

NOTA SOBRE LA CIRCULACION DE LA BAHIA DE VALPARAISO
(ABRIL 1976)

Tomás R. Fonseca F. y Verónica Hickmann F.

*Departamento de Oceanografía
Escuela de Ciencias del Mar y de los Alimentos,
Universidad Católica de Valparaíso*

ABSTRACT

Result of a short time Ekman current meter study off Valparaíso Bay are shown. Their relation with winds and tides are discussed. The observed circulation pattern appears to be more complex than expected, with tide and wind components in a larger time-space scale than considered here.

Recibido para publicación 1º de octubre de 1978.

El conocimiento de los patrones de circulación en una Bahía, representan para la actividad humana, un factor importante en lo que dice relación con el diseño y planificación de nuevas instalaciones portuarias, redes de alcantarillado y recreación entre otras. Dentro de este contexto se han hecho algunos estudios tendientes a elaborar un modelo de circulación, de la Bahía de Valparaíso. Uno de los primeros estudios de circulación lo efectuó la COMISION KRAUSS (1903) quienes utilizando cruzetas de deriva plantearon un posible modelo rotatorio. Más tarde ALDAYUZ y MONTANER (1973) realizaron un análisis del efecto de las mareas, en 2 estaciones, frente al muelle Vergara y un estudio reciente, en que se utilizaron botellas de deriva, aportó nuevos antecedentes para la elaboración de un modelo rotario, donde las mareas podrían ser un importante factor (HICKMANN, 1976). Sin embargo, estos resultados netamente descriptivos, son aún insuficientes y no consideran relaciones entre factores tales como: viento, mareas, fricción del fondo y de la costa, factores que pueden llegar a ser fundamentales en el planteo de un modelo funcional del sistema.

En la presente nota se discuten los resultados de un estudio correntométrico de corta duración. Se analizan también las relaciones con los vientos y las mareas, factores que podrían ejercer un mayor efecto en el campo de velocidad.

La información se obtuvo a bordo de una embarcación menor el día 13 de Abril de 1976, midiéndose velocidad a 10m de profundidad en 8 estaciones y a 25m en 3 estaciones. Para esto se utilizó un correntómetro mecánico del tipo "Ekman".

La velocidad de deriva de la embarcación (V_D) se obtuvo mediante un cable de nylon y un peso depositado en el fondo (z), de esta forma la canti-

dad de cuerda (ΔL) luego de un tiempo (Δt) dió la velocidad de deriva:

$$V_D = \sqrt{\frac{L^2 - Z^2}{\Delta t}}$$

La velocidad de la corriente (V_C) en un punto determinado se calculó sumando vectorialmente la velocidad indicada por el correntómetro, a la velocidad de deriva.

Los vientos reinantes en los días previos al trabajo, 10 y 11 de Abril de 1976, fueron del Suroeste superiores a 15 nudos, sin embargo el día 12 de Abril se presentó con vientos muy débiles que rotaron del Oeste hacia el Este siendo débiles del Noroeste el día de trabajo en terreno, 13 de Abril (Figura 2).

Vectores a 10 m de profundidad

Los vectores de velocidad tuvieron direcciones diferentes entre si y con distintas magnitudes. En las estaciones más costeras 1, 2, 3, 4 y 8 el flujo fue hacia la costa con intensidad similar, mientras que en estaciones ubicadas en el centro de la Bahía 5, 6 y 7 el flujo fue hacia el norte, siendo la máxima velocidad de 63.4 cm/seg. hacia el 18° magnético a 10 m en estación 6 (Figura 1).

Este patrón de circulación con el flujo al norte en estaciones centrales 6 y 7 concuerda con la idea de la "lengua" de agua que se introduce desde el Suroeste planteada por FONSECA y HICKMANN (1978). Estos mismos autores postulan la posibilidad de bajos valores de corrientes en el área de las estaciones 4 y 5 lo que daría origen a un sedimento más fino allí depositado (REYES, 1967). Esta situación aparece reflejada en los vectores de velocidad de las estaciones 4 y 5, que se presentan bajos y en direcciones contrapuestas, pudiendo existir un remolino entre ellas.

