

DISTRIBUCION VERTICAL DE TEMPERATURA, SALINIDAD, Y OXIGENO DISUELTO EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, DURANTE LA PRIMAVERA DE 1976

AMADO VILLASENOR-CASALES
Centro de Investigaciones Biológicas, A.C.
La Paz, Baja California Sur
Mexico

ABSTRACT

Graphs of vertical distribution of temperature, salinity, and dissolved oxygen in Bahía de La Paz, Baja California Sur, are presented. The data were collected during a cruise aboard the schooner *Queen Mab* in the spring of 1976.

The mixed layer extended to a depth of about 20 m. There was evidence of a thermocline, but the halocline was not well represented. The data showed no upwelling in the bay. High dissolved oxygen values found in surface layers were produced by agitation of the seawater surface by strong winds observed during the cruise. The oxycline was not well represented.

RESUMEN

Se presentan en este trabajo gráficas de distribución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de La Paz, Baja California Sur. El crucero fue realizado a bordo de la goleta *Queen Mab* durante la primavera de 1976, por el Departamento de Biología Marina del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C.

La capa de mezcla presentó una profundidad promedio de 20 m. Hubo evidencias de termoclina, mientras que la haloclina no estuvo bien representada. No se presentaron surgencias en ninguna parte de la Bahía. Los altos valores de oxígeno disuelto en las capas superficiales fueron el resultado del intenso oleaje producido por los fuertes vientos observados durante el crucero. No estuvo bien representada la oxiclina.

INTRODUCCION

El Departamento de Biología Marina dependiente del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C., efectuó un crucero hidrográfico los días 25 y 26 de abril de 1976 en la Bahía de La Paz (Figura 1). Dicho crucero se realizó a bordo de la goleta *Queen Mab*, la cual fué cedida por la Asociación Científica Océana, A.C. Desafortunadamente no pudo completarse el crucero como estaba planeado debido a fallas tanto en el motor principal como en el motor auxiliar de la goleta y por lo tanto no se efectuaron los hidrolances de las estaciones 25, 26, 27, y 28. En las restantes, los lances de botellas Nansen se hicieron a profundidades estandar hasta los 50-m o bien conforme la profundidad lo permitió.

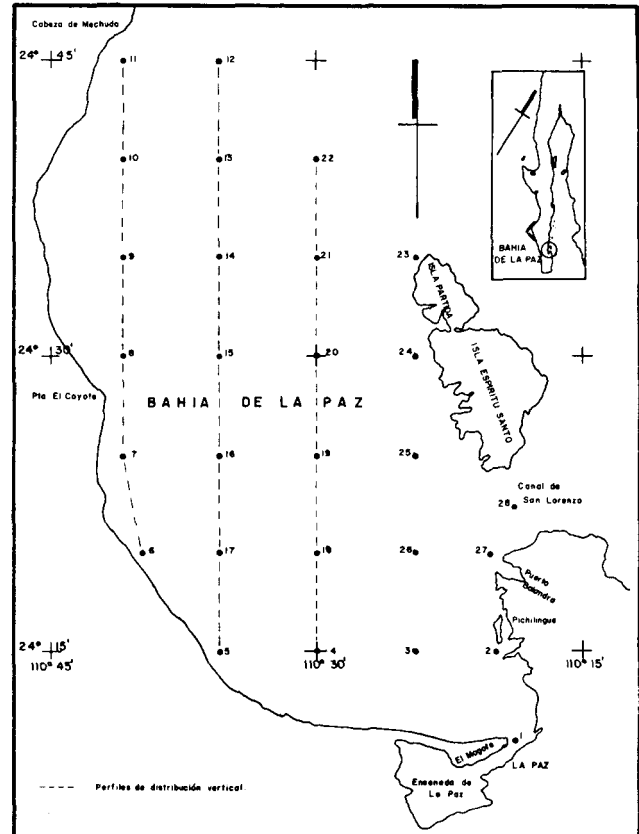


Figura 1. Localización del área de estudio y plan de estaciones del crucero QM-7601.

Como el Departamento de Biología Marina también está realizando estudios hidrobiológicos estacionales en la Ensenada de La Paz, los datos obtenidos en la Bahía se pueden utilizar como comparación y referencia con los estudios que se obtengan dentro de la Ensenada. También pueden correlacionarse con futuros estudios que se hagan dentro de la misma Bahía.

