después de la misma; marea creciente, 15 a 30 min después de la bajamar y 3 hs después de la misma. Los cinco estados de viento corresponden a vientos de los cuatro cuadrantes y vientos en calma o borneando. Se realizaron 27 corridas entre el 24 de Enero y el 21 de Marzo de 1982 en las condiciones que se resumen en la tabla I.

En 11 de los 17 casos son marea bajante, la componente de desplazamiento paralela a la playa tuvo sentido hacia afuera de la bahía, en 2 casos fue nula y en 4 casos tuvo sentido hacia adentro; de estos 4 casos, 2 corresponden a corridas con viento S, fuerte marejada y rompiente alejada de la línea de agua; en uno de los 2 casos restantes el desplazamiento fue muy pequeño. En 9 de los 10 casos con marea creciente, la componente de desplazamiento paralela a la playa tuvo sentido hacia adentro de la bahía.

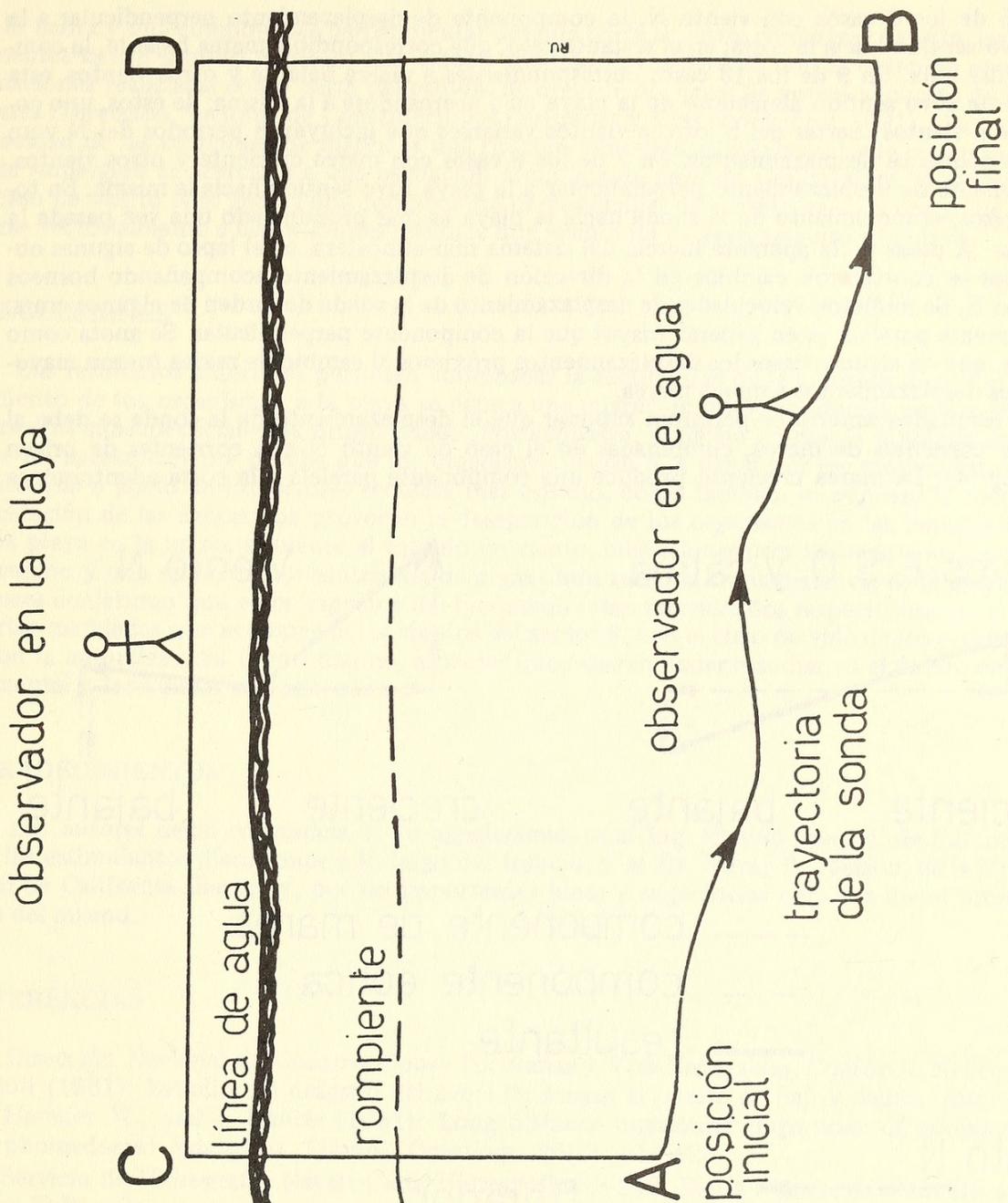


FIG. 3: Método de medida.

