

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU



ISSN 0378 - 7702

INFORME

Nº 122

Noviembre, 1996

**Crucero de evaluación hidroacústica
de recursos pelágicos BIC SNP-1 9602-04**



**Con apoyo del Programa de
Cooperación Técnica para la Pesca
CEE-VECEP ALA 92/43**

Callao, Perú

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DEL MAR PERUANO DURANTE EL CRUCERO DE EVALUACION DE LOS RECURSOS PELAGICOS BIC SNP-1 9602-04

Luis Pizarro¹ Enrique Tello²

RESUMEN

PIZARRO L, TELLO E. 1996. Condiciones oceanográficas frente al mar peruano durante el Crucero de Evaluación de los Recursos Pelágicos BIC SNP-1 9602-04. Inf. Inst Mar Perú 122: 47-56.

Se presentan las condiciones oceanográficas físicas observadas durante el Crucero de Evaluación de los Recursos Pelágicos, correspondiente al verano de 1996, del 7 febrero al 5 de abril; tanto de la superficie como de las capas sub-superficiales del mar. Las condiciones oceanográficas registradas durante el verano de 1996 muestran una continuación del proceso de enfriamiento registrado desde la primavera de 1995, y existe una tendencia a que estas condiciones frías se mantengan hasta el inicio de la estación de invierno de 1996.

La temperatura superficial del mar (TSM, °C) tuvo un valor mínimo de 14,5°C frente a la zona costera de Pisco y un máximo valor de 25,6°C a 100 mn frente Atico. La distribución de las anomalías térmicas registró una fluctuación de -5,5°C a 30 mn frente a Puerto Pizarro a +2,8°C a 80 mn frente Atico. Los valores mínimos estuvieron asociados a zonas con intenso afloramiento costero, mientras que las máximas anomalías térmicas estuvieron asociadas a la incursión frontal de aguas subtropicales superficiales (ASS) frente a San Juan.

PALABRAS CLAVE: Condiciones oceanográficas, verano 1996, anomalías térmicas, mar peruano

ABSTRACT

PIZARRO L, TELLO E. 1996. Oceanographic conditions of Peruvian sea during Cruise of Pelagic Resources Evaluation RV SNP-1 9602-04. Inf. Inst Mar Peru 122: 47-56.

Physical oceanographic conditions observed during the Cruise of Pelagic Resources Evaluation on Summer 1996 are presented. The oceanographic condition during Summer 1996 showed a continuation of the cooling process recorded since Spring 1995, and there is tendency that this cool condition continues until Winter of 1996.

In this cruise the TSM had a minimum value of 14,5 °C, front the coast zone in Pisco and a maximum value of 25,6°C localized to 100 nm front of Atico. The anomalies temperature distribution ATSM, recorded a fluctuation of -5,5°C (to 30 mn front Puerto Pizarro) to +2,8 °C to 80 mn front Atico. The minimum values were related to upwelling zone, as long as, the maximum temperature anomalies had relationship to advection to the coast the subtropical surface water front San Juan.

KEY WORDS: Oceanographic conditions, Summer 1996, Peruvian sea.

INTRODUCCION

Las condiciones oceanográficas durante el invierno y primavera de 1995 se presentaron de normales a ligeramente frías en la costa peruana, con un

predominio de anomalías térmicas negativas en todo el mar peruano (PIZARRO *et al.* 1996, PIZARRO *et al.* 1995*). Este comportamiento registrado en las variables oceanográficas se han mantenido durante enero y febrero de 1996.

Simultáneamente, a macroescala, en el Océano Pacífico tropical y ecuatorial, los índices oceánicos y atmosféricos durante los meses de enero y febrero de 1996 indicaban características climáticas típicas de un período frío de intensidad débil a moderado (BAC N°64, 65). Los vientos alisios estuvieron más intensos que lo normal

1 Director de Oceanografía Física. DGIO. IMARPE
2 Area de Percepción Remota. Dirección de Oceanografía Física. DGIO. IMARPE.
* PIZARRO L, SOLIS J, VILLANUEVA P, ALFARO J, GIRÓN M. 1995. Condiciones bio-oceanográficas frente a la costa del Perú durante noviembre y diciembre de 1995. Crucero oceanográfico BIC Humboldt 9511-12 (Informe Interno). Marzo 1996.

