

## LAS MASAS DE AGUA DEL OCEANO PACIFICO TROPICAL FRENTE A COSTA RICA

Carlos L. Brenes\*

### RESUMEN

*Utilizando datos de la Expedición EASTROPAC, se estudiaron las principales masas de agua presentes en el Océano Pacífico Tropical frente a Costa Rica. Fueron encontradas el agua superficial tropical (AST), el agua subsuperficial subtropical (ASS), caracterizada por un núcleo de alta salinidad con valores superiores a 34,9 ‰ y el agua intermedia antártica (AIA), que se caracteriza por presentar un mínimo relativo de salinidad del orden de 34,55 ‰.*

### INTRODUCCION

Anterior a 1950 el número de estaciones hidrográficas hechas en el área del Océano Pacífico Ecuatorial Tropical es pequeño, los resultados de todas las expediciones pioneras han sido resumidos por Wooster y Cromwell (1958); en 1955 por primera vez esta región es cubierta en una forma más completa por la expedición EASTROPAC, cuyos datos fueron analizados por Bennett (1963).

Entre los trabajos más recientes, en los cuales las masas de agua de la región ecuatorial tropical son analizadas, se encuentra el de Wyrтки

(1967), quien aplicó el "Método del Núcleo" (Core Method) a una serie de datos recogidos por un gran número de expediciones realizadas entre 1928 y 1964.

Lo que se pretende con este trabajo es analizar las principales masas de agua en la región del Océano Pacífico Tropical frente a las costas de Costa Rica.

### METODOLOGIA

Los datos utilizados en este trabajo forman parte de la campaña EASTROPAC (Love, 1975), realizada entre febrero de 1967 y abril de 1968.

Los datos de temperatura y salinidad fueron colectados usando botellas Nansen y termómetros de reversión, se utilizaron un total de 42 estaciones, cuya localización se muestra en la figura Nº 1. La identificación de las masas de agua se hace a través del diagrama T-S de todas las estaciones y basado en el trabajo de Wyrтки (1967).

\* Departamento de Física. Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.