METODOS

Para la obtención de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) se siguió el método del Marine Technician's Handbook (Anónimo 1972). Los datos de salinidad ($^{\circ}/\text{oo}$) se obtuvieron por medio de la determinación de clorinidad utilizando el método de Knudsen (Oxner 1920) y su posterior conversión a salinidad, empleando las tablas hidrográficas de Knudsen. Los valores de oxígeno disuelto

(ml/litro) se determinaron por medio del método macro-Winkler descrito por Strickland y Parsons (1972).

DISTRIBUCION VERTICAL DE PROPIEDADES

Temperatura

En las gráficas de distribución de temperatura (Figura 2), los rasgos más sobresalientes son la termoclina y la profundidad de la capa de mezcla. Para el primer transecto (estaciones 6 a 11), se observa una estratificación de las isotermas más o menos bien diferenciada desde la superficie hasta el nivel máximo muestreado. Aparentemente la isoterma de los 21.0°C no corta la superficie, dando como resultado que los valores superficiales sean mayores al valor mencionado. En la estación 11 se presentó en la superficie el máximo valor de temperatura encontrado en toda la Bahía (más de 22.0°C). El mínimo valor de temperatura, dado por la isoterma de los 15.0°C se localizó en la estación 9 a 50 m de profundidad.

En el transecto siguiente que comprende las estaciones 5 y 12 a 17, se observa que la termoclina está representada aparentemente por las isotermas de los 16.0 a 20.0°C, y que ésta se encuentra aproximadamente entre los 18 y 45 m de profundidad. La capa de mezcla tiene una profundidad promedio de 18 m. La isoterma de los 21.0°C corta a la superficie y por lo tanto solamente las estaciones 16 y 17 muestran valores menores de 21.0°C. La mínima temperatura se presentó a los 50 m en la estación 16 (menos de 15.0°C).

Para el último transecto (estaciones 4 y 18 a 22), la profundidad de la capa de mezcla para las estaciones 4 y 18 se presenta a 12 m. Para el resto de las estaciones presenta una mayor profundidad (aproximadamente 22 m). Aparentemente la termoclina está representada también por las isotermas de los 16.0 a 20.0°C, y se encuentra a una profundidad entre 22 y 45 m. Hacia la parte sur de la Bahía (estaciones 4 y 18, Figura 1) la termoclina sufre un desplazamiento hacia la superficie, acercándose a los 10 m. Para este transecto solamente las estaciones 20, 21 y 22 mostraron valores superficiales mayores de 21.0°C. A los 50 m de profundidad casi todas las estaciones presentaron valores menores de 16.0°C, excepto la estación 21 que a dicha profundidad tuvo un valor de 16.03°C. No se presentaron surgencias en ninguno de los tres transectos anteriores, según lo demuestra la distribución de las isotermas.

Salinidad

En los perfiles de la Figura 3, la distribución de salinidad es un tanto complicada sobre todo en el segundo transecto (estaciones 5 y 12 a 17). No se observa en ellos una haloclina bien definida, tampoco evidencias de surgencias. Los valores superficiales de salinidad son variables. La isohalina de los 35.5 ‰ (máximo valor de salinidad en estos transectos) se localiza en forma de nodos, observándose éstos tanto en la estación 9 a 10 m

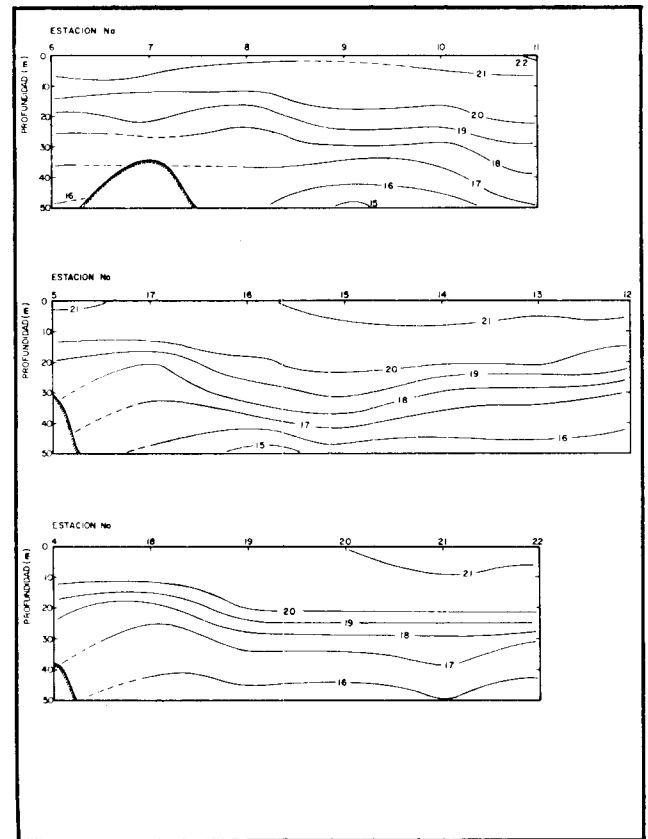


Figura 2. Gráficas de distribución vertical de temperatura (°C). Intervalo de los contornos: 1.0°C. Crucero QM-7601, Abril de 1976.