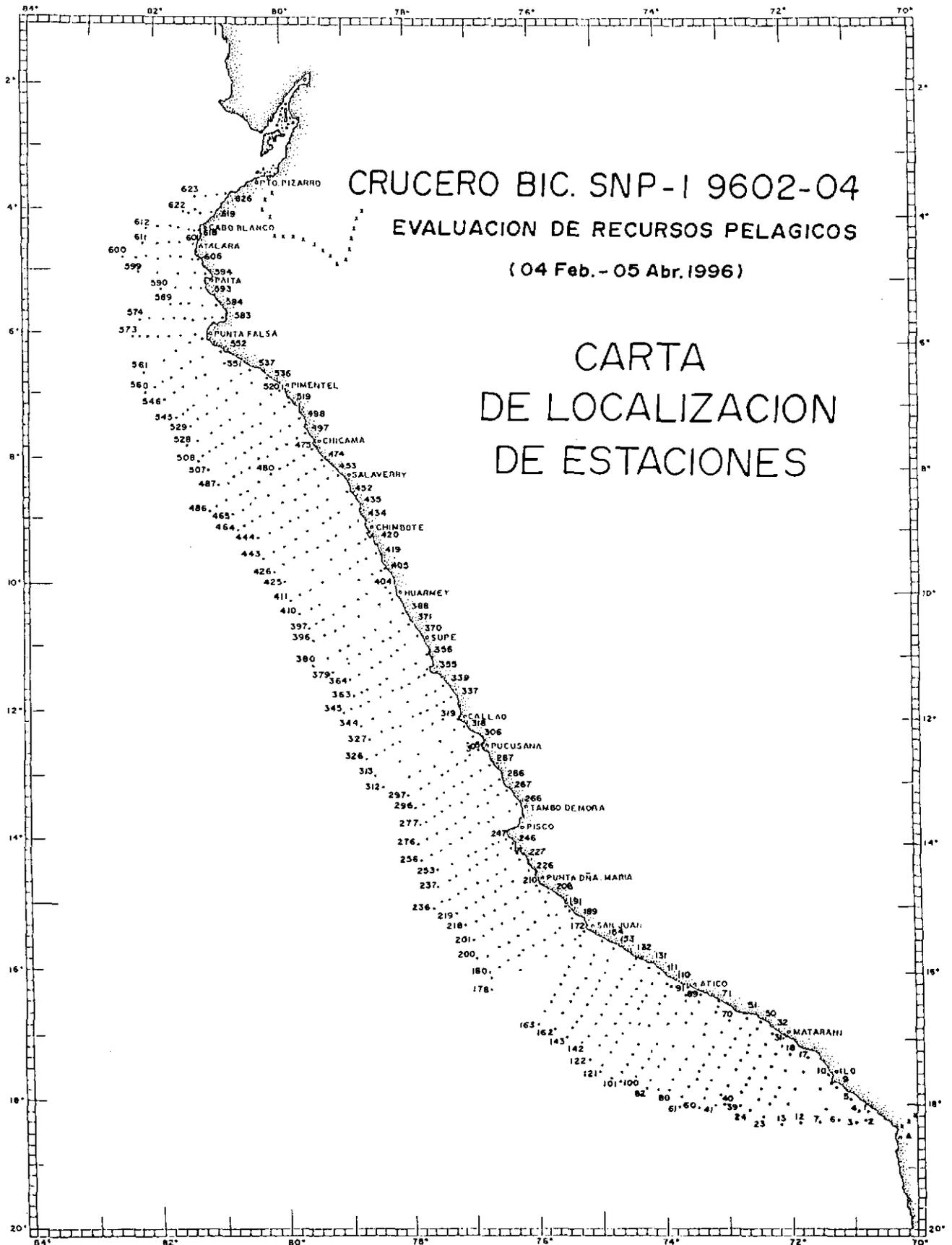


FIGURA 1. Localización de Estaciones Oceanográficas. Cr. BIC SNP-1 9602-04.

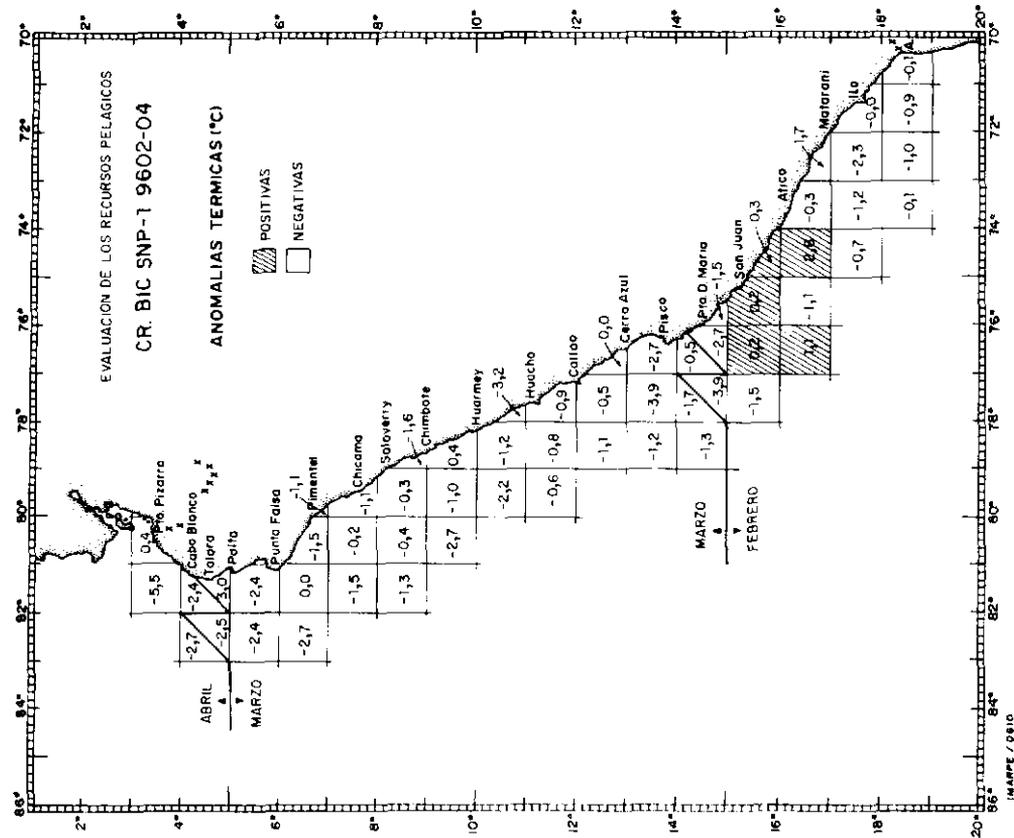


FIGURA 3. Anomalías Térmicas (°C). Cr. BIC.SNP-1 9602-04.