Relación de la velocidad con el viento.

En las estaciones 1, 2 y 3 se hizo una observación a 25 m, encontrándose que la velocidad aumentó hacia el fondo en las estaciones 1 y 3 desviándose hacia la derecha especialmente en la estación 3. Si la corriente fuera una corriente de deriva por efecto del viento, esta debería disminuir hacia el fondo girando a la izquierda, situación que no ocurrió, pudiendo significar que las corrientes no están respondiendo al efecto del viento como se esperaba, más aún, en las estaciones 6 y 7 la corriente fue opuesta a la dirección del viento.

Sin embargo, es necesario considerar la posibilidad de que los vientos medidos en el Faro Punta Angeles, no tuvieron una buena relación con los existentes en la Bahía de Valparaíso, debido al efecto topográfico del cordón de cerros que rodea la bahía.

Relación de la velocidad con las mareas.

Otro efecto importante en la circulación de las aguas en una bahía, son las corrientes de marea. En las costas del Pacífico Sudoriental, una onda progre-

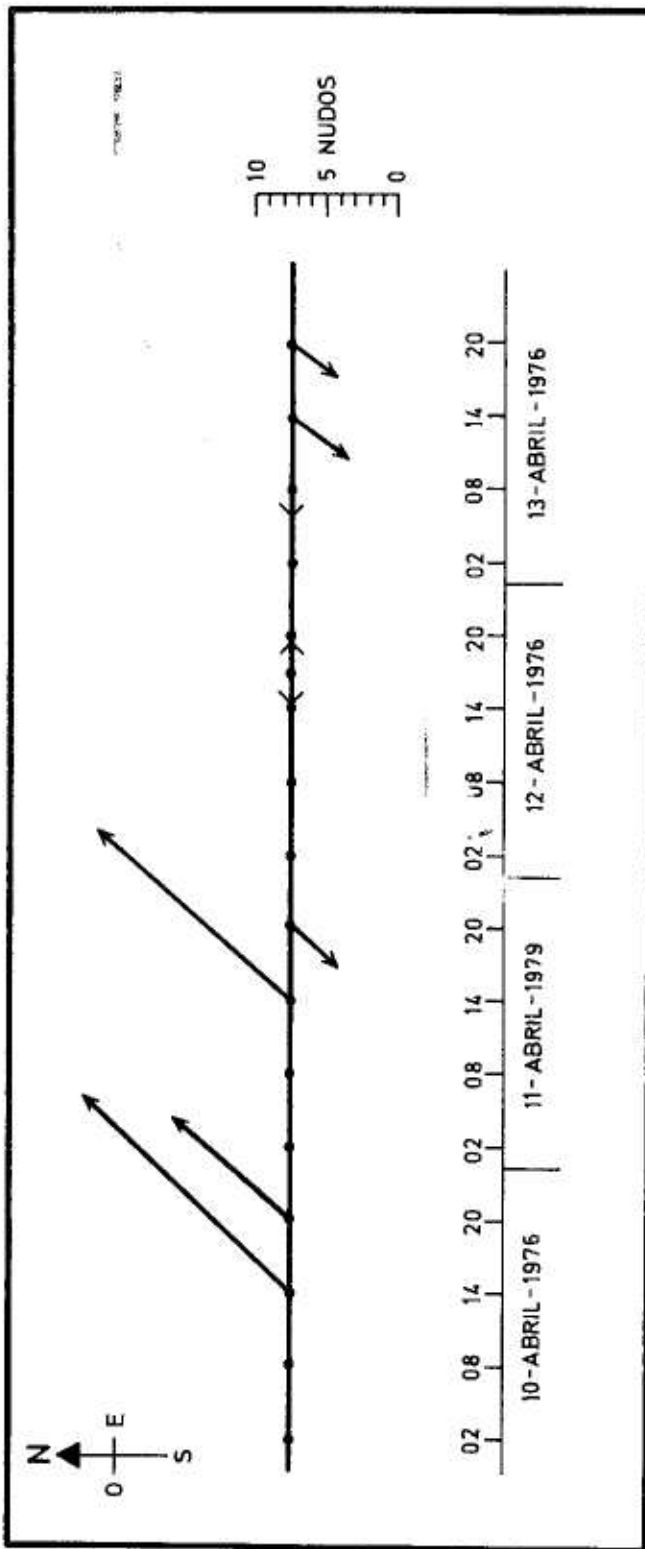


Figura 2. VIENTOS DEL 10 AL 13 DE ABRIL DE 1976

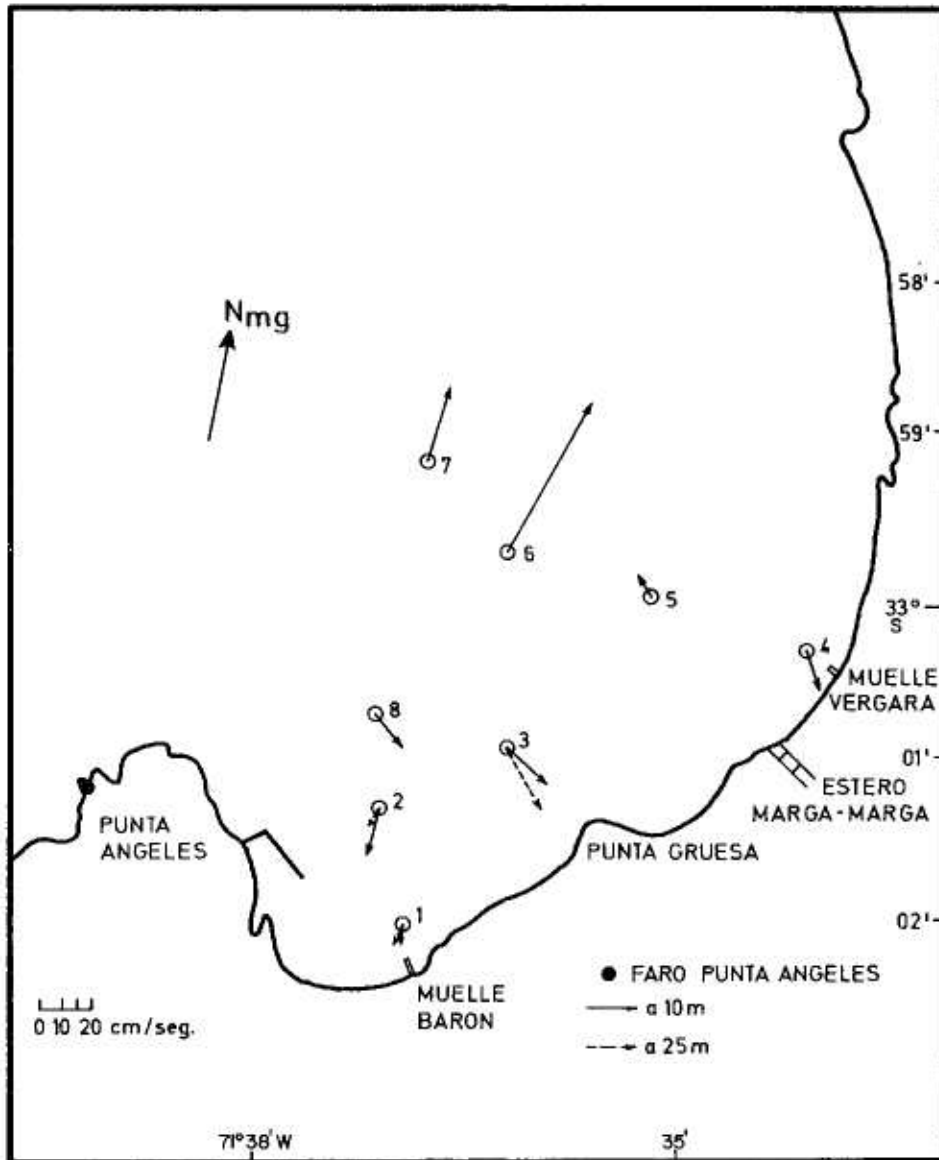


Figura 1. POSICION DE ESTACIONES Y VECTORES DE VELOCIDAD DE LA CORRIENTE A 10m. Y A 25m. DE PROFUNDIDAD, RESPECTO DEL NORTE MAGNETICO.

