



ISSN 0378-7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

Volumen 33

Número 3

**Crucero de evaluación de recursos pelágicos en el verano 2002.
BIC José Olaya Balandra y SNP2 0202-03**



Julio a Setiembre 2006

Callao, Perú

CONDICIONES AMBIENTALES DEL MAR PERUANO DURANTE EL VERANO 2002

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF PERUVIAN SEA DURING SUMMER 2002

Luis Vásquez¹ Patricia Villanueva² Georgina Flores³ Jesús Ledesma⁴ Patricia Ayón⁵

RESUMEN

VÁSQUEZ L, VILLANUEVA P, FLORES G, LEDESMA J, AYÓN P. 2006. *Condiciones ambientales del mar peruano durante el verano 2002*. Inf. Inst. Mar Perú 33(3): 161-180. Se describen las condiciones ambientales durante el Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Olaya y SNP2 0202-03. En los primeros días de febrero, el arribo de un tren de ondas Kelvin alteró el medio marino, mostrando condiciones cálidas al norte de Pisco; pero al sur, fueron casi normales. También se observó el desplazamiento de aguas ecuatoriales hasta Chicama; y de aguas oceánicas principalmente frente a Cerro Azul y Quilca. En la zona sur se notó menor influencia de las ATSA. Estos movimientos de agua condicionaron la ubicación de ACF en una franja costera al sur de los 8°S, en donde los nutrientes se distribuyeron en forma continua (Punta Chao a Huarney y Chancay a Ilo), y con mayor concentración. El plancton ampliamente distribuido, tuvo las mayores concentraciones al sur, frente a San Juan y entre Mollendo e Ilo; el fitoplancton tuvo predominancia del 10%, y el zooplancton 74% del total de muestras. - Los huevos de anchoveta, distribuidos a lo largo de toda la costa, alcanzaron una frecuencia >50%; las larvas con frecuencia del 31 %, ocuparon principalmente el área entre Paita y Punta Mendieta dentro de las 100 millas de la costa.

PALABRAS CLAVE: Condiciones ambientales, ondas Kelvin, plancton, huevos, larvas.

ABSTRACT

VÁSQUEZ L, VILLANUEVA P, FLORES G, LEDESMA J, AYÓN P. 2006. *Environmental conditions of Peruvian sea during Summer 2002*. Inf. Inst. Mar Perú 33(3): 161-180. The marine environmental conditions registered during the Hydroacoustic Cruise to Evaluate Pelagic Resources, realized with BIC Olaya and SNP2, 0202-03, are described. A train of Kelvin waves arrived at early February; warm conditions were present at north of Pisco; at south, the conditions were almost normal. The displacement of equatorial waters was also observed until Chicama; and of oceanic waters toward Cerro Azul and Quilca. In the south, less influence of the SATW was noticed. These water movements conditioned the location of CCW in a coastal band toward south of 8°S, where distribution of nutrients was continuous (Punta Chao to Huarney and Chancay to Ilo) and with higher concentrations. Plankton was broadly distributed, with the biggest concentrations in front of San Juan and between Mollendo and Ilo; phytoplankton had a predominance of 10%; the zooplankton had a predominance of 74% of total samples. - The anchovy eggs, widely distributed, had a frequency >50%; the larvae, with 31% frequency, occupied, mainly, the area between Paita and Punta Mendieta inside the 100 miles of the coast.

KEYWORDS: Environmental conditions, Kelvin waves, plankton, eggs, larvae.

INTRODUCCIÓN

El crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos 0202-03 a bordo de los BIC José Olaya y SNP2 se ejecutó con el fin de determinar los niveles de abundancia y estructura poblacional de los re-

ursos anchoveta, sardina, jurel y caballa; y además, conocer las características existentes en el ambiente marino.

En los últimos meses del 2001 e inicios del 2002, los índices oceánicos y atmosféricos frente a la costa sudamericana, indicaron características

climáticas frías con tendencia a la normalidad. Los pronósticos de los modelos numéricos indicaban una evolución hacia un episodio cálido tipo El Niño (EN); sin embargo, los índices atmosféricos no eran coherentes con esta apreciación encontrándose en una fase neutra.

1 Unidad de Investigaciones en Oceanografía Física. lvasquez@imarpe.gob.pe

2 Área de Fitoplancton y Producción Primaria. pattvilla@hotmail.com

3 Unidad de Investigaciones en Oceanografía Química. gflores@imarpe.gob.pe

4 Unidad de Investigaciones en Oceanografía Química. jledesma_rivera@hotmail.com

5 Área de Evaluación de Producción Secundaria. payon@imarpe.gob.pe

En febrero, frente a la costa peruana las condiciones cambiaron drásticamente a condiciones cálidas debido al arribo de un tren de ondas Kelvin y al relajamiento de los vientos alisios. También se observó desplazamiento de masas de agua ecuatorial hacia el sur y de agua oceánica hacia la costa, reduciendo paulatinamente las áreas propicias para el desarrollo de la anchoveta.

Existían opiniones acerca de que el presente periodo cálido podría tener similitud con el año 1992, considerado como un "Niño moderado", lo cual servirá como referencia para contrastar los resultados del presente crucero.

Bajo este panorama se desarrolló el crucero, encontrándose un ambiente cálido al norte de 13°S, con una fuerte advección de aguas ecuatoriales hasta Chicama; así mismo, los indicadores biológicos mostraron cambios en su distribución.

En este informe se dan a conocer los resultados de las condiciones físicas, químicas y del comportamiento del plancton.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el 17 de febrero y 17 de marzo del 2002 se realizó el crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, desde Puerto Pizarro hasta Tacna, ejecutado con los BIC Olaya y SNP2, cubriendo un área comprendida entre la costa y 100 mn de dominio marítimo (Figura 1).

El estudio de la estructura térmica y halina se basó en lanzamientos de CTD hasta una profundidad de 500 m, y de botellas NISKIN a profundidades estándar (10, 25, 50, 75, 100, 200 y 300 m) en las secciones de Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco, San Juan y Atico. En la superficie del mar, se obtuvieron datos horarios de temperatura, dirección y velocidad

del viento, y cada dos horas se tomaron muestras para el análisis de salinidad. Las muestras de salinidad fueron analizadas por el método de inducción con el Portasal 8410A Guildline (en el BIC Olaya) y el salinómetro Kahlsico RS 10 (en el BIC SNP2).

Se colectaron 439 muestras para oxígeno disuelto, 348 para nutrientes y 229 para clorofila-a. La toma de muestras superficiales se realizó con un balde plástico.

La determinación de oxígeno disuelto se realizó empleando el método de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966). La determinación de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos se realizó de acuerdo a las técnicas y modificaciones dadas por STRICKLAND y PARSONS (1968) utilizando el espectrofotómetro Lambda 40 marca Perkin Elmer. Para la clorofila-a se utilizó el método

fluorométrico HOLM- HANSEN et al. (1965).

Se analizó un total de 100 muestras de fitoplancton, colectadas con red estándar de fitoplancton durante 5 minutos y a 3 nudos de velocidad. Los volúmenes de plancton se obtuvieron por centrifugación a 2400 rpm durante 5 minutos.

$$V = V_c / K$$

Donde:

V = volumen de plancton

Vc = volumen de plancton centrifugado (mL)

K = 6,6273 m³, constante que indica el agua filtrada por la red.

Los resultados son expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m³).

El análisis semicuantitativo de las muestras consideraron los componentes del plancton (fito y zooplancton), según metodología del IMARPE.

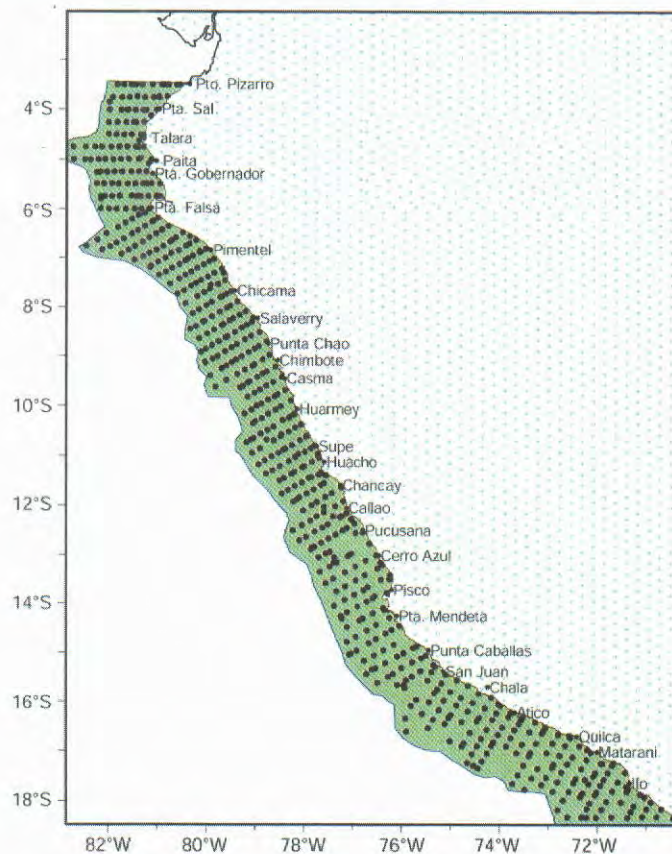


Figura 1.- Área de Trabajo. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

El análisis cuantitativo de fitoplancton se realizó en 31 muestras de agua colectadas con botella NISKIN a 10 m de profundidad, procedentes de los perfiles hidrográficos de Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chimbote, Callao, Pisco y San Juan, siguiendo la metodología de UTERMÖHL (1958). Los resultados son expresados en número de células $\times 10^3/L$. Las muestras de red y de agua fueron preservadas con formalina neutralizada, considerando las recomendaciones descritas en THRONSEN (1978).

Para la determinación taxonómica del fitoplancton se consultaron los trabajos de HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), HASLE y SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER y TANGEN (1996), siendo identificados los organismos hasta el nivel de especie en la mayoría de los casos.

Se colectaron 155 muestras de zooplancton mediante una red Hensen de 0,65 m de diámetro y 1,50 m de largo, operada en jales verticales desde 50 m de profundidad hasta la superficie. Las muestras fueron fijadas y preservadas con formaldehído al 2%. El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio del Área de Evaluación de Producción Secundaria en donde se separaron, determinaron y cuantificaron los huevos y larvas de peces, asimismo se midió el volumen del zooplancton presente en cada muestra mediante el método por desplazamiento (ROBERTSON 1970). Los resultados para la abundancia se expresan en número de huevos o larvas/m², mientras que los volúmenes se dan en mL/muestra.

La determinación de las especies del ictioplancton se realizó utilizando los trabajos de EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963); SANDOVAL DE CASTILLO (1979); BALBONTÍN y PÉREZ (1980); OLIVAR y FORTUÑO (1991) y MOSER (1996).

RESULTADOS

Distribución superficial

Temperatura (TSM)

El medio ambiente marino se encontró bastante perturbado debido a la proyección hacia el sur de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), que originaron grandes áreas de mezcla entre los 7 y 8°S y por acercamiento hacia la costa de las aguas cálidas del oeste, restringiendo el afloramiento costero al norte del Callao.

El rango de temperatura en la superficie del mar fluctuó entre 14,6 °C (norte de Atico) y 27,99 °C (5 mn Puerto Pizarro). Las aguas relativamente frías, con temperaturas < 17 °C se ubicaron en una franja muy

estrecha entre Punta Caballas y Atico. Los valores >27 °C se presentaron dentro de las 60 mn de Puerto Pizarro (Figura 2).

Anomalías térmicas (ATSM)

Las anomalías térmicas presentaron valores entre -1,7 °C y +3,2 °C, predominando anomalías positivas, lo que favoreció a un ambiente cálido desde la frontera norte hasta Punta Infiernillos; y condiciones casi normales al sur de esta localidad con excepción de dos núcleos, uno cálido frente a Mollendo y el otro frío ubicado frente a Ilo (Figura 3).