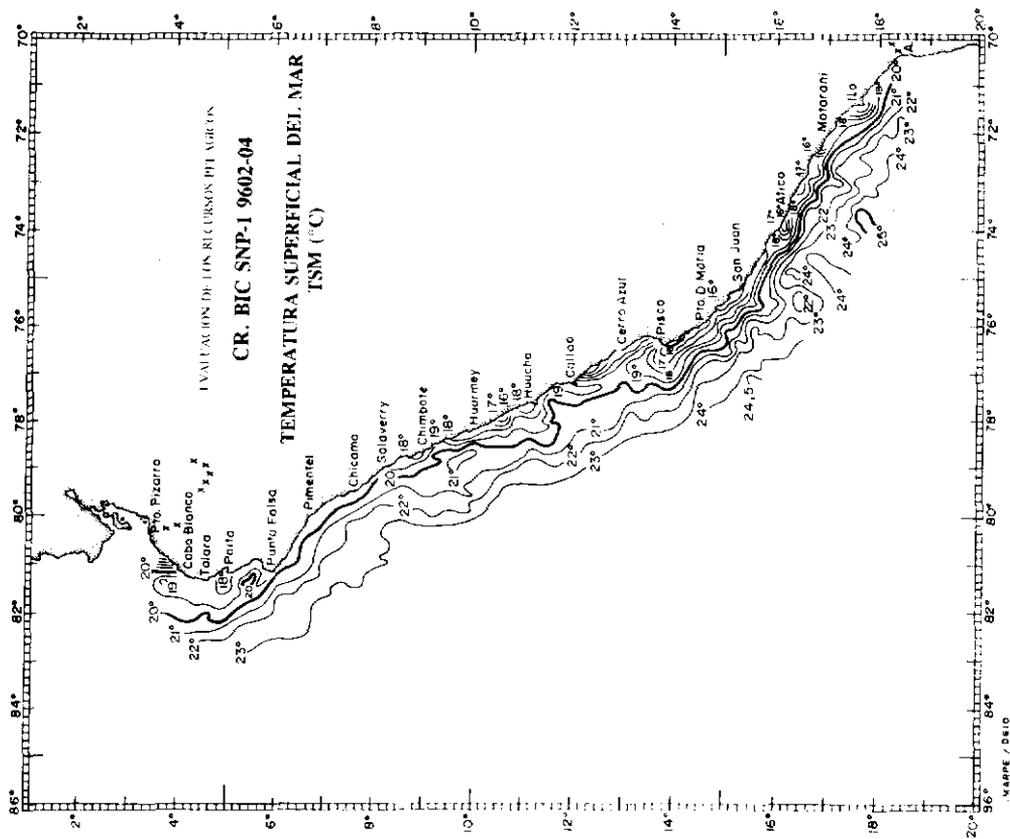


FIGURA 2. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar (°C). Cr. BIC.SNP-1 9602-04.

en toda la región del Pacífico ecuatorial durante esos meses, el Índice de Oscilación del Sur (IOS) registró valores positivos, la termoclina se presentó menos profunda que lo normal en el Pacífico ecuatorial central y occidental, todas estas características nos indicaron que la TSM frente a la costa sudamericana y al norte de los 12° Sur se mantendría con anomalías negativas. La mayoría de los modelos estadísticos y numéricos de predicción oceanográfica indican la continuación de un evento frío de intensidad moderada en el Pacífico ecuatorial durante los próximos meses.

En la costa peruana, con la información de la Red de Laboratorios Costeros del IMARPE, los resultados de la operación MOPFEN 9603 (GRADOS *et al.*, 1996**), realizada a bordo del BIC Humboldt por el IMARPE, registraron la continuación de las condiciones oceanográficas frías del mar peruano para los meses de febrero y marzo del presente año.

El presente informe reúne los resultados de las condiciones físicas observadas en la superficie y subsuperficie del mar, durante el Crucero de Evaluación Acústica de los Recursos Pelágicos BIC SNP-1 9602-04, y se dan perspectivas del comportamiento del ambiente para los próximos meses.

MATERIAL Y METODOS

Los trabajos oceanográficos comprendieron la realización de 30 estaciones hidrográficas correspondientes a secciones frente a Paita, Punta Falsa, Chimbote, Callao y San Juan además se realizaron 18 estaciones batitermográficas frente a Chicama, Huarney y Matarani (6 estaciones por sección).

En las estaciones hidrográficas se realizaron lanzamientos de botellas Niskin con termómetros de inversión protegido hasta las profundidades de 200 m, respectivamente. Se colectaron muestras de agua para análisis de salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, clorofila "a" y fitoplancton, a las profundidades estándar de 10, 25, 50, 75, 100, y 200 m. Asimismo, se efectuaron lanzamientos de red estándar (de 75 u de abertura de malla) para

fitoplancton y red Hensen (de 300 u de abertura de malla) para zooplancton en todas las estaciones hidrográficas y calas de pesca. En las estaciones batitermográfica la profundidad de muestreo fue de 274 m y sólo se tomó muestra para los análisis de salinidad superficial así como temperatura de agua de mar.

La corrección de la temperatura de los termómetros de inversión se realizó mediante la fórmula dada por SVERDRUP (1947). La identificación de las masas de agua fue realizada por medio de los diagramas T-S y la composición porcentual fue obtenida por el método del triángulo de mezcla (MAMAYEV 1975). Se utilizaron los índices definidos por ZUTA Y GUILLÉN (1972) para los análisis de masas de agua de la región.

Los análisis de salinidad se realizaron a bordo por el método de inducción, utilizando un salinómetro de inducción portátil Plessey modelo 6230N y los valores obtenidos han sido calibrados de acuerdo a UNESCO (1981) y LEWIS (1978).

En resumen, se realizaron 626 estaciones oceanográficas de las cuales 30 estaciones fueron hidrográficas hasta los 200 m de profundidad, 18 fueron bati-termográficas hasta los 274 m y además se realizaron 133 estaciones que correspondieron a los lances de pesca (fig. 1)

RESULTADOS

Condiciones oceanográficas en la superficie del mar

Condiciones térmicas y halinas

La temperatura superficial del mar (TSM, °C) alcanzó un valor mínimo de 14,5°C frente a la zona costera de Pisco y su máximo valor de 25,6°C a 100 mn frente Atico. La distribución de la temperatura superficial del mar se caracterizó por presentar zonas de gran gradiente térmico de Cerro Azul al sur, mientras que, al norte de los 12° S. la distribución de las isoterms registró un débil gradiente horizontal y homogéneas (fig. 2).

La distribución de las anomalías térmicas obtenidas en base a los promedios patrones dado por ZUTA Y URQUIZO (1972) y REYNOLDS (1981) (fig. 3), presentó anomalías negativas en casi toda el área de evaluación, excepto frente a San Juan y

** GRADOS C, FLORES G, CHANG F, DELGADO E, AYON P. 1996. Resultados preliminares sobre las condiciones oceanográficas frente a la costa peruana durante la operación MOPFEN 9603. BIC Humboldt. Informe Interno.