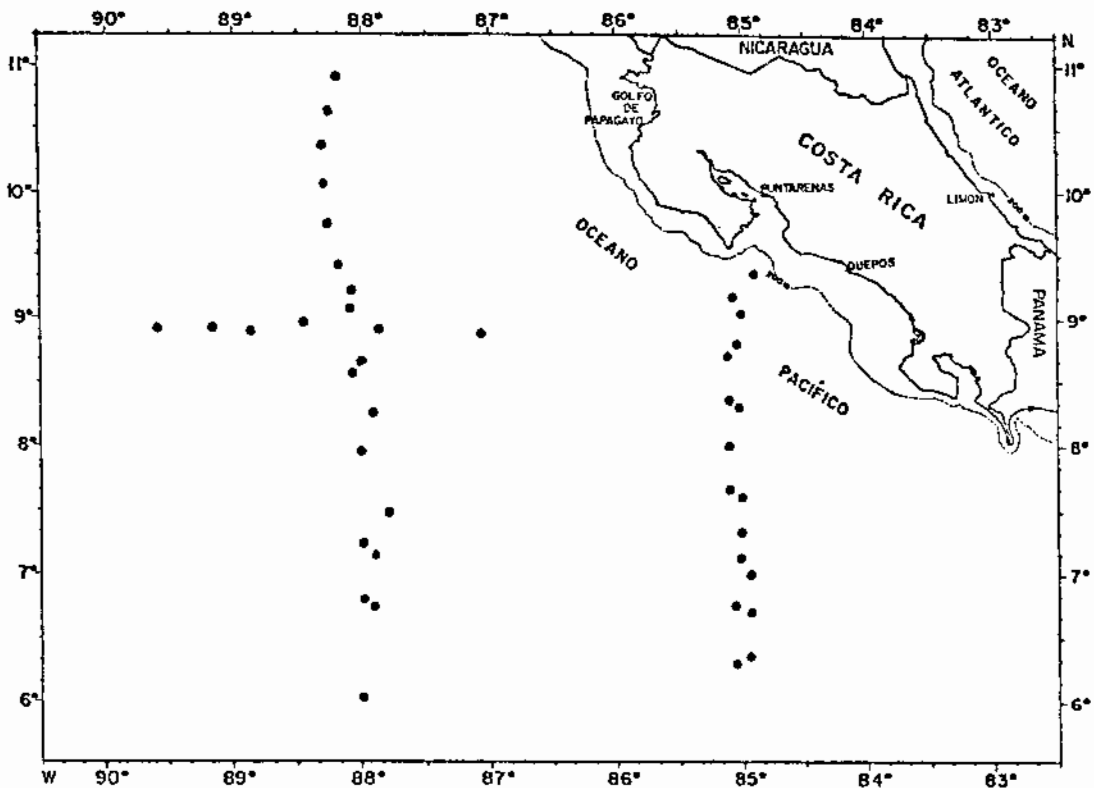


Figura N<sup>o</sup>. 1

**Estaciones hidrográficas y área de estudio.**

**PROPIEDADES DEL DIAGRAMA T-S**

La ecuación de estado representa la relación existente entre los diferentes parámetros de estado del agua del mar (densidad o volumen específico, temperatura, salinidad, presión) como sigue:

$$\rho = \rho(S, T, P) \text{ ó } \alpha = \alpha(S, T, P) \quad (1)$$

La ecuación anterior puede escribirse de diferentes maneras, en su forma diferencial viene dada por la siguiente expresión:

$$d\alpha = \left(\frac{\partial\alpha}{\partial S}\right)_{T,P} dS + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial T}\right)_{S,P} dT + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial P}\right)_{S,T} dP \quad (2)$$

La solución de esta ecuación es complicada y su solución analítica es obtenida empíricamente a

través del uso de las fórmulas de Knudsen-Ekman (1908), las cuales fueron tabuladas por Lafond (1951).

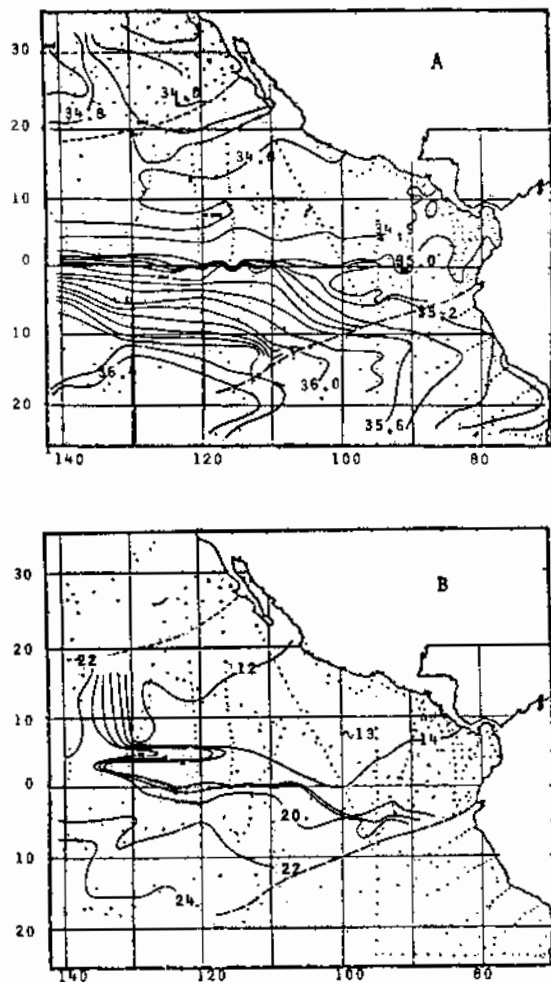
El diagrama T-S define el gráfico de la ecuación  $\alpha = \alpha(S, T)$ , que es la ecuación de estado del agua de mar a presión atmosférica. Debido a la facilidad de manipulación numérica, se acostumbra graficar las funciones  $\sigma_T = \sigma_T(S, T)$  ó  $\nu_T = \nu_T(S, T)$ , las cuales son definidas por:

$$\sigma_T = (\rho_T - 1) 10^3 \quad (3)$$

$$\nu_T = (\alpha_T - 0.9) 10^3 \quad (4)$$

Estas presentan la densidad y el volumen específico, respectivamente, despreciando el efecto de la presión hidrostática.