Salinidad (SSM)

La salinidad presentó valores entre 33,037 ups y 35,401 ups. Este parámetro mostró alteraciones al norte de los 8°S

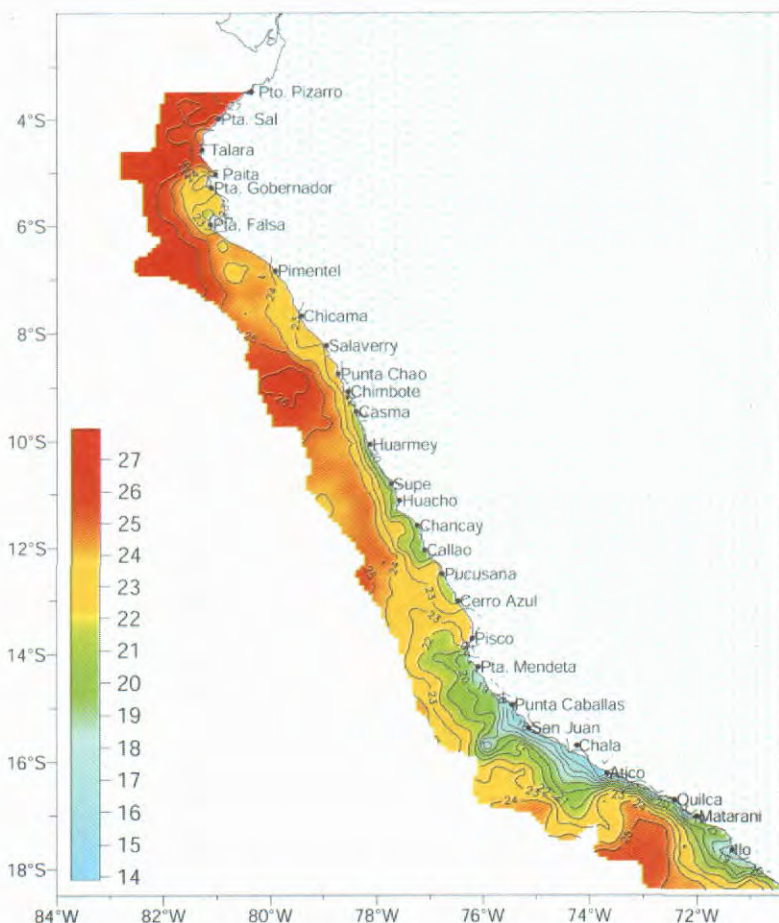


Figura 2.- Distribución de la Temperatura Superficial del Mar (TSM, °C). Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

por el desplazamiento de las aguas ecuatoriales y al sur de los 9°S por las aguas oceánicas que se proyectaron hacia la costa. Los valores mínimos correspondieron a aguas ecuatoriales que, debido al arribo de ondas Kelvin y al debilitamiento de los vientos alisios del sureste, se proyectaron al sur, llegando hasta Paita las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y hasta Chicama las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES). Los máximos valores correspondieron a Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que se acercaron a la costa principalmente frente a Cerro Azul y Quilca donde alcanzaron las 25 mn. Las Aguas Costeras Frías (ACF) se localizaron al sur de los 8°S en una franja variable dentro de las 30 mn. En la zona costera al sur de Atico se observó una fuerte incidencia de aguas continentales, que ocasionaron un descenso en los tenores de salinidad; asimismo frente a Atico se determinó un núcleo importante ocasionado por la presencia de las ATSA limitado por las ASS (Figura 4).

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en superficie presentó concentraciones entre 2,01 a 8,38 mL/L. Al norte de Pimentel el oxígeno estuvo dentro del rango habitual de condiciones cálidas y se encontraron iso-oxígenas de 5,0 a 5,5 mL/L relacionadas a temperaturas de 22 a 26 °C. Al sur de esta localidad hasta Huacho se registraron núcleos de 6,0 a 8,0 mL/L en zonas costeras dentro las 20 mn frente al litoral.

Entre Callao y Atico se pudo apreciar un leve afloramiento con iso-oxígenas de 3,0 a 4,0 mL/L y temperaturas de 16 a 22 °C. En general al sur, desde Callao hasta Atico, las concentraciones de oxígeno disuelto se presentaron en forma irregular con núcleos de 3,0 a 7,0 mL/L, a diferencia de la zona sur de Quilca donde los tenores de oxí-

geno estuvieron homogéneos de 5,0 a 5,5 mL/L (Figura 5).

Clorofila-a

La clorofila-a en superficie presentó valores entre 0,03 ug/L (frente a Ilo) y 19,98 ug/L (frente a Pisco). Las AES al norte de Pimentel registraron isolíneas de 0,5 a 2,0 ug/L de clorofila-a asociadas a salinidades de 34,0 a 34,8 ups. Concentraciones de 0,5 a 1,0 ug/L de clorofila-a limitaron con áreas costeras de mayor productividad en las cuales se presentaron tenores de 2,0 a 15,0 ug/L. Cabe destacar que las más altas concentraciones de clorofila-a se distribuyeron frente a Pisco, relacionadas a contenidos normales de oxígeno de 5,0 a 6,0 mL/L (Figura 6).

Nutrientes

En la distribución superficial de FOSFATOS, al norte de Punta Chao se hallaron concentraciones menores de 0,5 ug-at/L con una amplitud de hasta las 100 mn, valores que indicaron la presencia de las AES. Al sur de Supe se encontraron relacionadas a la influencia de las ASS. Concentraciones ricas en nutrientes se presentaron con isolíneas de 2,0 ug-at/L de fosfatos, localizadas desde Chimbote a Huarmey y por el sur desde Punta Caballas hasta Quilca. Núcleos con concentraciones de 3,0 a 5,0 ug-at/L de fosfatos se localizaron frente a San Juan debido a aportes terrígenos de la zona (Figura 7).

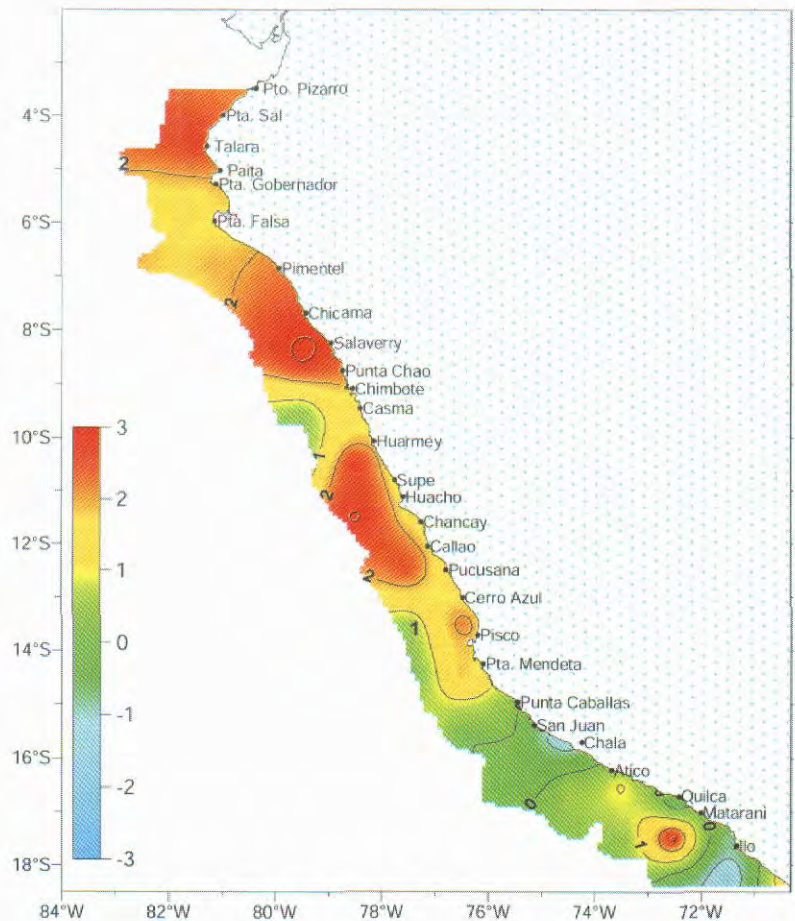


Figura 3.- Anomalías térmicas de la superficie del mar (ATSM, °C). Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

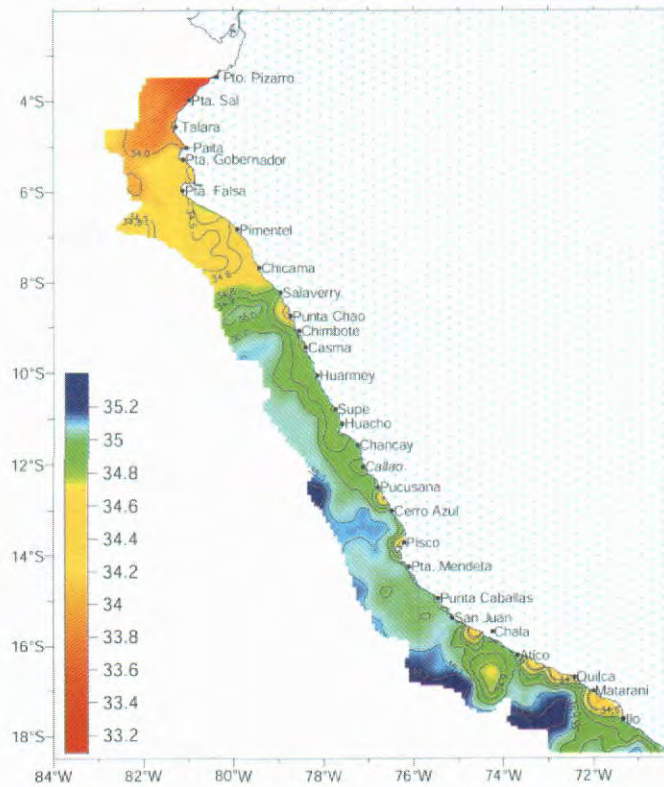


Figura 4.- Salinidad Superficial del Mar (SSM, ups). Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

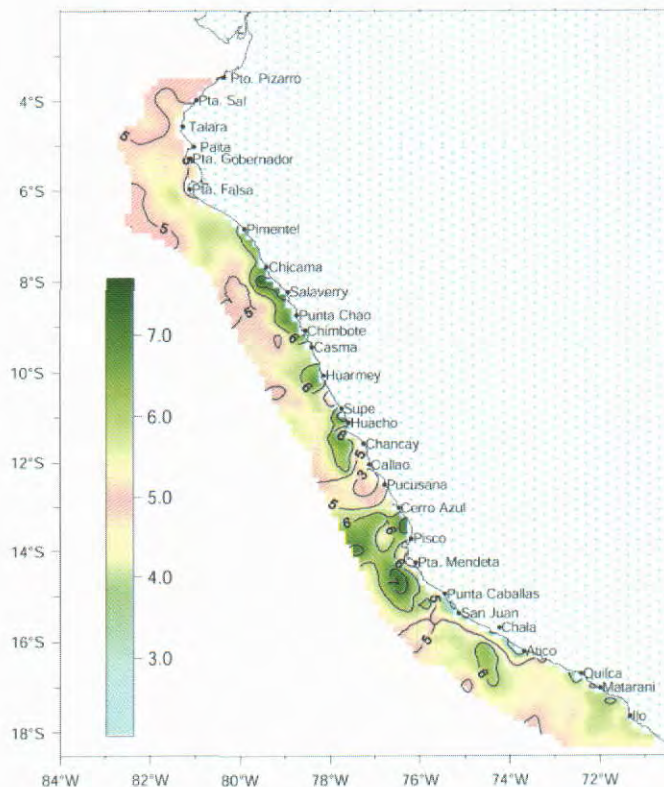


Figura 5.- Oxígeno Disuelto en la superficie del mar (mL/L). Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

La distribución de SILICATOS (en la superficie del mar) fue semejante a la de otros nutrientes, encontrándose valores menores de 5,0 ug-at/L al norte de Punta Chao. La isolínea de 5,0 ug-at/L de silicatos que delimitó las ACF se encontró en forma continua de Punta Chao a Huarney y de Chancay a Ilo. Las áreas de afloramiento se caracterizaron por presentar valores de 20,0 ug-at/L de silicatos asociadas a concentraciones menores de 4,0 mL/L de oxígeno (Figura 8).

Los NITRATOS tuvieron características de distribución también semejantes a los fosfatos y silicatos (Figura 9).

En los NITRITOS se observó el rango característico, el valor mínimo de 0,02 ug-at/L se encontró frente a Paita y el máximo de 2,74 ug-at/L fue localizado a 10 mn frente a Chimbote (Figuras 10).

Vientos

Los vientos Alisios del suroeste (SE) presentaron intensidades de 0,4 a 10,4 m/s con dirección predominante del suroeste, aunque al norte de Punta Falsa se registraron vientos sin tendencia a alguna dirección dominante. En general toda el área evaluada por el BIC Olaya presentó vientos con intensidades entre débiles (menores a 4 m/s) y moderadas (de 4 a 8 m/s), lo que habría tenido relación con el incremento de la temperatura y el debilitamiento del afloramiento costero, entre otros factores.