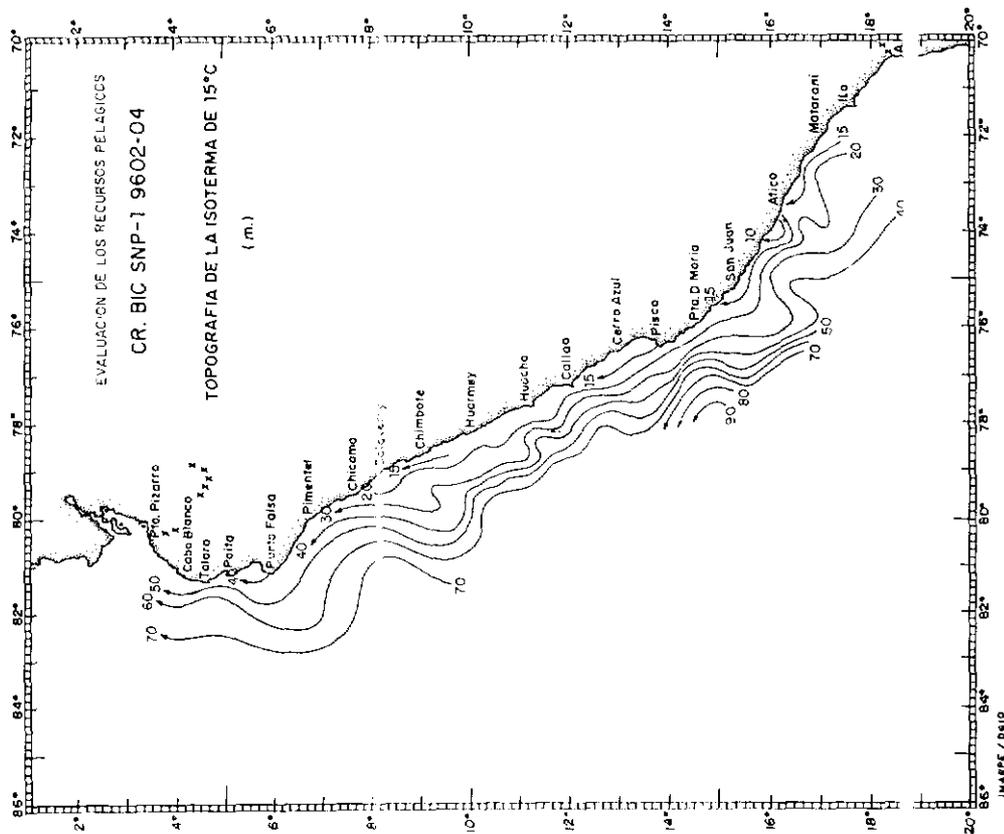
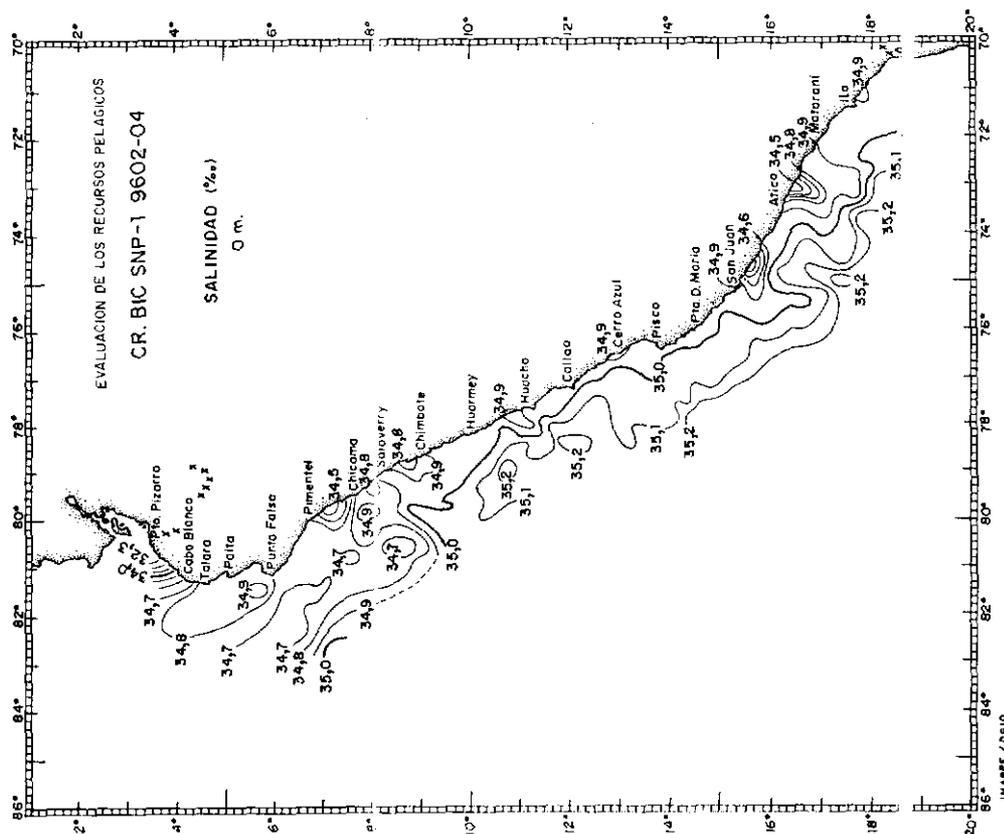


FIGURA 5. Topografía de la Isoterma de 15°C (m). Cr. BIC SNP-1 9602-04.



Atico, debido a la presencia de aguas cálidas provenientes del oeste. Las mínimas anomalías (menores de $-1,0^{\circ}\text{C}$) estuvieron asociados a zonas con intenso afloramiento costero con una fuerte divergencia horizontal de masas de agua y salinidades bajas. Las máximas anomalías (mayores de $+2,0^{\circ}\text{C}$) estuvieron asociadas a la incursión frontal de aguas subtropicales superficiales (ASS), frente a Atico produciendo un anómalo calentamiento en dicha zona.

La distribución de la salinidad superficial del mar (SSM, ‰) presentó una variación de 32,30 ‰ en la zona costera de Puerto Pizarro a 35,37 ‰ a 100 mn frente a Punta Oquendo. Durante el trayecto del crucero se registró un avance de aguas ecuatoriales superficiales hasta Pimentel y Chicama. Dentro de las 30 mn en toda la zona costera se registró salinidades menores de 35,00 ‰ propio de las agua de afloramiento (fig. 4).

Masas de agua

Las masas de aguas que se presentaron durante la prospección fueron:

- a) Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que se distribuyeron desde Talara hasta el sur de Pimentel, con salinidades menores de 34,8‰, y temperaturas entre 19 y 20°C ., con dirección meridional, registrándose un pequeño repliegue hacia el norte. Este tipo de masas de agua se observó desde la superficie hasta los 40 m de profundidad.
- b) Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), se localizaron al sur de Pisco y a distancia mayores de la 60 mn de la costa, caracterizadas por tener salinidades mayores de 35,2 ‰ y temperatura entre los 21° a 25°C ., y abarcó desde la superficie hasta los 80 m de profundidad. También se observaron aguas de mezcla entre las ASS y las ACF localizadas entre Huarmey y Cerro Azul.
- c) Las Aguas Costeras Frías (ACF) se presentaron en la zona costera dentro de las 20 mn, desde el sur de Ilo hasta Talara, con salinidades menores de 35,00 ‰ y temperaturas menores de 20°C .