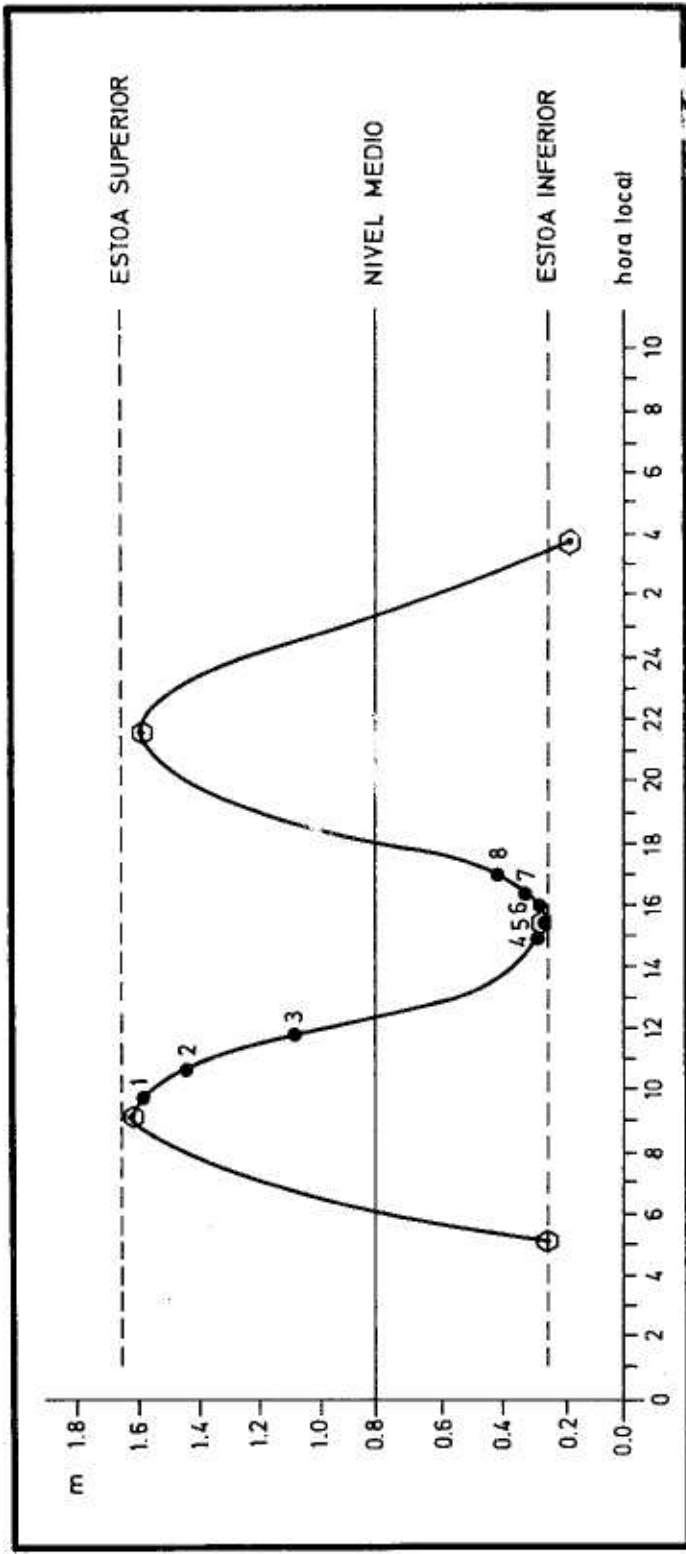


Figura 3. CURVA DE MAREA 13 Y 14 DE ABRIL DE 1976 (INSTITUTO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA DE CHILE, 1976)

siva de marea propaga de norte a sur (DETRICH, 1963). Tanto el nivel del mar como las corrientes de marea, asociadas a esta onda progresiva, deberán estar representadas por expresiones del tipo:

$$n = a \cos \left[\frac{2}{T} \left(t - \frac{x}{C} \right) \right] \quad (1)$$

$$u = a \left(\frac{g}{h} \right)^{1/2} \cos \left[\frac{2}{T} t - \frac{x}{C} \right] \quad (2)$$

donde

- n = desplazamiento vertical de la superficie del mar
- u = componente de la velocidad en la dirección de propagación de la onda
- a = amplitud de la onda sobre el nivel medio
- g = aceleración de gravedad
- h = profundidad del lugar
- T = período de la onda
- t, x = desplazamiento temporal y espacial de la onda
- c = velocidad de la onda de marea en aguas poco profundas
(\sqrt{gh}) (MOFJELD, 1976).