Se observaron pequeños focos con vientos intensos (mayores de 8 m/s) frente a Cerro Azul, Chicama y Paita. Estas características también se observaron en la carta de vientos emitida por la NOAA-NESDIS aunque con intensidades ligeramente menores (Figura 11).

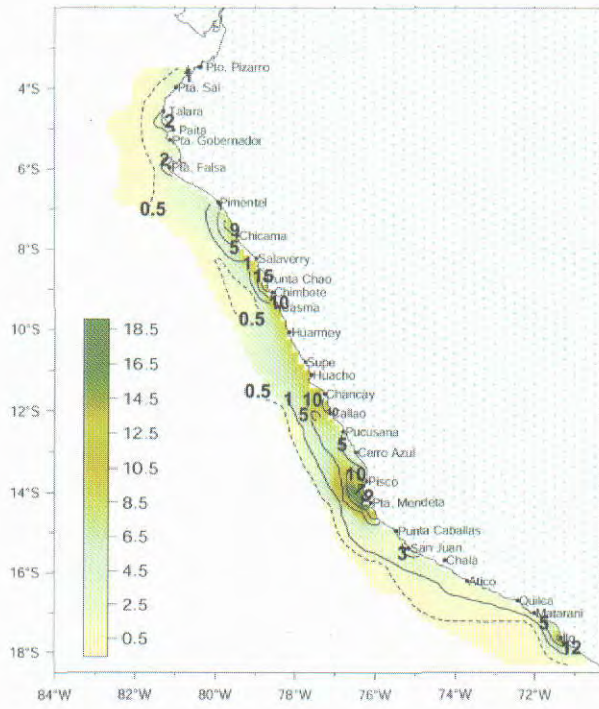


Figura 6.- Distribución Superficial de Cloroϕila-a (ug/L).
Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

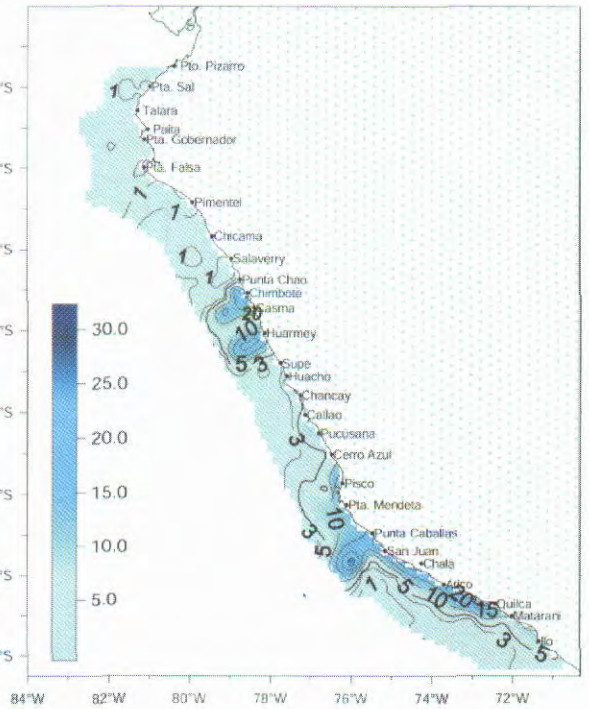


Figura 8.- Distribución Superficial de Silicatos (ug-at/L).
Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

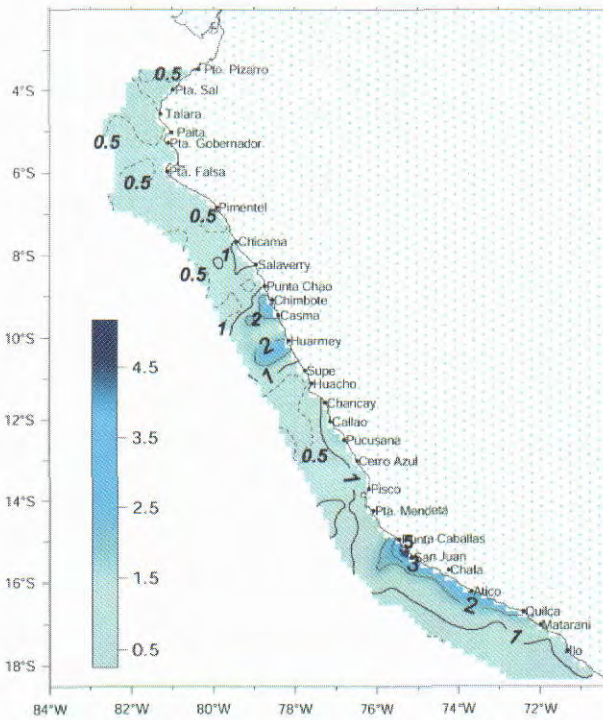


Figura 7.- Distribución Superficial de Fosfatos (ug-at/L).
Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

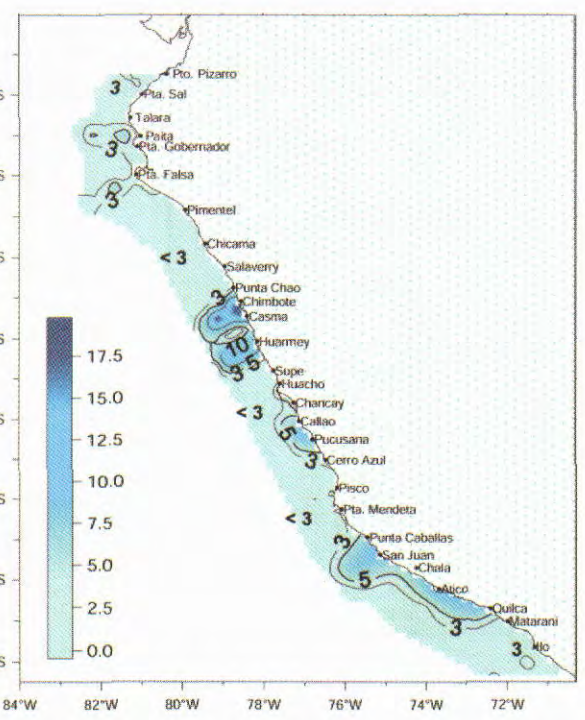


Figura 9.- Distribución Superficial de Nitratos (ug-at/L).
Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

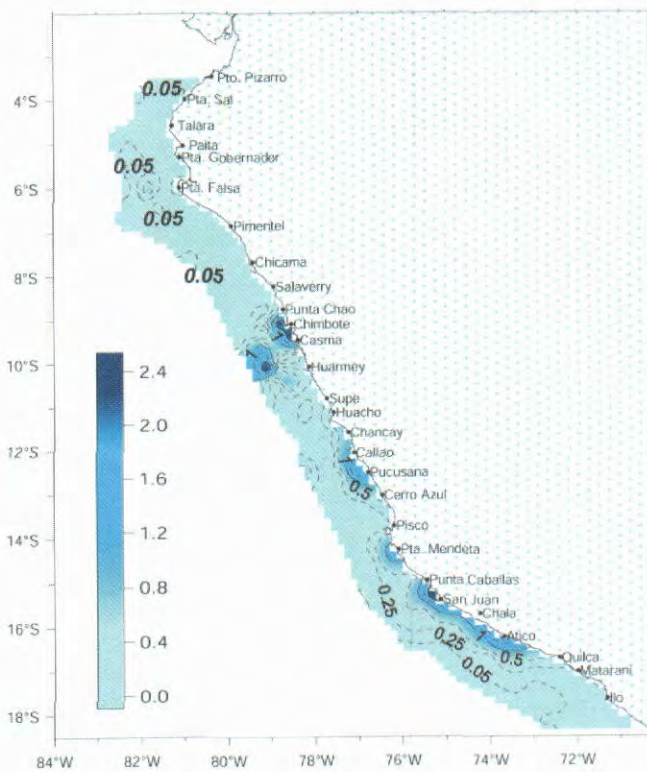


Figura 10.- Distribución Superficial de Nitritos (ug-at/L). Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

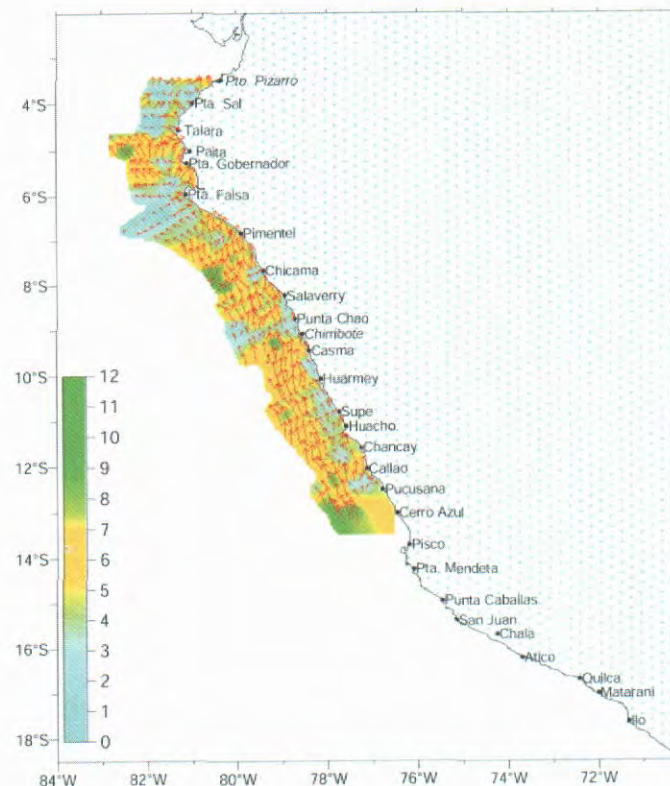


Figura 11.- Distribución del Viento en la Superficial del Mar. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

Volúmenes de plancton y composición del fitoplancton de red

Los volúmenes de plancton presentaron un rango entre 0,03 y 2,8 mL/m³, localizados frente a Chimbote (60 mn) y al sur de Ilo (30 mn), obteniéndose un promedio general de 0,46 mL/m³. El 92% de los valores fueron menores a 1,0 mL/m³, distribuidos ampliamente en todo el litoral, mientras que las mayores concentraciones planctónicas fueron localizadas al sur del litoral frente a San Juan y entre Mollendo e Ilo.

El fitoplancton fue escaso siendo predominante sólo en el 10% del total de estaciones, distribuido exclusivamente en la franja costera, excepto en el perfil Punta Falsa donde se ubicó por fuera de las 60 mn. El zooplancton alcanzó predominancia del 74%, mientras que el 16% restante, compartió codominancias de fito y zooplancton (Figura 12).