Frente ecuatorial

El frente ecuatorial caracterizado por un brusco gradiente en la salinidades y temperatura superficiales del agua de mar no fue apreciado en esta prospección por lo que su ubicación estuvo a latitudes menores de los $3^{\circ}30'$ S.

Afloramiento costero

Las áreas con afloramiento costero presentaron una extensión variable en toda la zona prospectada por este crucero, siendo muy costero entre Pisco - Ilo, mientras que, entre Callao-Huarmey el afloramiento presentó una progresión hacia el oeste, las temperaturas y salinidades que caracterizaron estas áreas de afloramiento fueron menores de 20°C y 35,0 ‰ (figs. 2, 4).

Otras zonas con afloramiento costero moderado y localizado dentro de las 30 mn, se registraron frente a Paita, Chicama, Chimbote y Pucusana.

Esta gran amplitud en la distribución de las áreas con afloramiento costero se debió mayormente a la intensa divergencia observada en la zona costera debida a una intensificación de los vientos costeros, lo que produjo un enfriamiento en estas zonas costera.

Condiciones oceanográficas subsuperficiales

Estructura térmica y halina

La estructura térmica frente a la sección de Paita presentó una termoclina ubicada entre los 10 - 30 m de profundidad, conformadas por las isoterms de 17° - 23°C , con un débil gradiente vertical en las zonas cercana a la costa. La estructura halina mostró en esta sección salinidades que fluctuaron de 34,8 a 35,0 ‰, encontrándose las primeras a 40 m de profundidad conformadas por las aguas ecuatoriales superficiales (fig. 6a, b).

La estructura térmica frente a la sección de Punta Falsa presentó una termoclina ubicada entre los 10 - 50 m de profundidad, conformadas por las isoterms de 16°C a 22°C , con un débil gradiente vertical en las zonas cercana a la costa. La estructura halina mostró en esta sección salinidades que fluctuaron de 34,7 a 35,0 ‰, encontrándose las primeras a 30 m de profundidad conformadas por las aguas ecuatoriales superficiales (fig. 7 a,b).

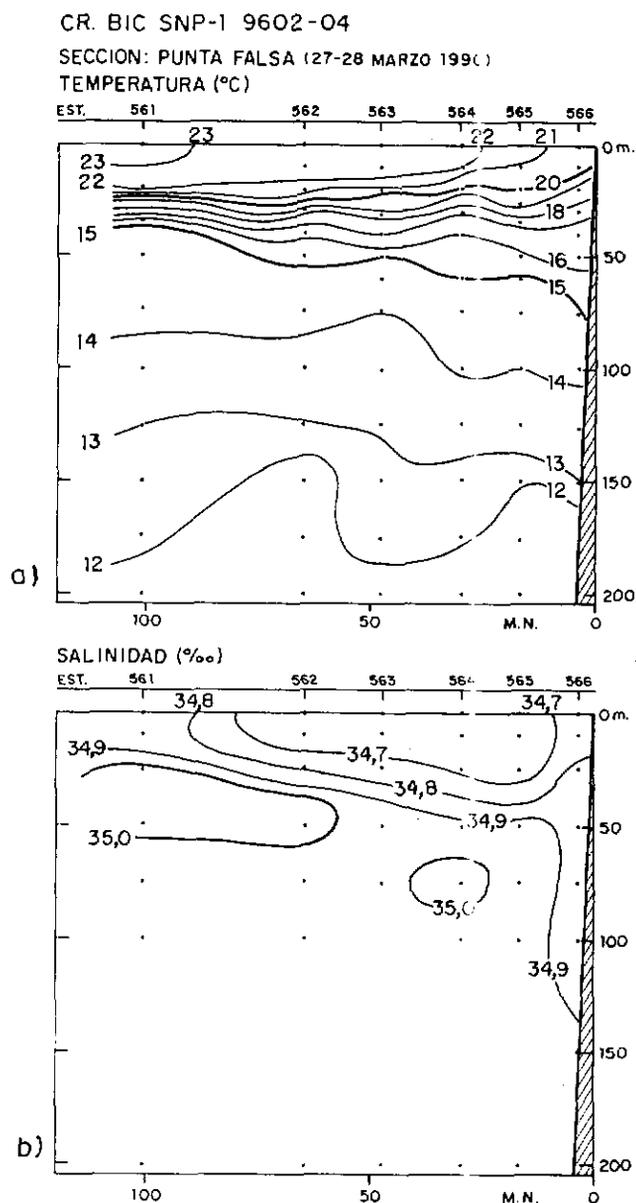
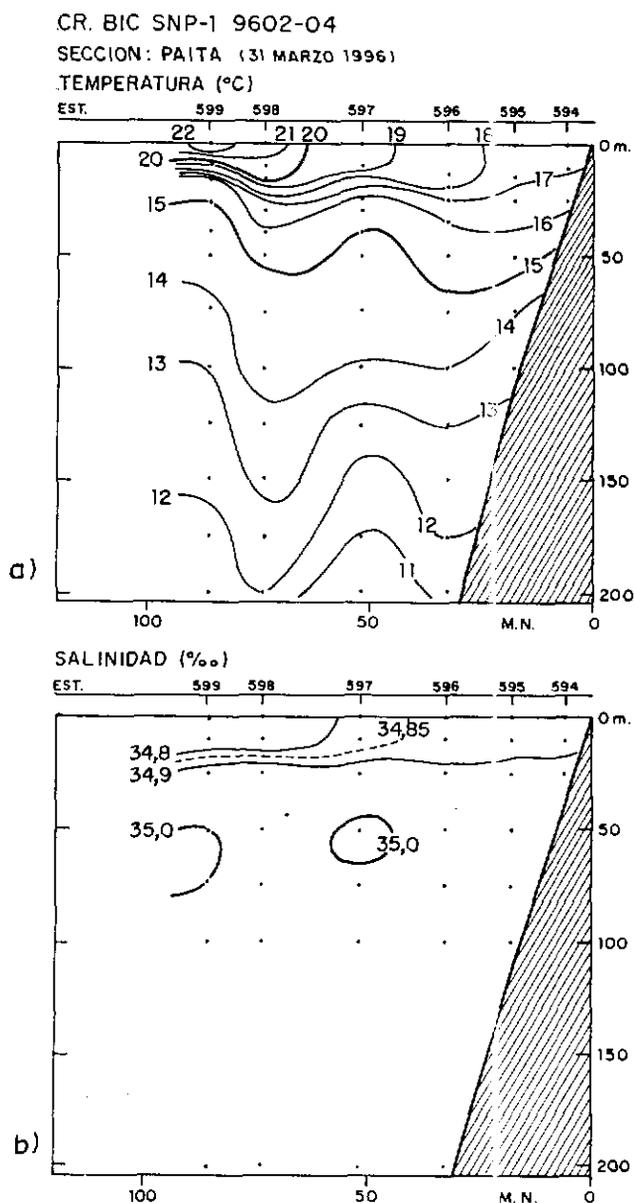