Introducido en 1912 por Helland-Hansen, el

Figura N<sup>o</sup> 2

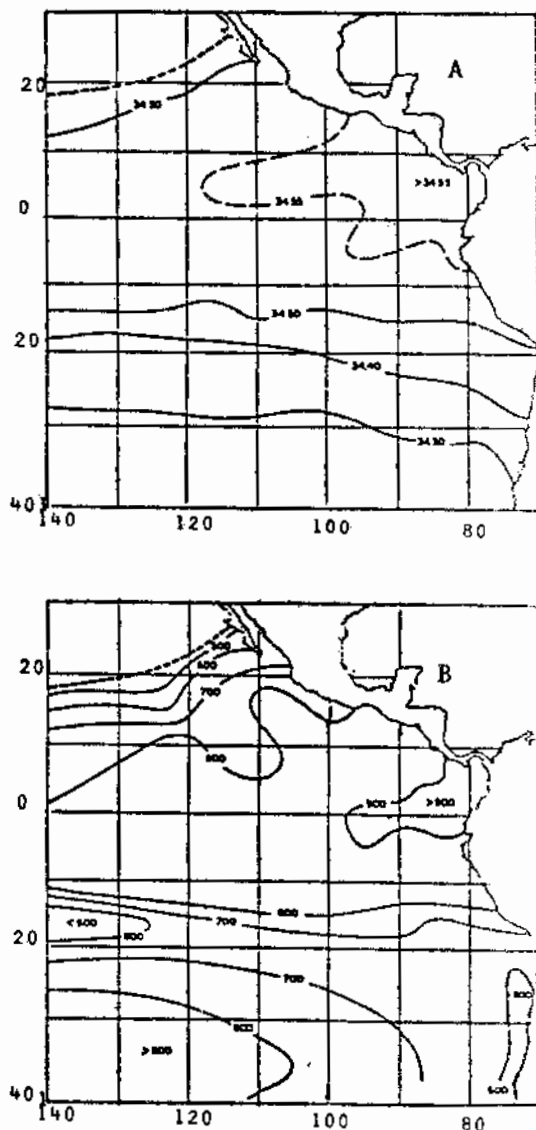
- A** Salinidad dentro del núcleo de máxima salinidad del agua subsuperficial subtropical en ‰.
- B** Temperatura en el núcleo de máxima salinidad en °C (Wyrtki, 1967).

diagrama T-S sirve para plotear las relaciones de temperatura y salinidad existentes en una región oceánica. Mamayev (1975) destaca su importancia y el uso tan variado que poseen, siendo utilizados, por ejemplo:

- En el cálculo de la densidad o del volumen específico.
- En la clasificación de masas de agua: para

grandes regiones oceánicas, lejos de la costa y bajo la capa de mezcla, la curva T-S es prácticamente constante en el tiempo y en el espacio, es esta propiedad la que nos permite realizar esta clasificación.

- La obtención numérica de varios parámetros físicos, entre los cuales puede citarse el coe-

Figura N<sup>o</sup> 3

- A** Salinidad en el mínimo de salinidad del agua intermedia antártica en ‰.
- B** Profundidad del mínimo de salinidad del AIA en m. (Wyrtki, 1967).

ficiente de difusión turbulenta, la contracción de volumen específico en los procesos de mezcla vertical y las proporciones de diferentes masas de agua presentes en una mezcla determinada.

Los índices termohalinos de las masas de agua de la troposfera oceánica sufren constantemente variaciones zonales y temporales, tenemos así a los fenómenos de calentamiento y enfriamiento que afectan la temperatura, la evaporación y la precipitación, que influyen en la variación de la salinidad; en el caso de las masas de agua intermedias y profundas, estos índices se modifican por otras razones; este cambio no tiene como factor determinante las condiciones climáticas; sí, en cambio, los procesos de mezcla de esas masas de agua con las masas superiores e inferiores.

Uno de los métodos utilizados en la clasificación de las masas de agua en los océanos es el "Método del Núcleo", usado por Wüst (1936), en el estudio de la propagación del agua intermedia antártica (AIA) en el Atlántico.