LOS DINOFLAGELADOS, grupo importante del fitoplancton, caracterizaron el área en estudio debido a su abundancia y riqueza de especies, localizándose principalmente entre Puerto Pizarro-Salaverry y al sur de Atico. Las especies asociadas a altas temperaturas y bajas salinidades como *Amphisolenia bidentata*, *Ceratium trichoceros*, *C. candelabrum*, *C. gibberum*, *Ornithocercus steinii*, *Pyrocystis lunula* y *Goniodoma polyedricum*, entre otras, fueron las que presentaron mayor frecuencia. Las especies de ACF (*Protoperidinium depressum*, *P. conicum*, *Ceratium furca*, *C. tripos* y *C. fusus*), al igual que diatomeas de fases intermedias en la sucesión, propias de esta masa de agua (*Coscinodiscus perforatus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira angustelineata*, *Actinocyclus* sp. y *Ditylum brightwellii*, entre otras), fueron también frecuentes, encontrándose entre Chimbote y Atico con una cobertura

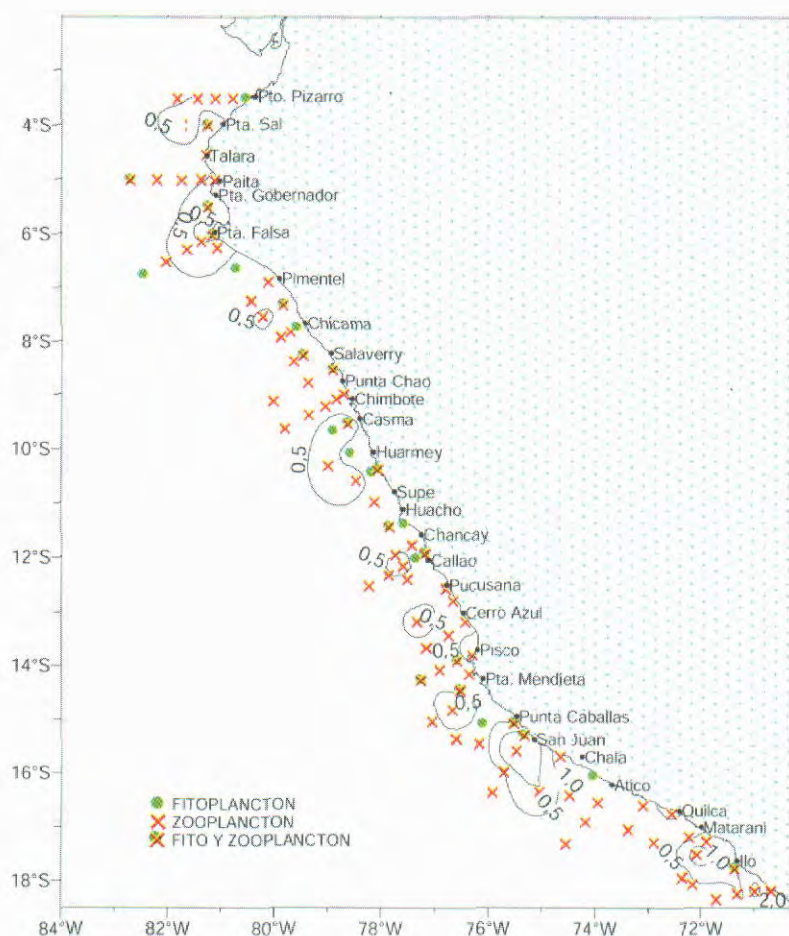


Figura 12.- Distribución en superficie de los volúmenes de plancton (mL/m³).
Crucero 0202-03 BIC Olaya y SNP2

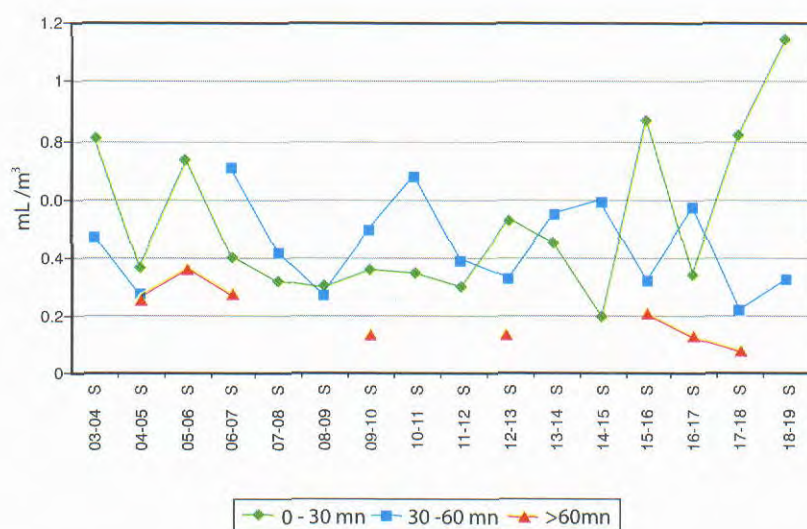


Figura 13.- Distribución latitudinal de volúmenes de plancton (mL/m³). Crucero 0202-03 BIC Olaya y SNP2

de distribución hasta por fuera de las 60 mn. Asociadas a esta comunidad se determinaron diatomeas de afloramiento o de primeras fases de sucesión (*Chaetoceros debilis*, *Ch. affinis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. compressus*, *Detonula pumila* y *Skeletonema costatum*) las cuales estuvieron localizadas en las estaciones costeras de Paita, Salaverry - Chimbote, Callao, Pisco, San Juan e Ilo.

Las diatomeas oceánicas como *Planktoniella sol*, *Lioloma delicatum*, *Chaetoceros conca- vicornis*, *Rhizosolenia styliformis*, *Coscinodiscus wailessi* y *Proboscia alata f. indica*, tuvieron una distribución muy semejante a la de los dinoflagelados termohalinos, los que se hicieron presentes entre 3 a 09°S y los 16 a 18°S.

Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton

Considerando la variación latitudinal de los volúmenes promedio de plancton, se han obtenido valores entre 0,075 y 1,14 mL/m³.

En la región costera (0-30 mn) el mayor promedio fue entre 18 y 19°S, con predominio del zooplancton. Entre los 6 y 15°S los valores fueron casi uniformes de 0,2 a 0,6 mL/m³, incrementándose paulatinamente a partir de los 16°S.

Entre 30 y 60 mn, estas concentraciones presentaron pequeñas fluctuaciones, cuya máxima se registró entre 6-7°S, con un valor de 0,7 mL/m³.

A distancias superiores de 60 mn, los promedios fueron menores a 0,5 mL/m³ y sin grandes fluctuaciones, apreciándose un leve descenso hacia el sur a partir de 15°S (Figura 13).

Distribución de los indicadores biológicos de masas de agua

La distribución de los diferentes organismos del fitoplancton, indicadores a lo lar-

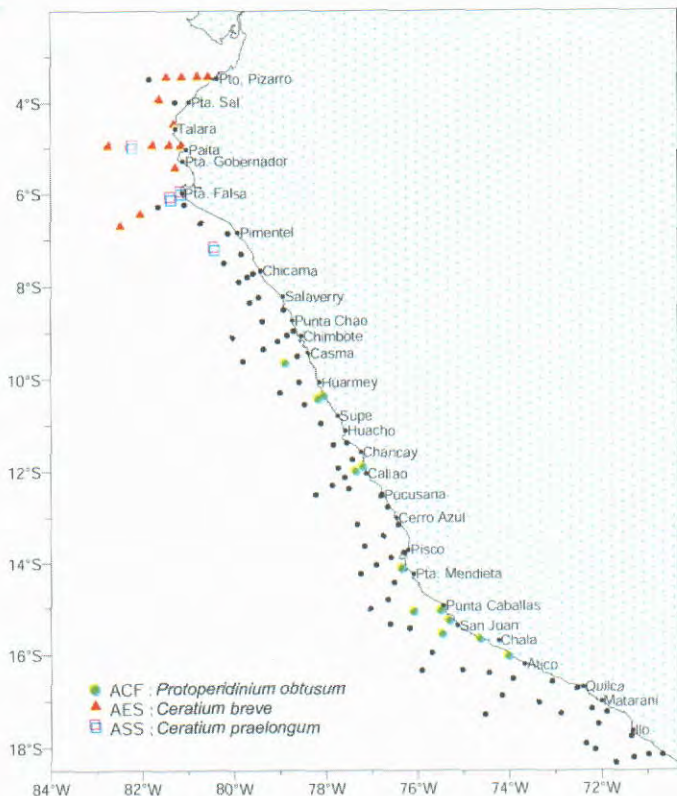


Figura 14.- Indicadores biológicos de masas de agua. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03

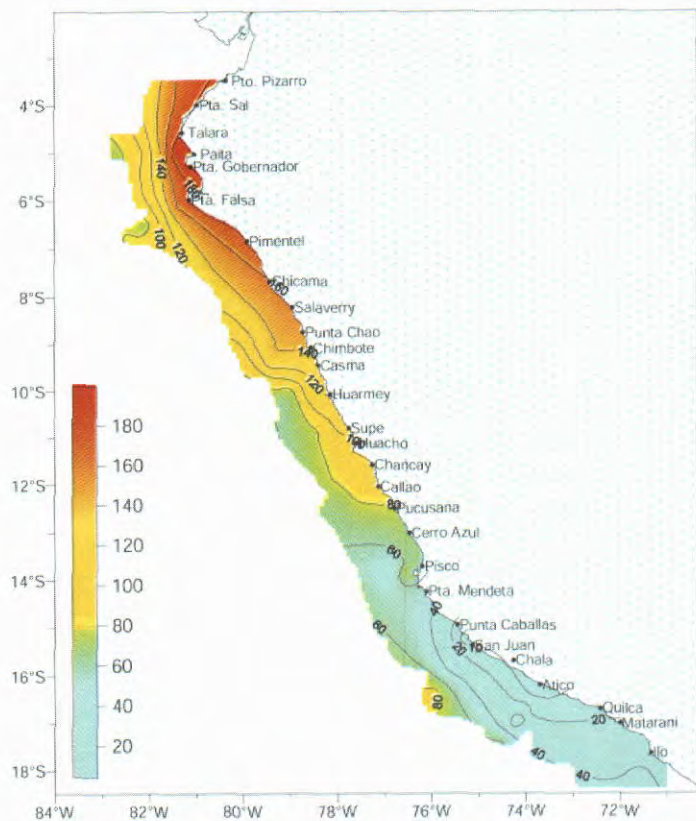


Figura 15.- Topografía de la Isotherma de 15°C. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03

go del litoral como respuesta de las condiciones ambientales mostró:

Ceratiium breve, indicador de AES, se presentó ampliamente al norte de los 6°S, llegando a la costa en Puerto Pizarro y Paita. En el perfil Punta Falsa fue determinado a distancias mayores de 70 mn.

Protoperidinium obtusum, indicador de ACF, se caracterizó por encontrarse bastante restringido a la zona costera, presentándose en pequeñas áreas localizadas (Huarney, Callao y Pisco - Bahía Independencia), ampliando su distribución al sur, entre Bahía Independencia y Atico.

Ceratiium praelongum, indicador de ASS, estuvo distribuido esporádicamente entre Paita y Pacasmayo, acercándose a la costa en Punta Falsa (Figura 14).

Distribución vertical

Isoterma de 15 °C

(Figura 15)

La profundidad de la isoterma de 15 °C varió de 4 a 196 m. Las mayores profundidades se localizaron entre Talara y Punta Gobernador, y las menores se ubicaron próximas a la costa entre Chala y Ocoña. El comportamiento de las isóbatas indicó flujos al sur desde la frontera norte hasta el Callao; este comportamiento es característico de periodos cálidos, donde los flujos de norte a sur se intensifican desplazándose a latitudes más altas, las cuales normalmente permanecen al norte de los 7°S.

De Pisco a la frontera sur los flujos fueron con dirección norte.

Sección Puerto Pizarro

(Figura 16)

Esta sección vertical presentó temperaturas que fluctuaron de 8 a 28 °C. Por encima de los 70 m de profundidad se apreció una termoclina intensa, debilitándose hacia la costa por la profundización de las isotermas menores a 17 °C y el

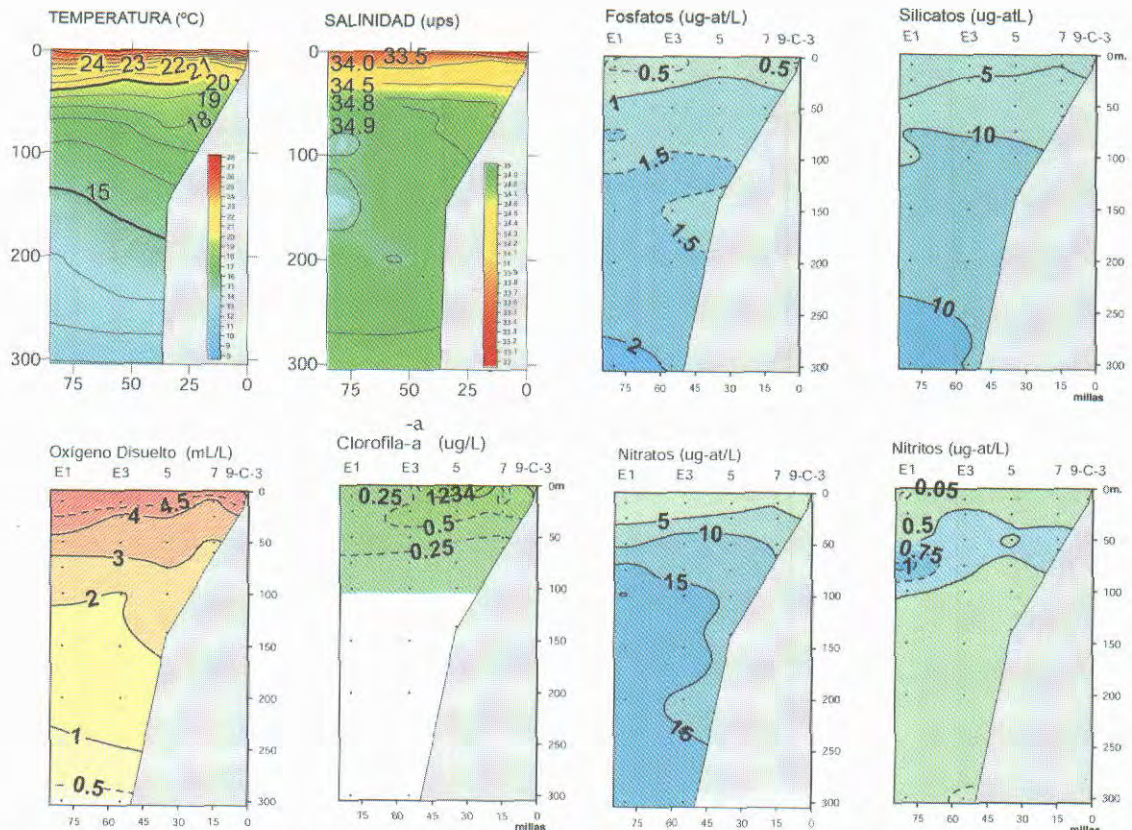


Figura 16.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila-a y nutrientes en la Sección Pto. Pizarro. Cruce-ro BIC Olaya y SNP2 0202-03.