FIGURA 6. Estructura Vertical. Sección Paíta (31 Marzo 1996). a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰); Cr. BIC SNP-1 9602-04.

FIGURA 7. Estructura Vertical. Sección Punta Falsa (27-28 Marzo 1996). a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰). Cr. BIC SNP-1 9602-04.

La estructura térmica frente a Chicama (fig. 8a) presentó una termoclina entre los 20-30 m de profundidad, conformadas por las isothermas de 22 a 16°C.

La sección Chimbote mostró una termoclina ubicada entre los 10-20 m de profundidad, la estructura halina mostró un predominio de las aguas propias del afloramiento costero con salinidades de 35,00 ‰ (fig. 9 a, b).

Frente a Huarmey la estructura térmica presentó una termoclina intensa y superficial, ubica-

da entre los 10-20 m de profundidad. La capa de mezcla en esta sección se presentó muy superficial (fig. 8b).

La estructura térmica frente al Callao (fig. 10 a,b) presentó una termoclina ubicada entre los 10-40 m de profundidad, conformadas por las isothermas de 15°-20°C. La estructura halina muestra en esta sección un predominio de las ASS hasta los 80 m de profundidad, el afloramiento costero se presentó restringido dentro de la 10 mn.

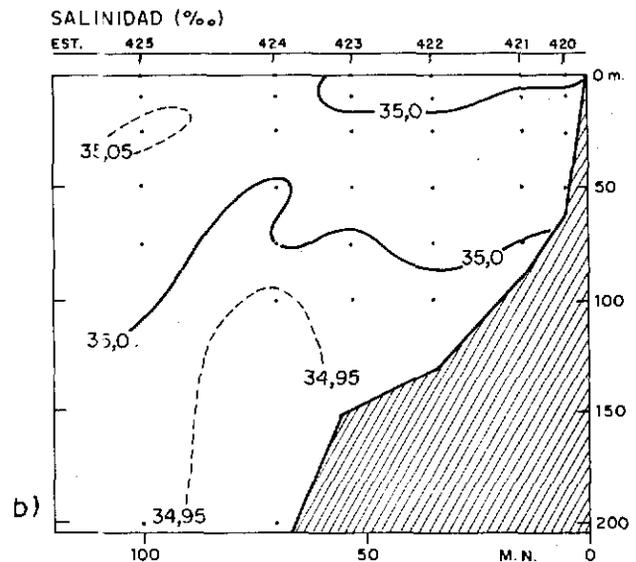
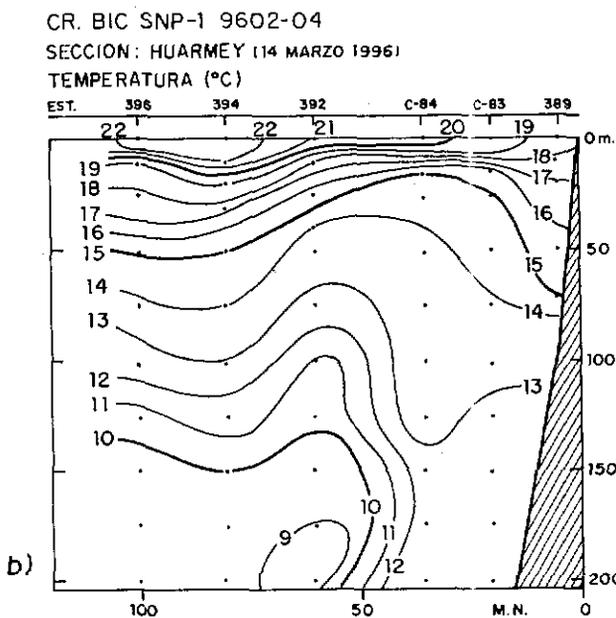
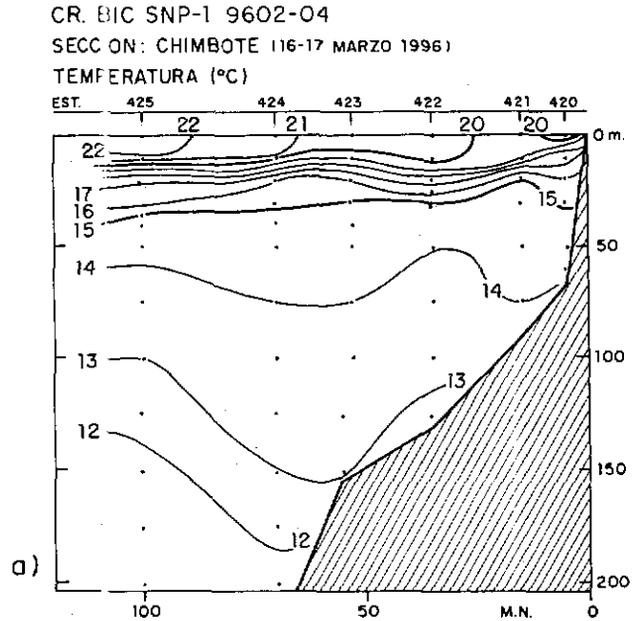
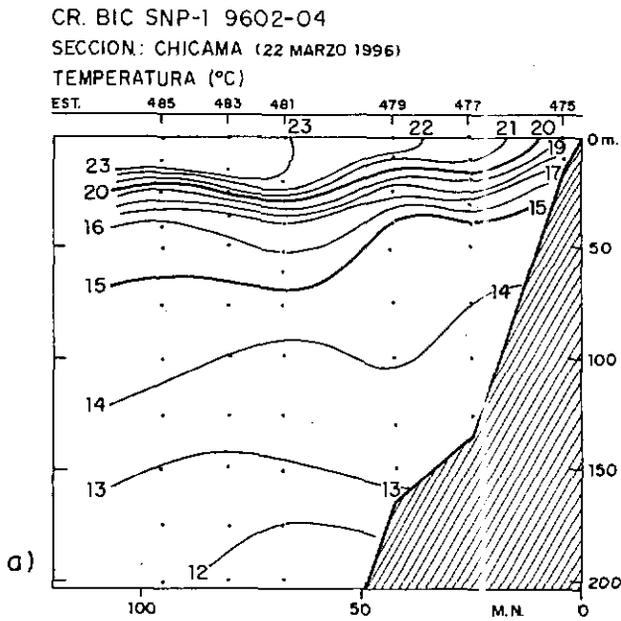