de profundidad, como en la estación 15 a una profundidad de 30 m. El mínimo valor de salinidad representado por la isohalina de los 34.9 ‰, se localiza entre los 30 y 40 m en la estación 4. Esta sugiere una intrusión hacia el norte que parece provenir junto con las isohalinas de los 35.0 y 35.1 ‰ de la parte sur de la Bahía.

Oxígeno Disuelto

Las gráficas de la Figura 4 muestran valores altos de oxígeno hasta una profundidad aproximada de 20 m. Para los tres transectos, la distribución y profundidad de la isolinea de los 5.0 ml/litro concuerda aproximadamente con la distribución y profundidad de la isoterma de los 20.0°C (Figura 2). Para el primer transecto (estaciones 6 a 11), la distribución del oxígeno se presenta más o menos estratificada, disminuyendo los valores conforme aumenta la profundidad. Para el segundo transecto correspondiente a las estaciones 5 y 12 a 17, la distribución de las isolneas de los 3.0, 4.0 y 5.0 ml/litro, corresponde más o menos con la distribución y profundidad de la termoclina para el mismo transecto (Figura 2). En el último transecto representado por las estaciones 4 y 18 a 22, la distribución de las isolneas de los 3.0 y 4.0 ml/litro, tienen un parecido con la distribución y orientación de las isohalinas de los 34.9 a 35.1 ‰ que se

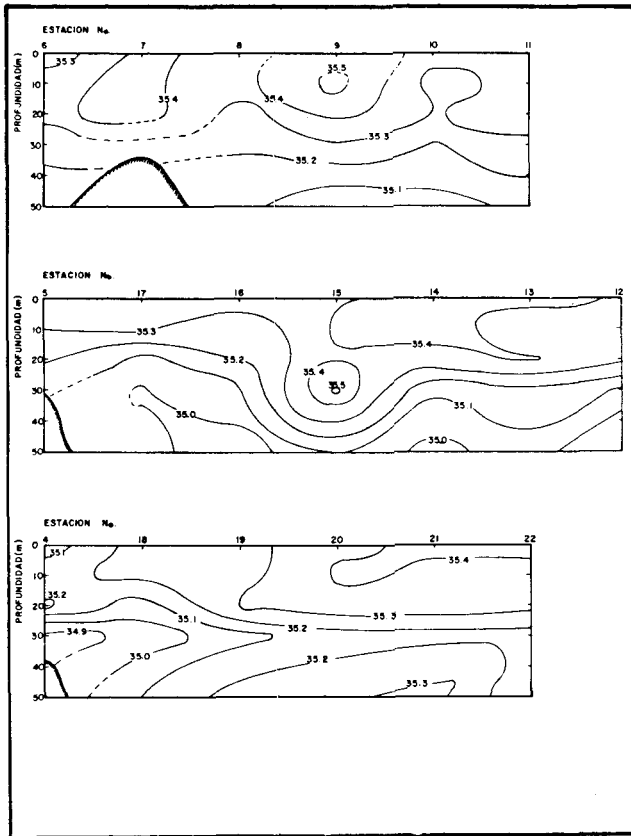


Figura 3. Gráficas de distribución vertical de salinidad (‰). Intervalo de los contornos: 0.1 ‰. Crucero QM-7601, Abril de 1976.