Las masas de agua pueden ser identificadas por uno o varios indicadores característicos, tales como el máximo relativo de salinidad, oxígeno y temperatura. La esencia del método es extremadamente simple y consiste en la determinación de las características que corresponden al núcleo de la masa de agua y al trazado subsecuente de esas características; utilizando el diagrama T-S, la propagación de masas de agua típicas puede ser trazada a partir de su lugar de origen.

La segunda fase del método consiste en plotear las líneas de transformación de los núcleos en el diagrama T-S, y determinar así el porcentaje de aguas del núcleo, contando a partir del punto T-S que corresponde al tipo "puro" del agua intermedia o profunda, hasta el punto T-S, donde prácticamente desaparece el núcleo. Así, el monograma de porcentaje, cuando lo aplicamos a la línea T-S de transformación, nos permite determinar a través de la comparación con las curvas T-S de las estaciones individuales, la configuración de la cantidad de nuestras masas de agua en el espacio, y consecuentemente, determinar la naturaleza e intensidad de la mezcla.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Como se dijo anteriormente, la clasificación de las principales masas de agua del área estudiada

fue realizada basándose en el trabajo de Kyrтки (1967).

Tres masas de agua fueron encontradas:

### Agua Superficial Tropical (AST)

Con salinidades menores a 34 ‰ y temperaturas superiores a 25°C, esta masa de agua es encontrada en regiones donde la temperatura de la superficie oceánica es alta y la salinidad es baja, debido al exceso de la precipitación sobre la evaporación (P-E); según Dietrich (1957), en nuestra región esta diferencia es del orden de 75 cm/año. El límite sur de esta agua se extiende a partir del Ecuador en dirección de las Islas Galápagos y continúa hacia el oeste hasta cerca de los 4° N, donde coincide aproximadamente con el límite sur de la Contracorriente Ecuatorial. El límite norte se puede identificar por la isoterma de 25°C, la cual permanece cerca de los 15° N y oscila durante el año

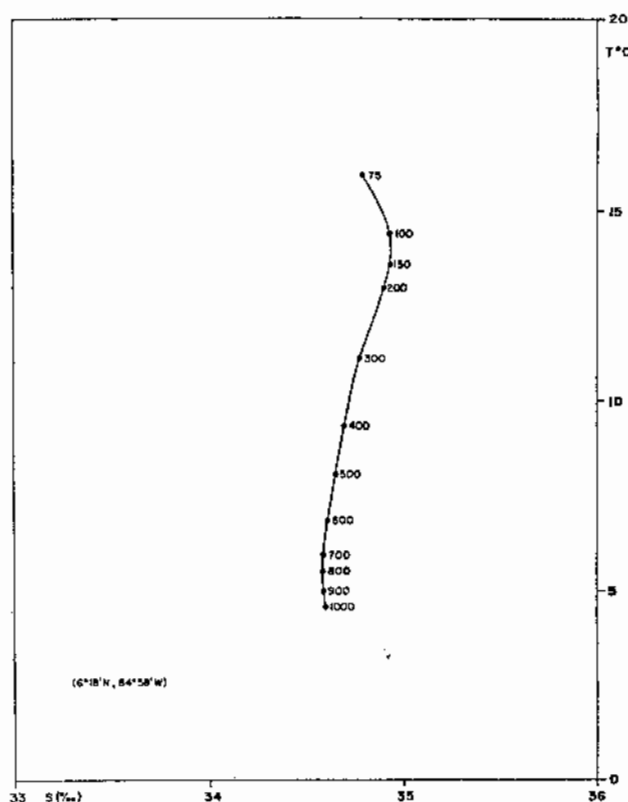
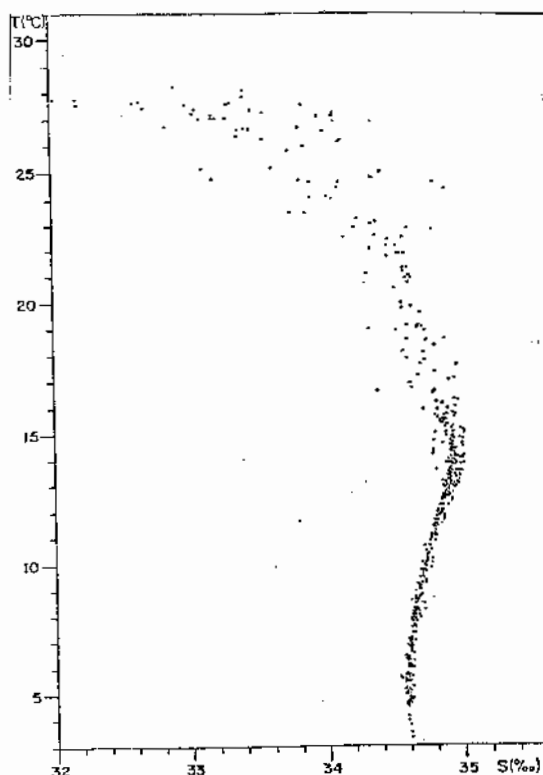