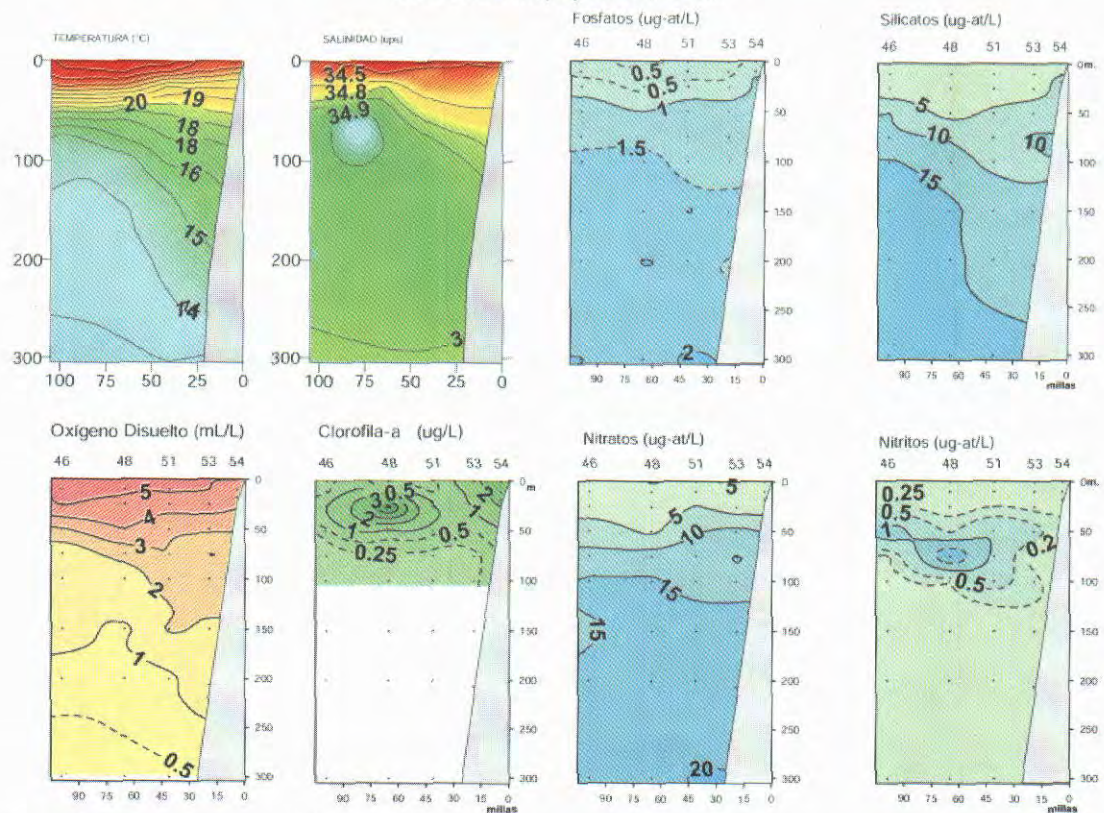


Figura 17.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila-a y nutrientes en la Sección Paíta. Cruce-ro BIC Olaya y SNP2 0202-03.

ascenso de las isotermas mayores a 22 °C. En los 10 primeros metros de la columna de agua se ubicaron ATS relacionadas a temperaturas de 24 a 28 °C; y hasta los 50 m se apreciaron AES asociadas a isotermas de 19 a 23 °C y por debajo de esta masa de agua se encontró una capa homotérmica y homosalina asociadas a ACF.

La distribución vertical de oxígeno disuelto mostró las isoxígenas de 4,0 a 0,5 mL/L. La capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 280 m; contenidos de oxígeno de 0,5 a 1,0 mL/L estuvieron asociados a temperaturas bajas (13,0 a 14,0 oC) característica de la presencia de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell.

La clorofila-a fue pobre, predominando concentraciones entre 0,25 a 0,5 ug/L, a excepción de un núcleo de 4,0 ug/L a 35 mn de costa. Los nutrientes sobre la capa de los 25 m presenta-

ron concentraciones menores de 1,0 ug-at/L de fosfatos ligados a tenores de alrededor de 5,0 ug-at/L de silicatos - nitratos. La isolínea de 2,0 ug-at/L de fosfatos se encontró profundizada a 250 m por la presencia de aguas cálidas.

Sección Paita
(Figura 17)

En esta sección la estructura térmica mostró una distribución similar a la de la sección anterior, con una termoclina intensa formando un gradiente térmico de 1°C/5 m, a 100 mn de la costa asociado a aguas cálidas del norte. La profundización de isotermas menores a 16 °C e isoxígenas de 1 a 2 mL/L, al aproximarse a la costa, indican flujos hacia el sur, asociados a la presencia de la ESCC que se mostró muy intensa con respecto al Crucero 0110-11.

Las masas de agua presentes fueron las ATS en una capa

muy superficial (sobre los 5 m); las AES, que alcanzaron una profundidad máxima de 70 m cerca de la costa; las ACF se encontraron profundizadas por el avance de las aguas antes mencionadas. Por otro lado también se observaron las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) con temperatura <15 °C y salinidad de 34,8 a 34,9 ups.

En la capa superficial sobre los 75 m se ubicaron las isoxígenas de 5,0 a 3,0 mL/L. Concentraciones de 0,5 mL/L de oxígeno estuvieron por debajo de los 220 m de profundidad; no se observó la isoxígena de 0,25 mL/L por la intensidad de la ESCC.

Con respecto a la clorofila-a también fue relativamente pobre y se localizaron dos zonas con tenores mayores de 1,0 ug/L sobre la capa de los 50 m, que estuvieron limitadas por isolíneas de 0,5 ug/L.

Los fosfatos presentaron concentraciones características

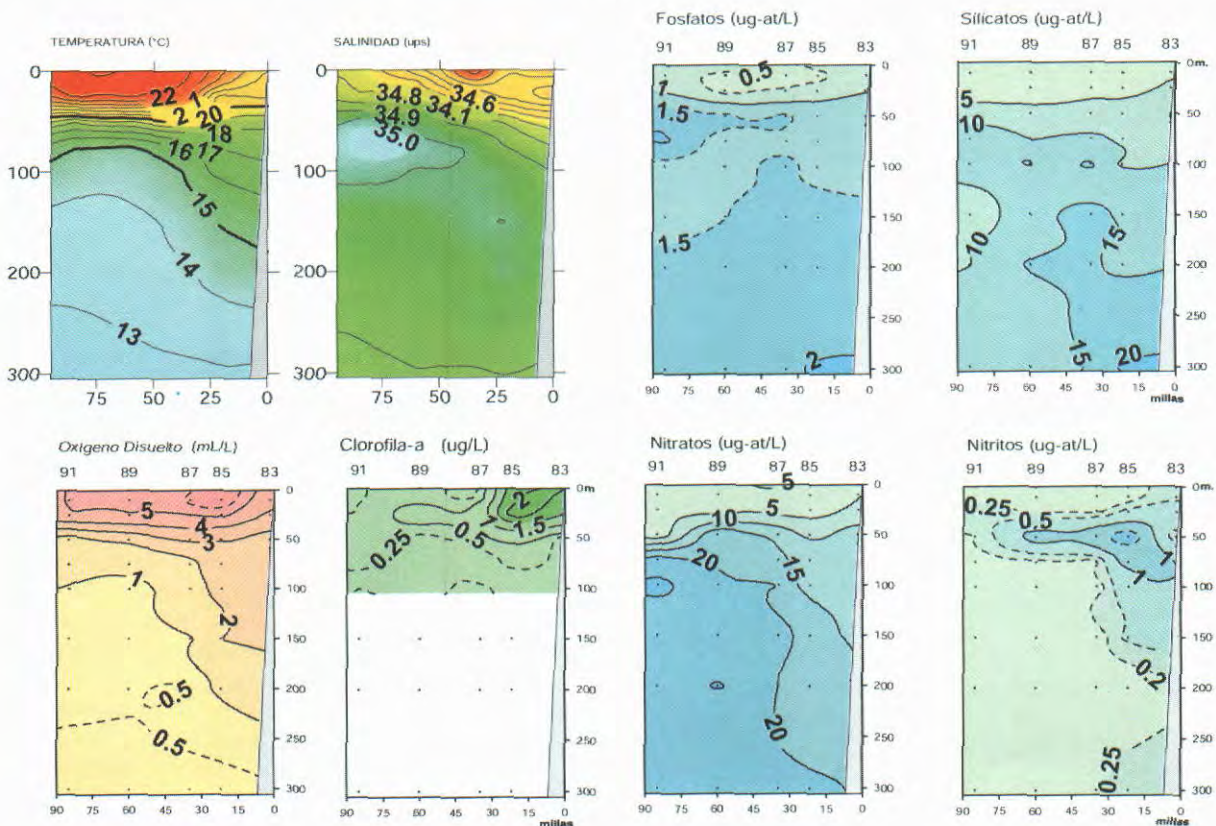


Figura 18.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila-a y nutrientes en la Sección Punta Falsa. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

de aguas cálidas de alrededor de 0,5 ug-at/L en la capa de los 25 m. Por otro lado la isolínea de 2,0 ug-at/L de fosfatos se encontró profundizada por debajo de los 280 m. Concentraciones mayores de 15,0 ug-at/L de silicatos y nitratos se ubicaron desde 100 hasta 270 m (Figura 17).

Sección Punta Falsa
(Figura 18)

En esta sección, se apreció un fuerte incremento térmico, dando lugar a la formación de una termoclina intensa por debajo de los 20 m y un fuerte gradiente térmico (1°C/5 m, a 80 mn); también se observó la profundización de las isoterms menores a 17 °C dentro de las 60 mn asociada a la ESCC. La salinidad presentó bajas concentraciones en la capa superficial debido a la presencia de las AES y por debajo de esta agua se presentó una capa homosalina asociada a la presencia de ACF.

La capa superficial de oxígeno estuvo sobre los 50 m de profundidad con tenores de 3,0 a 5,0 mL/L. La isoxígena de 2,0 mL/L se profundizó desde los 50 m hasta los 150 m; concentraciones de 0,5 mL/L de oxígeno se regis-

traron desde los 190 m.

En la zona costera, dentro las 30 mn, se registraron concentraciones mayores de 1,0 ug/L de clorofila-a. La sección vertical presentó el predominio de isolíneas de 0,25 a 0,5 ug/L de clorofila-a.

En esta sección la capa superficial fue pobre en nutrientes debido a la presencia de las AES. Se registró un núcleo de 0,5 de ug-at/L de fosfatos, sobre los 25 m. La isolínea de 2,0 ug-at/L se ubicó por debajo de los 280 m, asociada a concentraciones de 20,0 ug-at/L de silicatos (Figura 18).

Sección Chicama
(Figura 19)

En la distribución térmica se observó el ascenso rápido de las isoterms mayores a 18 °C, indicativo de procesos de surgencia, aunque las aguas que afloraron fueron aguas cálidas del norte; mientras tanto, en la capa subsuperficial todavía se notaba la deflexión de las isoterms menores a 16 °C provocada por los flujos al sur. La salinidad indicó presencia de AES dentro de las 45 mn y sobre los 30 m de profundidad y ACF en el resto de la

columna de agua.