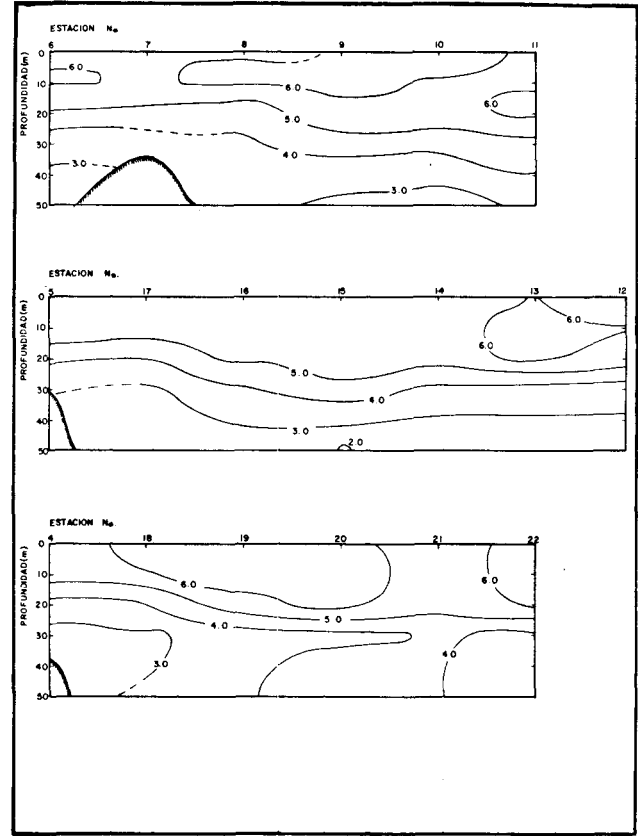


Figura 4. Gráficas de distribución vertical de oxígeno disuelto (ml/litro). Intervalo de los contornos: 1.0 ml/litro. Crucero QM-7601, Abril de 1976.

presentan en el mismo transecto (Figura 3).

El mínimo valor que se encontró de 2.0 ml/litro para todos los niveles muestreados, se localizó en la estación 15 a una profundidad de 50 m. Este mismo transecto parece mostrar evidencias de oxiclina.

DISCUSION

Los datos hidrográficos con que se cuenta para la Bahía de La Paz, Baja California Sur, son relativamente pocos. Por lo tanto las discusiones que pueden obtenerse a partir de ellos son necesariamente limitadas y solo deben tomarse como una primera aproximación hasta que se cuente con más datos en trabajos futuros.

En el presente estudio se encontró que la distribución vertical de las propiedades en la Bahía parecen estar íntimamente ligados con los fenómenos atmosféricos. La profundidad de la capa de mezcla que fue más notoria en el segundo y tercer transecto de la Figura 2, se sugiere que es el resultado de la intensidad y duración del viento como lo demuestran los valores en la Tabla 1. En ella se muestra que dichos valores son menores en las estaciones del primer transecto que para los dos restantes. Cuando estos valores fueron bajos la distribución de la temperatura se presentó en una forma más o menos estratificada,

mientras que en el segundo y tercer transecto donde se observa la capa de mezcla, corresponden precisamente a aquellas estaciones donde la velocidad del viento fue mayor. Es difícil saber con certeza cuales isotermas son las componentes de la termoclina por la relativamente poca profundidad a que fue hecho el estudio. Sin embargo, el espesor y la profundidad de la termoclina encontrados en el presente trabajo concuerdan aparentemente con los resultados obtenidos por otros investigadores. Dichas investigaciones se realizaron en la entrada del Golfo de California durante la misma estación del año (Griffiths 1968; Roden y Groves 1959).

Por lo que respecta a salinidad, se encontró que el agua muestreada en la Bahía pertenece a agua superficial del Golfo de California. Según Griffiths (1968) dicha agua presenta salinidades mayores de 35.0 ‰ debido a la fuerte evaporación que se lleva a cabo en las aguas superficiales del Golfo. Se encontraron valores mayores de 35.0 ‰ (Figura 3), exceptuando en el tercer transecto el valor de la isohalina que forma la pequeña intrusión de 34.9 ‰ que parece provenir de la parte sur. Aún así, esta isohalina también pertenece al agua superficial del Golfo, pues Roden y Graves (1959) mencionan que dicha agua presenta valores de salinidad desde los 34.8

TABLA 1
Velocidad y Dirección del Viento en las Estaciones Ocupadas durante el Desarrollo del Crucero QM-7601.

Numero de Estacion	Fecha (abril, 1976)	Hora (local)	Viento	
			Velocidad (m/seg)	Dirección
1	25	07:55	1.0	SE
2	25	08:55	1.5	SE
3	25	09:51	1.0	SE
4	25	10:55	0.0	-
5	25	11:39	0.5	SE
6	25	13:02	0.5	SE
7	25	14:16	1.0	NNW
8	25	15:38	1.5	SSE
9	25	16:40	1.5	SSW
10	25	17:40	2.6	WSW
11	25	18:39	1.0	SE
12	25	20:07	2.6	SSW
13	25	21:07	6.7	SW
14	25	22:11	6.7	SSW
15	25	23:29	10.3	SSW
16	26	07:45	6.2	SSE
17	26	09:06	5.2	SSE
18	26	09:56	8.2	SSE
19	26	10:55	6.2	SSE
20	26	11:50	3.6	SSE
21	26	13:06	2.6	SSE
22	26	14:02	5.7	SSE
23	26	15:18	7.7	ENE
24	26	16:42	4.6	S

‰. Probablemente debido a la gran turbulencia producida por los fuertes vientos del SSE que estuvieron soplando ocasionó que no estuviera bien representada la haloclina, excepto en el segundo transecto donde parece presentarse (Figura 2). Este mismo fenómeno probablemente también originó los pequeños nodos con valores altos de salinidad encontrados en las capas subsuperficiales junto con la distribución un tanto complicada de las isohalinas.