Las expresiones teóricas anteriores, indican que tanto el nivel del mar como la corriente de marea asociada, están en fase.

Además que la componente u tendrá la misma dirección que la propagación de la onda en la estoa superior y contraria en la estoa inferior.

Considerando los vectores de velocidad medidos (Figura 1) y la curva teórica de mareas (Figura 3), se observan algunos patrones que apoyan la posibilidad de que las corrientes de mareas correspondan a las ecuaciones de una onda progresiva.

Además la Ec. 2 depende no solo de la fase de la marea (desplazamiento temporal de la onda) si no que también de x o desplazamiento espacial. De manera que la curva de u; no necesariamente debe corresponder a la curva de mareas resultante de una predicción (Figura 3).

Con estas consideraciones se puede observar que la dirección de la corriente en las estaciones hechas en un entorno temporal a las estoas superior e inferior predichas, son iguales y absolutamente opuestas respectivamente. Además las máximas velocidades se alcanzan en estaciones 6 y 7, durante la estoa inferior y separados de la mayor influencia de la fricción del fondo. Siendo esto último, una posible explicación de los flujos más débiles en estaciones 1 y 4 ya que las ecuaciones 1 y 2 no consideran la fricción del fondo. Por su parte, la estación 5, tiene un comportamiento anómalo al modelo planteado, anomalía que ya había sido detectada en otra oportunidad (FONSECA y HICKMANN 1978).

Se plantea entonces la posibilidad de que la bahía tenga un patrón de circulación más complejo de lo esperado (COMBION KRAUSS, 1903; ALDAYUZ y MONTANER, 1973; HICKMANN, 1976), con componentes debido a las mareas

y el viento a una escala espacio-temporal mucho mayor que las aquí consideradas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento a los participantes en la toma de la información y en especial al Dr. Donald Johnson por sus valiosas ideas y al Sr. Nelson Silva S. por la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALDAYUZ R. J. y R. MONTANER S. 1973. Levantamiento Hidrográfico Corrientes Marinas, Bahía de Valparaíso, sector Muelle Población Vergara. Manuscrito no publicado.
- COMISION KRAUSS 1903. Mediciones de corrientes con flotadores de superficie, sector comprendido entre Punta Graesa y Punta Angeles. Manuscrito no publicado.
- DIETRICH G. 1963. General Oceanography, an Introduction. Interscience Publishers, 580 pp.
- FONSECA F. T. y V. HICKMANN F. 1978. Contribución al conocimiento de las condiciones oceanográficas en Bahía de Valparaíso. *Inv. Mar.* 6 (5) : 73 - 86.
- INSTITUTO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA DE CHILE 1976. Tablas de mareas de la Costa de Chile IHA Pub 3009 : 85 - 90.
- HICKMANN F., V. 1976. Corrientes superficiales de la Bahía de Valparaíso y zona adyacente, determinadas por el sistema de Botellas de Deriva. Tesis. Escuela de Pesquerías y Alimentos, Universidad Católica de Valparaíso. 126 pp.
- MOFJELD H., O. 1976. Tidal Current. *Marine Sediment Transport and Environmental Management*, D.J. Stanley and D.J.P. Swift, Ed. John Wiley and Sons, Inc. 53 - 64.
- REYES F., E. 1967. Carta Batimológica de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar.*, 13 (1) : 59 - 69.
- REYES F., E y H. ROMERO A. 1977. Climatología e interacción oceanoatmósfera en la Bahía de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile.* 16 (2) : 125 - 159.