Sección Chimbote
(Figura 20)

La estructura térmica presentó una termoclina intensa conformada por 10 isoterms (16 a 25 °C), con la de 15 °C separada, debido a la moderada intensidad de los flujos al sur en esta zona. En general la estructura halina mostró una columna estable, con presencia de ACF sobre los 20 m de profundidad, dentro de las 45 mn y ASS por fuera de las 60 mn.

En esta sección, la capa superficial de oxígeno estuvo conformada por las isolíneas de 6,0 a 2,0 mL/L sobre el nivel de los 50 m de profundidad. Por otro lado se observó el hundimiento de la isoxígena de 1,0 mL/L desde los 75 m hasta los 120 m de profundidad. Hasta los 220 m, se registraron concentraciones de 0,5 mL/L.

La clorofila-a, fue pobre por fuera de las 40 mn (0,05 a 0,75 ug/L), debido a la influencia de las ASS; la zona costera fue más productiva (5,0 a 17,73 ug/L).

Dentro de las 15 mn a 10 m de profundidad se registraron valores de 2,5 ug-at/L de fosfatos; 20,0 ug-at/L de silicatos; y 15,0 ug-at/L de nitratos, asociados a tenores de oxígeno de 6,0 mL/L debido a mezclas de las ACF y los aportes de ríos.

Sección Callao
(Figura 21)

La termoclina se ubicó sobre los 80 m en promedio, formada por las isoterms de 15 a 25 °C, observándose dentro de las 40 mn ascensos de las isoterms mayores a 19 °C. La distribución de salinidad mostró una estructura estable y homogénea, excepto por fuera de la 50 mn, en donde las ASS se presentaron sobre los 50 m de profundidad. Las ACF fue la masa de agua dominante aunque en la capa superficial se la encontró con relativas temperaturas altas.

El afloramiento costero se

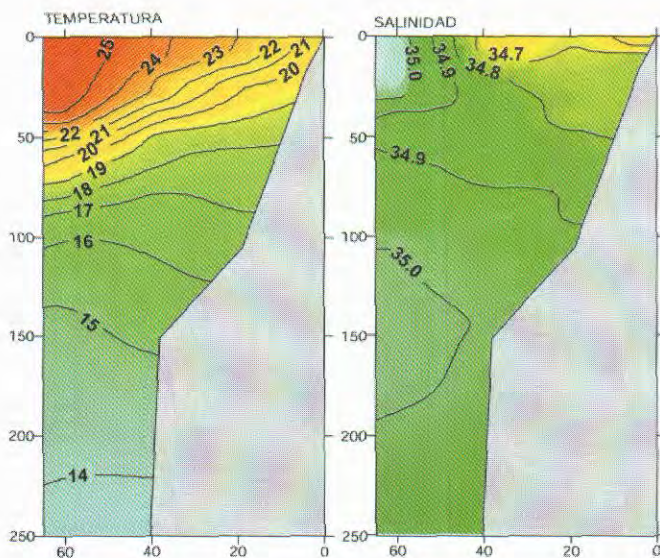


Figura 19.- Distribución vertical de temperatura(°C), salinidad (ups) en la Sección Chicama. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

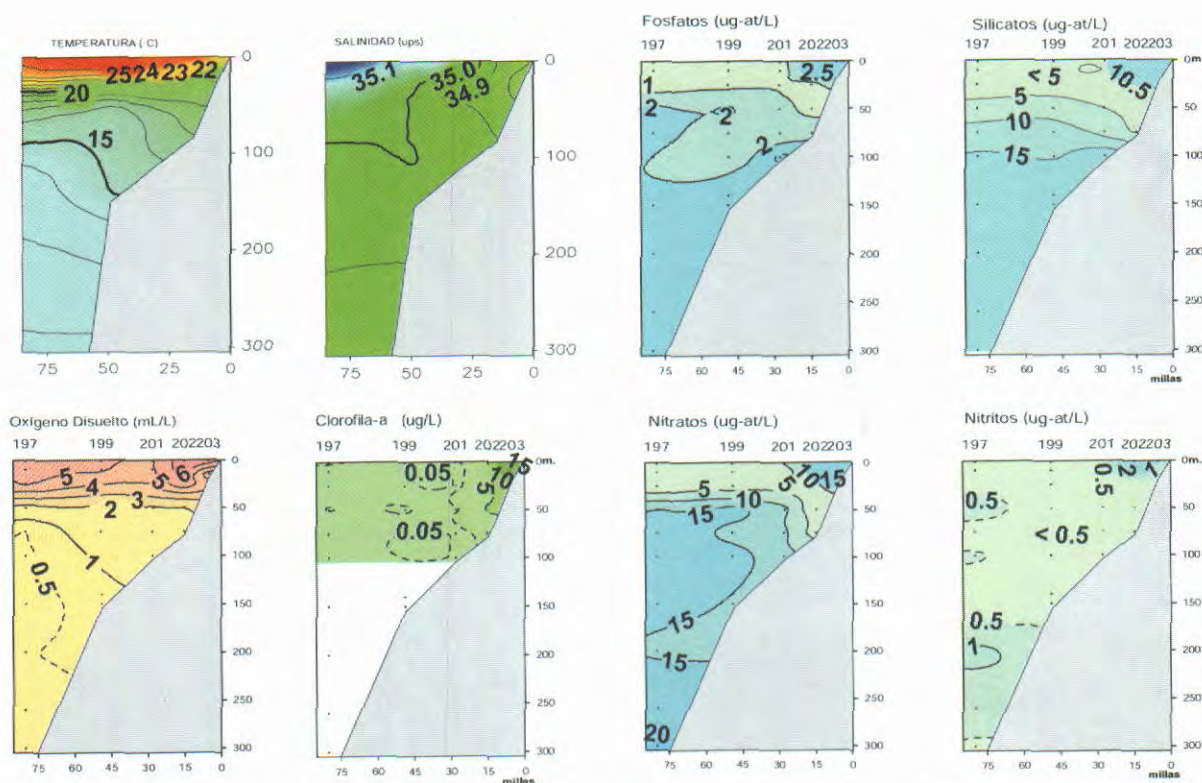


Figura 20.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila-a y nutrientes en la Sección Chimbote. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

presentó dentro las 18 mn de la costa con isoxígenas de 4,0 a 1,0 mL/L sobre el nivel de los 50 m. La influencia de las ASS se hizo notoria por el hundimiento de la isolínea de 4,0 mL/L, por fuera de las 50 mn hasta los 70 m de profundidad.

La clorofila-a, en la capa de los 25 m presentó un predominio de concentraciones mayores de 2,5 ug/L; por debajo de este nivel se obtuvieron tenores homogéneos de alrededor de 0,5 ug/L de (Figura 21).

Sección Pisco
(Figura 22)

Al parecer, esta zona fue el área de convergencia de los flujos del norte y del sur, dando lugar a la formación de un remolino horario. Es por ello que las isotermas muestran ascensos por fuera de las 40 mn, y descensos cerca a la costa. Las concentraciones de sales indican la presencia de ASS fuera de las 60 mn, alrededor de los

20 m de profundidad; en el resto de la columna, valores entre 34,8 y 35,0 ups se asociaron a ACF.

En la capa superficial se presentaron tenores característicos de afloramiento de 4,0 a 3,0 mL/L de oxígeno. La isoxígena 1,0 mL/L se registró desde los 30 hasta los 65 m, con la tendencia ascendente hacia la costa por el proceso de afloramiento. La isolínea de 0,25 mL/L de oxígeno fue más notoria que en la sección Callao.

En esta sección la clorofila-a presentó los más altos valores, los cuales variaron de 5,0 a 25,0 ug/L sobre la capa de los 25 m y dentro las 45 mn de costa; así también en esta sección vertical se observó la influencia de las ASS con concentraciones de 0,05 ug/L de clorofila-a, por fuera de las 40 mn y por debajo de los 25 m.

Los nutrientes en general en la sección Pisco, sobre la capa de los 75 m de profundidad,

presentaron concentraciones adecuadas para la producción primaria con 1,5 a 3,0 ug-at/L de fosfatos; de 10,0 a 20,0 ug-at/L de silicatos; y de 10,0 a 15,0 ug-at/L de nitratos (Figura 22).

Sección San Juan
(Figura 23)

Esta sección mostró 9 isotermas (14 a 22 °C) que ascendían rápidamente al acercarse a la costa; este comportamiento, contrario al de las secciones antes descritas, se debe a flujos intensos hacia el norte y posiblemente a vientos intensos que provocaron un mayor transporte de agua hacia el oeste en esta zona.

La distribución vertical de salinidad mostró una columna homosalina dentro de las 70 mn; por fuera de ellas se ubicaron las ASS sobre los 50 m; y por debajo de los 80 m de profundidad, las ATSA, aunque se estima que las ATSA tuvieron una mayor incidencia en esta sección, a juzgar por los

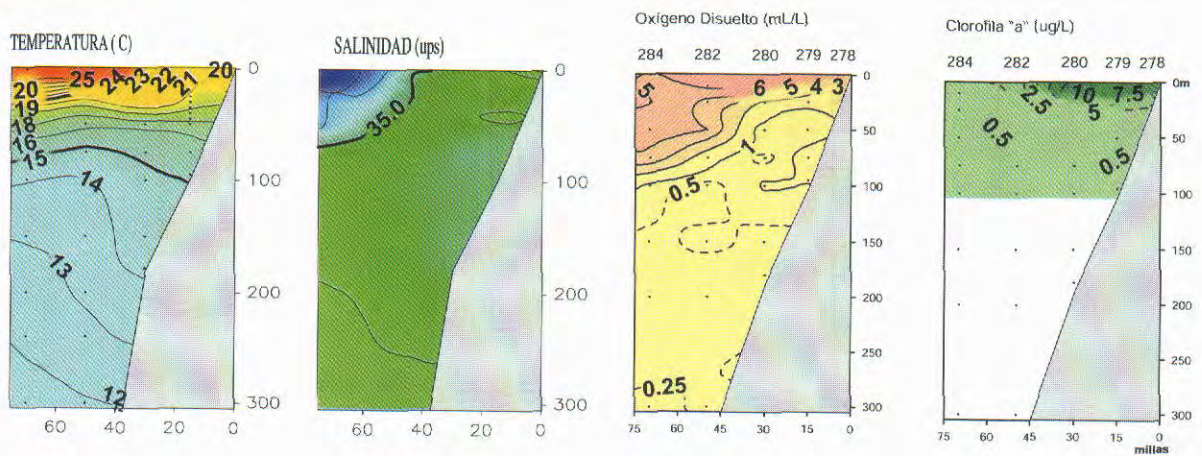


Figura 21.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila-a y nutrientes en la Sección Callao. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03