TABLA I

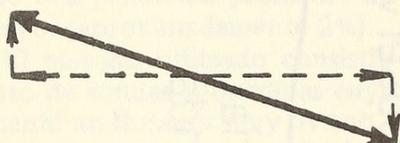
Marea	Viento	
	N	E, S, O
Bajante	4	13
Creciente	2	8

Número de corridas en las distintas condiciones de viento y marea. (Ene/Feb. 1982).

En 5 de los 6 casos con viento N, la componente de desplazamiento perpendicular a la playa tuvo sentido hacia la costa; en el restante caso, que correspondió a marea bajante, la componente fue nula. En 9 de los 13 casos correspondientes a marea bajante y otros vientos, esta componente tuvo sentido alejándose de la playa en 4 acercándose a la misma; de éstos, uno corresponde a vientos fuertes del S, otro a vientos variables que incluyeron períodos del N y un tercero a pequeños desplazamientos. En 7 de los 8 casos con marea creciente y otros vientos, la componente de desplazamiento perpendicular a la playa tuvo sentido hacia la misma. En todos los casos, el movimiento de la sonda hacia la playa es mas pronunciado una vez pasada la rompiente. A pesar de la aparente inercia del sistema mar-atmósfera, en el lapso de algunas observaciones se constataron cambios en la dirección de desplazamiento acompañando borneos del viento N. Se midieron velocidades de desplazamiento de la sonda del orden de algunos cm/s; la componente paralela es en general mayor que la componente perpendicular. Se anota como anomalía, que en algunos casos los desplazamientos próximos al cambio de marea fueron mayores que los desplazamientos a media marea.

Los resultados anteriores permiten suponer que el desplazamiento de la sonda se debe al efecto de corrientes de marea, combinadas en el caso de viento N con corrientes de origen eólico (fig. 4). La marea creciente produce una componente paralela a la costa adentrándose

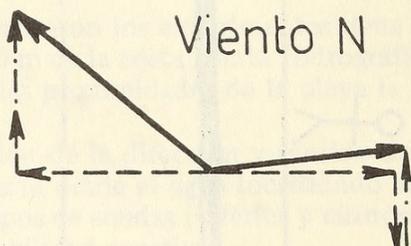
Vientos E, S, O y calma



creciente

bajante

Viento N



creciente

bajante

--- componente de marea

-.-.-. componente eólica

— resultante

Viento N

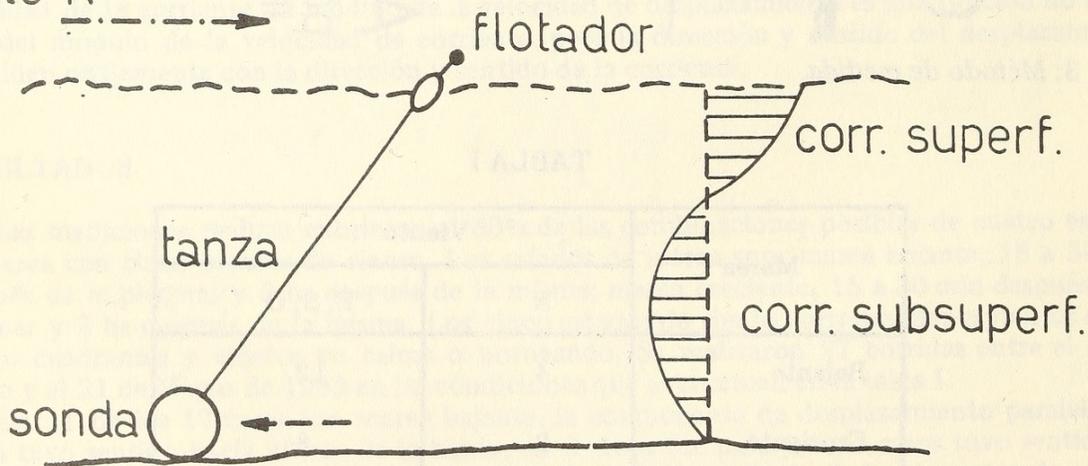


FIG. 4: Dirección y sentido de desplazamiento y posible perfil de corrientes de origen eólico.