La distribución vertical de las isotermas y las isohalinas no presentaron surgencias en ninguna parte de la Bahía. Entre otros complicados procesos, las surgencias son inducidas por la dirección del viento, por la intensidad y por su duración, así como por la morfología de las costas (Roden 1958). Con vientos del sur solamente se presentan surgencias en la costa oeste del Golfo de California a sotavento de cabos, islas y puntas como son: norte de Bahía Concepción, en la zona comprendida entre las Islas Carmen, Santa Catalina, Santa Cruz y San José, y en la vecindad de la Isla Cerralbo (Roden 1958, 1959; Groves y Reid 1958; Roden y Groves 1959).

En la distribución vertical de oxígeno (Figura 4), los altos valores de más de 5.0 ml/litro se localizaron hasta una profundidad aproximada de 20 m. Dicha profundidad corresponde aproximadamente con la capa de mezcla. La profundidad y distribución de la isolinea de los 5.0 ml/litro es consistente con la capa de mezcla obtenida en las gráficas de distribución vertical de temperatura (Figura 2). Los altos valores encontrados se debieron a oxigenación de las capas superficiales. Esta fue producida por la turbulencia provocada por los fuertes vientos que se presentaron durante el crucero, principalmente cuando se ocuparon las estaciones del segundo y tercer transecto. Este mismo fenómeno dió como resultado la aparente ausencia de oxiclina, excepto en el segundo transecto donde hay evidencias de ella.

Se encontraron intrusiones con valores relativamente bajos de salinidad y oxígeno disuelto, las cuales se presentaron en la parte sur del transecto más cercano al Canal de San Lorenzo. Tentativamente se sugiere que dichos valores se debieron a la mezcla producida por las corrientes que se originan en el canal mencionado. Más tarde, probablemente los vientos indujeron las capas subsuperficiales de la Bahía hacia el norte.

Es necesario conocer la variación estacional de los parámetros hidrográficos en la Bahía de La Paz a través de todo un ciclo anual y además muestrear toda la columna de agua hasta el fondo. En el presente estudio no se pudieron ocupar las estaciones que se encontraron en aguas circunvecinas al Canal de San Lorenzo, obteniéndose con lo anterior que no se pudiera conocer la influencia que dicho canal tiene sobre la Bahía.

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece la colaboración de los Oceanólogos del Departamento de Biología Marina: Miguel Angel González de Alba, Carlos H. Lechuga Deveze, Jorge García Pámanes, Julio Espinoza Avalos quienes participaron en el crucero y en el dibujo de las gráficas, y al M. en C. Carlos R. De Alba, Jefe del Departamento de Biología Marina del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C., por su interés, apoyo y revisión del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Anonimo. 1972. Marine Technician's Handbook. Thermometry. Scripps Institution of Oceanography, Inst. Mar. Res. Tech. Rep. TR 24, Sea Grant Pub. No. 17, 29 p.
- Griffiths, R.C. 1968. Physical, chemical, and biological oceanography of the entrance to the Gulf of California, spring of 1960. U.S. Fish. Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish. (573):1-47.
- Groves, G.W., y J.L. Reid, Jr. 1958. Estudios oceanográficos sobre las aguas de Baja California. Primer Congreso de Historia Regional. Memoria Mexicali 1958. SIO Contribution No. 1057: 997-1031.
- Oxner, M. 1920. Chloruration par la Méthode de Knudsen. Bull. Comm. Internat. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, No. 3. Traducción al Inglés por B. Deevey. Reimpreso: Enero, 1962. Woods Hole Oceanographic Institution.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. Pac. Sci., 12(1): 21-45.
- _____. 1959. On the heat and salt balance of the California Current region. J. Mar. Res., 18(1): 36-61.
- Roden, G.I., y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. J. Mar. Res., 18(1): 10-35.
- Strickland, J.D.H., y T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board Can. Bull. 167. 2 Ed.