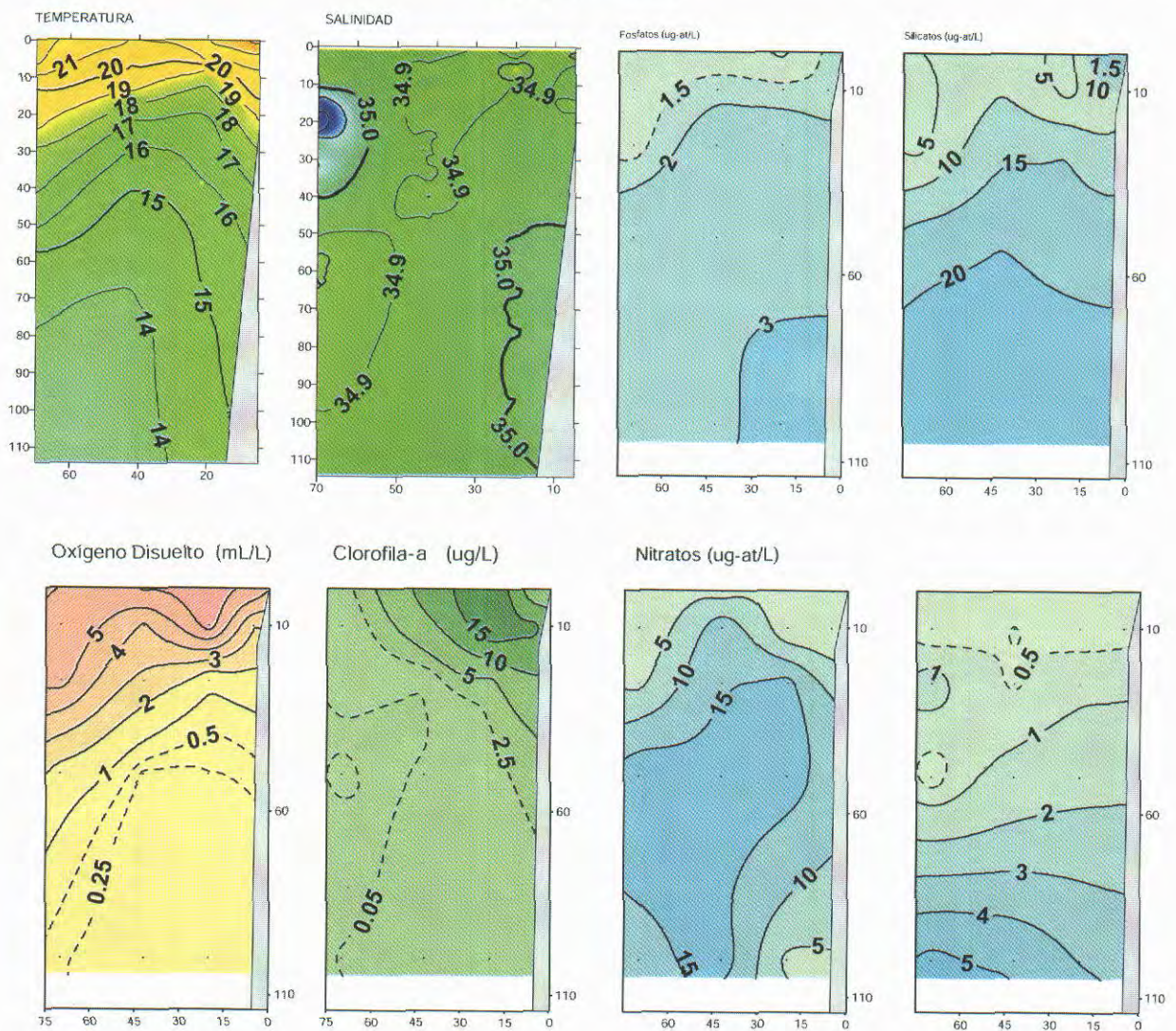


Figura 22.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila y nutrientes en la Sección Pisco. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03

pequeños núcleos con valores menores a 34,8 ups próximos a la superficie.

El afloramiento costero dentro de las 25 mn presentó concentraciones de oxígeno disuelto <5,0 mL/L. La isoxígena de 0,5 mL/L se encontró desde los 25 m hasta los 150 m, es decir, menos profunda que en las secciones al norte de Callao.

Las concentraciones de clorofila-a se presentaron de 0,5 a 2,0 ug/L, distribuidos sobre los 40 m de profundidad, con la isolínea de 0,25 ug/L por debajo de los 50 m.

Las máximas concentraciones

de nutrientes se localizaron dentro de las 20 mn de costa, debido al afloramiento costero y al aporte terrígeno. Así se tiene que los altos niveles de fosfatos hasta de 5,0 ug-at/L tuvieron influencia terrígena. Por fuera de las 50 mn, hasta los 20 m de profundidad se encontraron concentraciones pobres de silicatos y nitratos, debido al avance de las ASS, con rangos similares a los de Pisco. Sin embargo, la distribución en San Juan fue totalmente distinta, probablemente por la influencia de las ATSA (Figura 23).

Sección Atico
(Figura 24)

La estructura térmica en esta sección presentó un comportamiento similar a San Juan, con un ligero incremento en toda la columna de agua. El límite inferior de la termoclina se ubicó entre 60 y 10 m de profundidad. La salinidad indicó una fuerte influencia de las ATSA en toda la columna de agua, con núcleos sobre los 25 m de profundidad alrededor de las 30 mn; y por debajo de los 40 m por fuera de las 75 mn. No se registraron valores típicos de ASS pero estas se encontrarían mezcladas con las ATSA por fuera de las 75 mn.

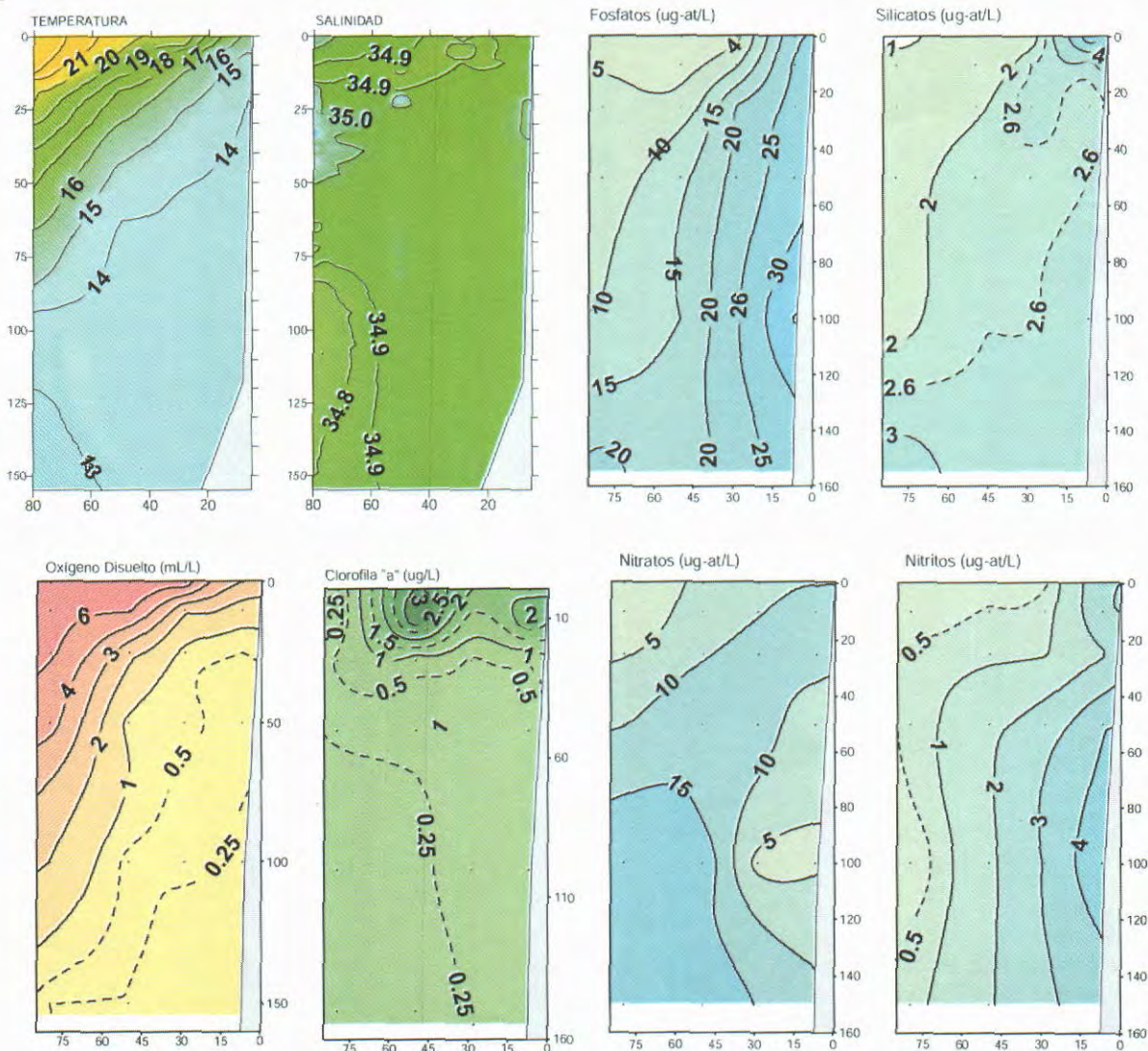


Figura 23.- Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila y nutrientes en la Sección San Juan. Cruceiro BIC Olaya y SNP2 0202-03

Distribución del fitoplancton a 10 m

(Figura 25)

El fitoplancton total varió entre 9×10^3 (Puerto Pizarro) y 1657×10^3 cel/L (Pisco) con una media de 421×10^3 cel/L (VILLANUEVA Y SÁNCHEZ 2007).

La riqueza de especies fue de 175: 102 diatomeas, 56 dinoflagelados, 2 silicoflagelados, 11 colitofóridos y 4 fitoflagelados.

La distribución del fitoplancton presentó áreas con concentraciones superiores a 1000×10^3 cel/L en zonas costeras, con un núcleo máximo en Pisco; concentraciones menores a 500×10^3 cel/L se registraron lejos de la costa, excepto en Puerto Pizarro, Callao y San Juan.

En general, el grupo más representativo fue el microplankton, con mayor densidad de diatomeas, destacando *Thalassiosira anguste-lineata* (1438×10^3 cel/L), *Cylindrotheca closterium* (1100×10^3 cel/L), *Leptocylindrus danicus* (526×10^3 cel/L) y *Skeletonema costatum* (458×10^3 cel/L).

Los núcleos mayores a 1000×10^3 cel/L estuvieron asociados a diferentes especies. *C. closterium* fue la más abundante en Paita. Un grupo no determinado de Pennales y *Chaetoceros socialis* sobresalieron en Punta Falsa. *Th. anguste-lineata* y el silicoflagelado *Dictyocha fibula* en Chimbote. *Planktoniella sol*, *Thalassionema nitzschioides*, *Th. anguste-lineata* y *Prorocentrum* sp., en Pisco (VILLANUEVA Y SÁNCHEZ 2007).

Dentro del nanoplankton, las monadas tuvieron las densidades máximas en Paita ($0,9 \times 10^3$ y 265×10^3 cel/L) (op. cit).

Volúmenes de zooplancton

(Figura 26)

Fluctuaron entre 0,1 y 45,0 mL/muestra. En la parte oceánica norte-centro se notó una tendencia a volúmenes $>5,0$ mL/muestra. Valores <5 mL/muestra se registraron principalmente entre Pimentel (7°S) y Punta Mendieta (14°S); hacia

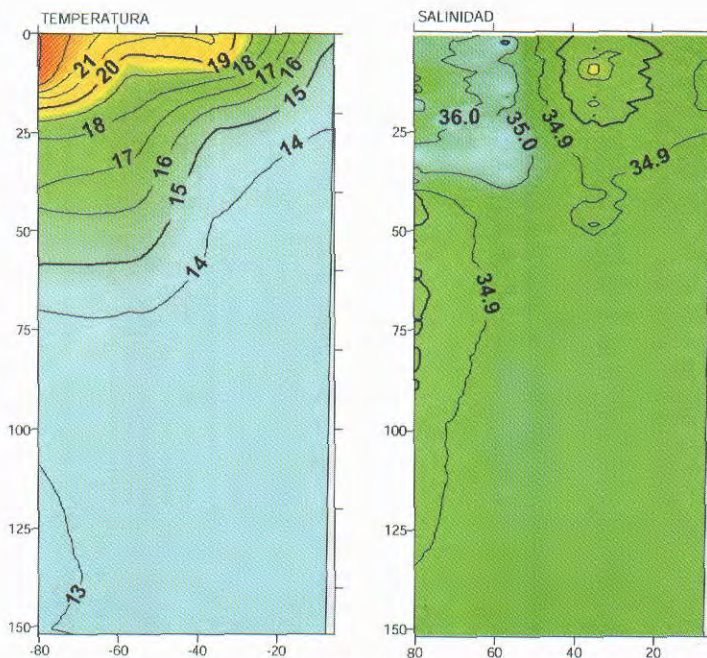


Figura 24.- Distribución vertical de temperatura(°C), salinidad (ups) en la Sección Atico. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

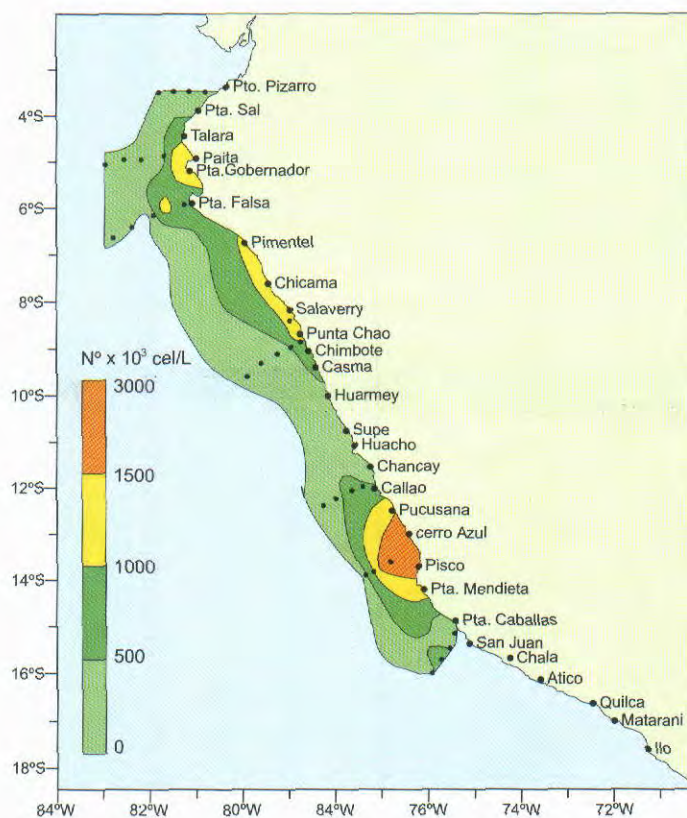


Figura 25.- Distribución a 10 m del fitoplancton ($N^{\circ} \times 10^3$ cel/L). Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

el sur se observaron valores bajos, tanto en la parte costera como oceánica, excepto frente a Matarani en donde se apreció un núcleo denso, a 30 mn de la costa.