FIGURA 8. Estructura Térmica (°C). a) Sección Chicama (22 Marzo 1996), b) Sección Huarmey, (14 Marzo). Cr. BIC SNP-1 9602-04.

FIGURA 9. Estructura Vertical. Sección Chimbote (16-17 Marzo 1996). a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰). Cr. BIC SNP-1 9602-04.

En el sur, las secciones de San Juan y Matarani se caracterizaron por presentar una termoclina conformada por 6 y 9 isotermas y ubicada sobre los 50 y 70 m de profundidad. (fig. 11 a,b).

Topografía de la isoterma de 15°C

La distribución topográfica de la isoterma de 15°C (fig. 5) mostró un flujo intenso y superficial predo-

minante del sur en la zona costera, profundizándose a distancia mayores de la 50 mn, apreciándose más intenso frente a Pisco y con un débil gradiente superficial entre San Juan y Atico, lo que explica la incursión de las ASS en esa zona.

Extensión sur de la corriente de Cromwell

El flujo sub-superficial asociado a la extensión sur de la corriente de Cromwell ESCC se apreció desde el norte de Paita hasta Punta Falsa, ubicado

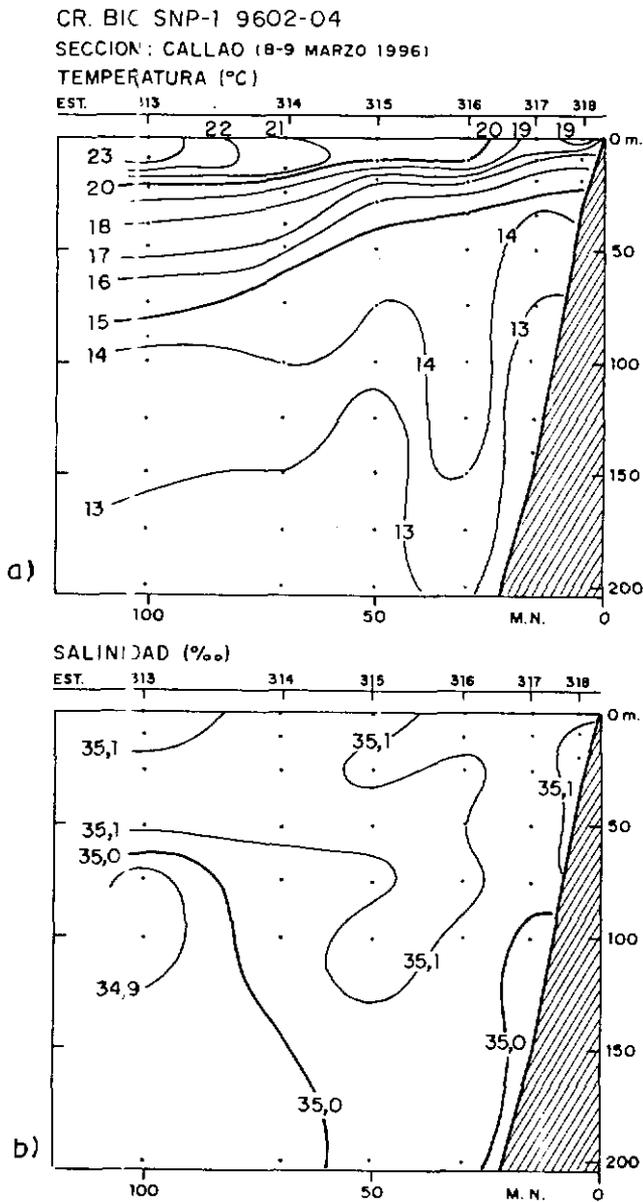


FIGURA 10. Estructura Vertical. Sección Callao (08-09 Marzo 1996). a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰). Cr. BIC SNP-1 9602-04.

a profundidades mayores de 150 m, frente a Chicama, y se caracterizó por la divergencia de las isotermas de 14 a 13°C y los altos valores de oxígeno registrado en esas secciones.

DISCUSION

Las características física del ambiente observadas durante el presente crucero de Evaluación Acústica de los Recursos Pelágicos, confirmaron la con-