en la bahía y una componente perpendicular dirigida hacia la costa; con marea bajante, las componentes tienen sentido opuesto; este último resultado es coherente con el obtenido en determinaciones realizadas como parte del estudio de dragado del canal de acceso al puerto de Bahía Blanca (Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, 1981). Dado que la velocidad de las corrientes de marea es una función periódica, el movimiento de un cuerpo que flota sumergido se acercaría a una oscilación armónica de período similar al de las mareas. En el caso de viento N se genera una componente perpendicular de sentido hacia la costa que al sumarse vectorialmente a las anteriores produce una resultante de acercamiento a la playa.

## CONCLUSIONES

Los resultados anteriores permiten comprobar la factibilidad de la hipótesis de que el acercamiento de los organismos a la playa se debe a una migración pasiva producida por arrastre de corrientes subsuperficiales de origen eólico. Por supuesto, el hecho de que la hipótesis sea factible no necesariamente prueba que los organismos llegan a la playa por ese motivo; éste es un punto que a juicio de los autores requiere más estudio, como también lo requiere la completa elucidación de las causas que provocan la desaparición de los organismos en las inmediaciones de la playa en la marea siguiente al cambio de viento, migraciones principalmente en los meses de verano y una aparente concentración de organismos recién a cierta distancia de la playa. Los autores conjeturan que estos aspectos del fenómeno están relacionados respectivamente con las fuertes marejadas que acompañan los vientos del sector S, con el ciclo de vida de los organismos y con la naturaleza del fondo marino, aspectos que esperan poder estudiar en el futuro con instrumental y facilidades más adecuadas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de su agradecimiento al Ing. Manuel Pascual, de Surconsult, por las estimulantes discusiones a lo largo del trabajo, y al Dr. Oliver P. Pearson, de la Universidad de California, Berkeley, por las importantes ideas y sugerencias para una mejor presentación del mismo.

## REFERENCIAS

- Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Consorcio Nedeco-Arconsult (1981): Estudio del dragado del canal de acceso al puerto de Bahía Blanca, Anexo IV.
- Hamner W., and I. Haurie (1981): Long distance horizontal migrations of zooplankton (Scyphomedusae: *Mastigias*). *Limnol. Oceanogr.* 26(3), 414-423.
- Servicio de Hidrografía Naval: Carta Hidrográfica H-212, Bahía Blanca, de Faro Recalada a Faro El Rincón.
- Sverdrup, H., M. Johnson and R. Fleming (1942): *The Oceans*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, EEUU de NA.
- Valentinuzzi de Santos, Silvia (1980): Sobre los mecanismos de migración de medusas en la zona de Pehuén-Co y Monte Hermoso. Resúmenes de Trabajos de Investigación Científica y Tecnológica, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur (A posteriori de esta publicación llegó a conocimiento de los autores que, aunque sin comprobación experimental, la hipótesis subsuperficial había sido considerada por F. Ramirez y M. Zamponi, en 1978, en un trabajo no publicado).



Santos, Silvia Valentinuzzi de. and Santos, Jorge. 1987. "Determinacion experimental de corrientes subsuperficiales y su posible incidencia sobre la migracion de medusas." *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 215, 13–19.

**View This Item Online:** <https://www.biodiversitylibrary.org/item/193065>

**Permalink:** <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/168711>

#### **Holding Institution**

Smithsonian Libraries and Archives

#### **Sponsored by**

Biodiversity Heritage Library

#### **Copyright & Reuse**

Copyright Status: In Copyright. Digitized with the permission of the rights holder

Rights Holder: Sociedad Científica Argentina

License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>

Rights: <https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/>

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.