Figura N.º 4

Diagrama T-S-Z de la estación (6° 18' N, 84° 58' W).

Figura N<sup>o</sup>. 5

#### Diagrama T-S de todas las estaciones oceanográficas.

hasta más o menos 5° N de latitud, la extensión vertical de esta masa de agua está limitada por la capa de mezcla, que alcanza usualmente los 50 metros de profundidad.

#### Agua Subsuperficial Subtropical (ASS)

Esta masa de agua fue identificada por su núcleo de máxima salinidad. Comparando la figura N<sup>o</sup>. 2 con las figuras N<sup>os</sup>. 5 y 6, podemos notar que en la región estudiada esta agua posee salinida-

des entre 34,9 ‰ y 35 ‰ y temperaturas del orden de 13° C. En el diagrama T-S (figuras N<sup>os</sup>. 4 y 5), se identifica por la región comprendida entre los 50 m y 200 m. El origen de este máximo se sitúa en el Océano Pacífico Sur, penetrando, luego, a través del Ecuador, en el Hemisferio Norte. Cuando alcanza el Ecuador sufre la influencia de la Subcorriente Ecuatorial, pasa por considerables procesos de mezcla y resulta así una masa de agua con temperaturas y salinidades menores de 16° C y 35 ‰, respectivamente.

#### Agua Intermedia Antártica (AIA)

Esta agua se caracteriza por presentar un mínimo relativo de salinidad en su núcleo. En la figura N<sup>o</sup>. 3 se muestra la profundidad y la salinidad de este mínimo del AIA, según Wyrski (1967); comparando estos resultados con las figuras N<sup>os</sup>. 4 y 5, notamos que en nuestra área esta masa de agua posee salinidades mayores de 34,55 ‰ y temperaturas ligeramente menores de 5° C, y se localiza entre los 900 m y 1.000 m. Esta masa de agua se forma cerca del Frente Polar Antártico, y se extiende en la dirección norte, razón por la cual su salinidad y temperatura aumentan.

#### ABSTRACT

*The main water masses in the Tropical Pacific Ocean in front of Costa Rica have been studied.*

*The subsurface water masses were analyzed using the Core Layer Method. The water masses found in this area were:*

1. *The Tropical Surface Water.*
2. *The Subtropical Subsurface Water, characterized by a high salinity core value greater than 34,9 ‰.*
3. *The Antarctic Intermediate Water, characterized by a salinity minimum close to 34,55 ‰.*

#### SIMBOLOGIA

$\rho(S, T, P)$  = Densidad del agua del mar.

P = presión.

S = salinidad.

T = temperatura.

$\alpha(S, T, P)$  = volumen específico del agua del mar.

$\sigma_T$  = densidad convencional.

$\nu_T$  = volumen específico convencional.

### BIBLIOGRAFIA

- Bennett, E. B. 1963. An Oceanographic Atlas of the Eastern Tropical Pacific Ocean, based on data from EASTROPIC EXPEDITION, October-December 1955. *Bull. Inter-Amer Trop. Tuna Comm.* 8: 33-165.
- Lafond, E. D. 1951. *Processing Oceanographic Data*. H. O. Pub. No. 614. US Navy Hydrographic Office. Washington.
- Love, C. M. 1975. *EASTROPAC Atlas*. Vol. 5. US Dept. Comm. Natl. Mar. Fish. Ser. Circ. 30.
- Mamayev, O. I. 1975. *Temperature-Salinity Analysis of World Ocean Waters*. New York, Elsevier.
- Wyrtki, K. 1967. Circulation and waters masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanol & Limnol.* 1(2): 116-146.