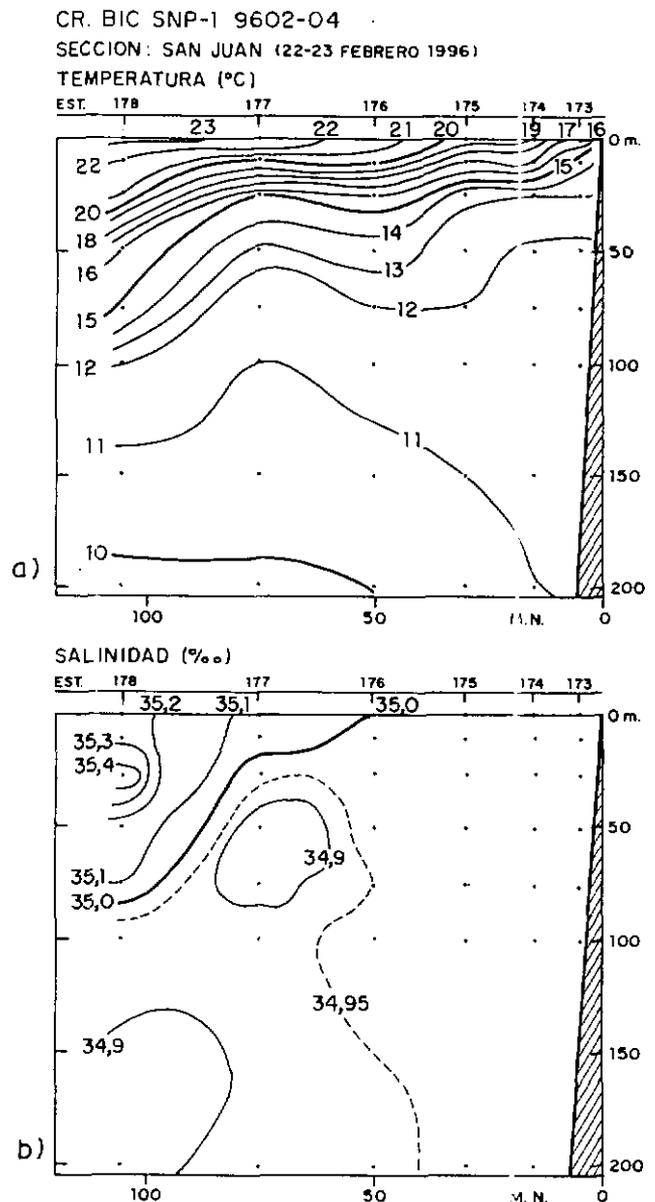


FIGURA 11. Estructura Vertical. Sección San Juan (22-23 Febrero 1996). a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰). Cr. BIC SNP-1 9602-04.

tinuación del proceso de normalización y enfriamiento registrado durante el invierno y primavera de 1995 y su tendencia a continuar hasta el inicio de la estación de invierno de 1996.

Las condiciones oceanográficas registradas muestran la continuación de las condiciones normales a ligeramente frías, observadas en todo el mar peruano desde la primavera de 1995; comportamiento muy similar a lo observado en el Océano Pacífico ecuatorial para el mismo período. Comparando nuestros resultados con los pro-

nósticos numéricos y estadísticos para el Océano Pacífico tropical, concluimos que existen tendencias de que las condiciones normales a ligeramente frías observadas se mantengan hasta el inicio de invierno del presente año.

CONCLUSIONES

1.- Se han continuado observando condiciones térmicas de normales a ligeramente frías, registradas desde la primavera de 1995, existiendo la tendencia de que estas condiciones se mantengan hasta el inicio de la estación de invierno de 1996.

2.- La temperatura superficial del mar (TSM, °C) alcanzó un valor mínimo de 14,5 °C frente a la zona costera de Pisco y su máximo valor de 25,6 °C a 100 mn frente Atico.

3.- Se observaron anomalías térmicas negativas en casi toda el área de evaluación, excepto frente a San Juan y Atico, debido a la presencia de aguas cálidas provenientes del oeste. Las anomalías negativas estuvieron asociados a zonas con intenso afloramiento costero, una fuerte divergencia horizontal de masas de agua y salinidades bajas. Las máximas anomalías térmicas estuvieron asociadas a la incursión frontal de aguas subtropicales superficiales (ASS) frente a Atico produciendo un anómalo calentamiento en esas zonas.

4.- La distribución de la salinidad superficial del mar (SSM, ‰) presentó una variación de 32,300 ‰ en la zona costera de Puerto Pizarro a 35,370 ‰ a 100 mn frente a Punta Oquendo. Dentro de las 30 mn en toda la zona costera se registró salinidades menores de 35,00 ‰ propio de las aguas de afloramiento.

5.- Las masas de agua se observaron como sigue: Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se localizaron desde Talara hasta el sur de Pimentel, registrándose un pequeño repliegue hacia el norte, este tipo de masa de agua se observaron desde la superficie hasta los 40 m de profundidad. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), se localizaron al sur de Pisco y a distancia mayores de la 60 mn de la costa, observándose aguas de mezcla entre las ASS y las ACF entre Huarmey y Cerro Azul. Las Aguas Costeras Frías (ACF) se presentaron en la zona costera dentro de las 20 mn, desde el sur de Ilo hasta Talara.

6.- La estructura vertical tanto térmica como halina presentó un comportamiento distinto en las diferentes secciones hidrográficas analizadas, frente a la sección de Paita y Punta Falsa se registró una termoclina poco profunda influenciada por las Aguas Ecuatoriales Superficiales AES, mientras que en las secciones de Chimbote y Callao se apreció un termoclina intensa, semi-superficial como producto de la influencia de las Aguas Costeras Frías presente en esas zonas. En la sección San Juan se apreció la incursión hacia la costa de las ASS con su consiguiente efecto térmico y halino.

7.- El flujo subsuperficial asociado a la extensión sur de la corriente de Cromwell ESCC se apreció desde el norte de Paita hasta Punta Falsa, ubicado a profundidades mayores de 150 m.

Agradecimiento

La revisión de los manuscritos originales estuvo a cargo de los biólogos NORA PEÑA y CARLOS BENITES RODRÍGUEZ.

REFERENCIAS

- COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR - CPPS. Boletín de Alerta Climático N° 64, 65.
- LEWIS E L. 1980. The Practical Salinity Scale 1978 and its antecedents. IEEE Journal of Oceanic Engineering. Vol. OE-5, N° 1, Jan. 1980 p.7.
- MAMAYEV O I. 1975 Temperature, Salinity Analysis of World Ocean Waters, Elsevier Oceanogr. Serv., 2 pp 374. London.
- PIZARRO L, SÁNCHEZ S, FLORES G, AYÓN P, GIRÓN M, SOLÍS J, DELGADO E, VILLANUEVA P, ROBLES C. 1996. Condiciones bio-oceanográficas frente a la costa norte y centro del Perú durante octubre y noviembre de 1995 (Operación MOPFEN 9510-11). Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 32 Mayo 1996.
- REYNOLDS R W. (1982). A monthly average climatology of sea surface temperature. Technical Report. NWS 31. National Meteorological Center, NOAA, Silver Spring MD. 1-35.
- SVERDRUP H V. (1947). Note of the correction of the Reversing Thermometers. J. Mar. Res. N° 6, 136-138.
- UNESCO. 1981 International Oceanographic Tables. UNESCO Place de Fontenoy. Paris. 7e, France.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1972. Oceanografía de las aguas costeras peruanas. Bol. Inst. Mar Perú. Volumen 3, N° 5, 245 pp. 1970
- ZUTA S, URQUIZO W. 1972. Temperatura Promedios de la Superficie del Mar frente a la Costa Peruana, Período 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. Volumen 2 N°8 1972.