Ictioplancton. Se determinaron estados tempranos de desarrollo de unas 109 especies de peces. Los más frecuentes fueron de la familia Myctophidae con el mayor número de especies; asimismo se registró la presencia de un número inusual de especies del grupo de los Beloniformes (peces voladores, agujillas), Pleuronectiformes (peces planos) y Escómbridos (Túnidos). Además de la anchoveta, la vinciguerría o pez luminoso presentó una frecuencia importante de huevos y larvas.

Distribución y concentración de huevos y larvas de anchoveta (Figura 27)

Los huevos de anchoveta estuvieron distribuidos a lo largo de toda la costa con una frecuencia de más del 50%. En la zona entre Puerto Pizarro y Punta Falsa, en el norte; y entre Atico e Ilo, en el sur, los huevos estuvieron dentro de las 20 millas de la costa. La mayor ampliación por fuera de la costa, hasta las 90 millas, se observó en el centro, entre Cerro Azul y San Juan. La abundancia varió entre 3 y 8112 huevos/m². Las mayores densidades, en promedio, se ubicaron entre Supe y Cerro Azul a 30 millas de la costa. Otros núcleos, de poca amplitud, se registraron en la parte norte entre Paita y Chimbote.

Las larvas de anchoveta (31 %; entre 3 y 1425 larvas/m²) fueron menos frecuentes que los huevos, y se hallaron principalmente en el área entre Paita y Punta Mendieta, a distancias variables, hasta las 100 mn de la costa. Entre Supe y Cerro Azul por fuera de las 40 mn de la costa, se encontró una zona con

densidades mayores a 500 larvas/m². El área comprendida entre Punta Doña María e Ilo se caracterizó por la ausencia de larvas de esta especie, excepto frente a Atico, donde se observó una franja con densidades bajas.

Distribución y concentración de huevos y larvas de vinciguerría (Figura 28)

Tanto los huevos como las larvas de vinciguerría presentaron un patrón de distribución similar al de anchoveta, con tres zonas claramente diferenciadas, la primera al norte (entre Puerto Pizarro y Pacasmayo, tanto en la zona costera como en la oceánica); la segunda en el centro (entre Chimbote y Punta Mendieta por fuera de las 40 millas de la costa); y la tercera en la zona sur, en donde

estuvieron dispersos. Los niveles de abundancia fueron de 3 a 4809 huevos/m²; y de 3 y 411 larvas/m². Las mayores densidades tanto de huevos como de larvas se localizaron en el norte, a 30 mn frente a Máncora; y al centro, a 50 mn entre Chancay y Cerro Azul.

DISCUSIÓN

El rápido avance de ondas Kelvin registrado en los primeros días de febrero 2002, generó condiciones cálidas desde la frontera norte hasta Punta Infiernillos, con incremento térmico de aproximadamente 5 °C, respecto a octubre-noviembre 2001, principalmente en la zona norte y centro; y de 1 °C respecto al cruce de verano 2001, excepto en la franja costera al sur de Pisco en donde

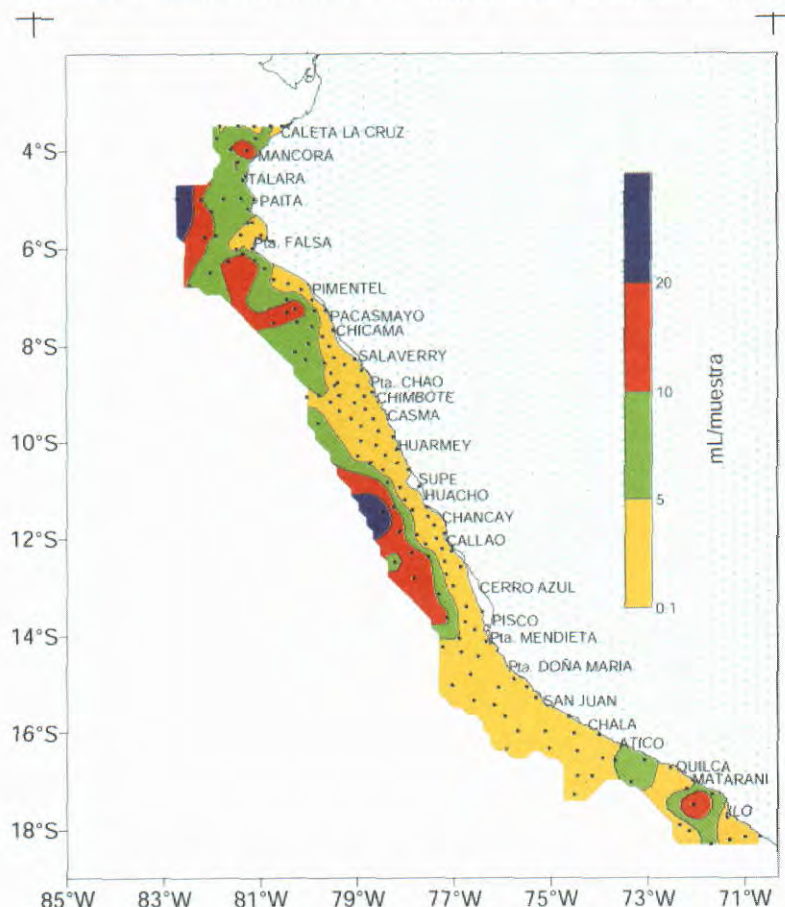


Figura 26.- Volúmenes de zooplancton. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

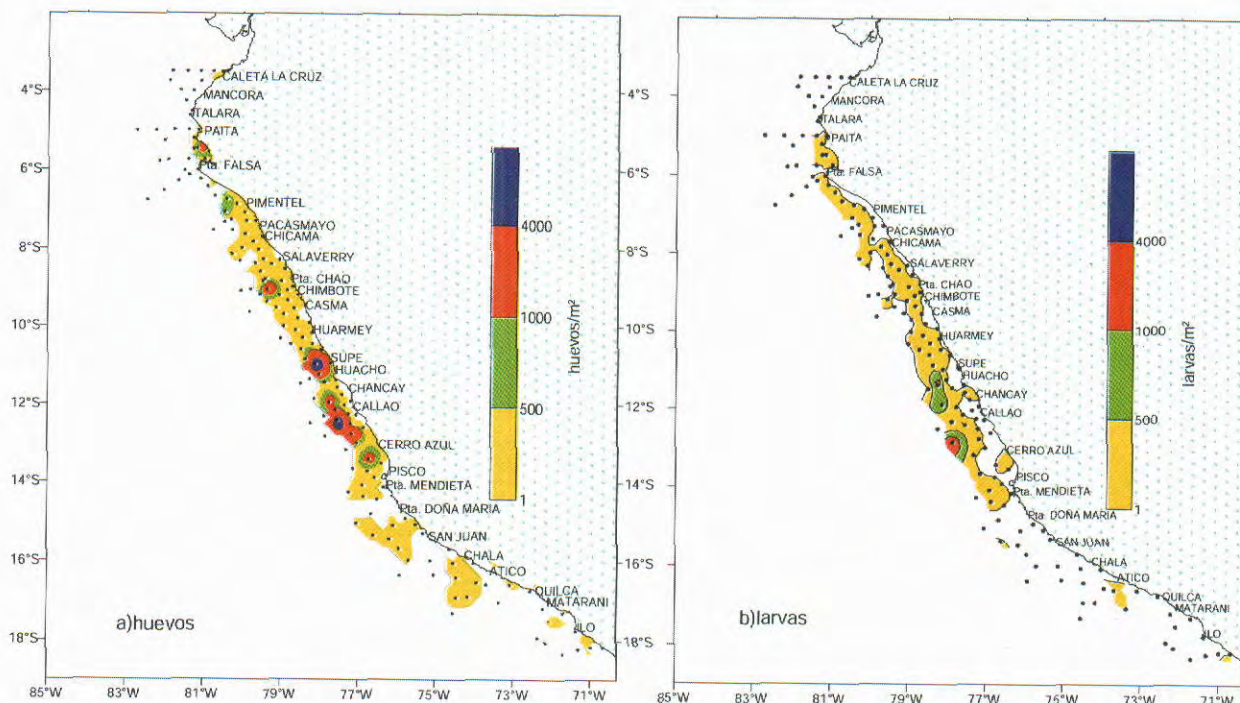


Figura 27.- Distribución y abundancia de a) huevos y b) larvas de anchoveta. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

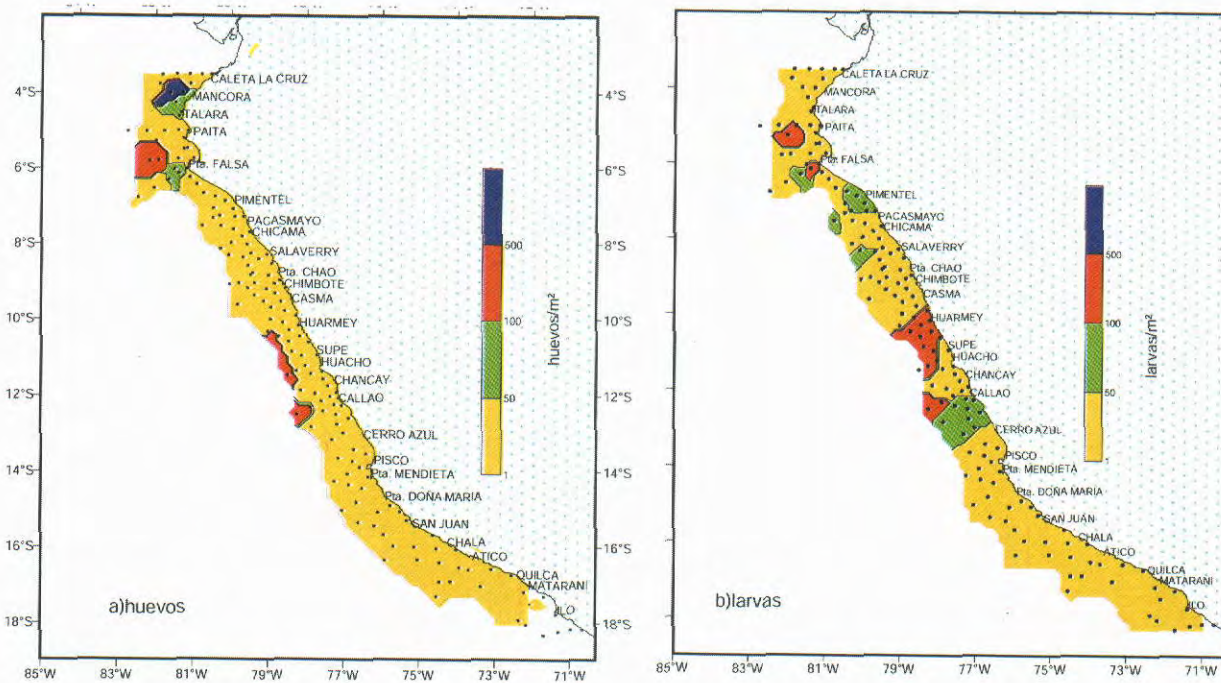


Figura 28.- Distribución y abundancia de a) huevos y b) larvas de vinciguerra. Crucero BIC Olaya y SNP2 0202-03.

los cambios fueron mínimos en ambos casos.

Las características físicas, químicas e indicadores biológicos del plancton (*Ceratium breve*) (Ostenfeld y Schmidt) mostraron una correspondencia con las AES; sin embargo, con relación a las ASS el indicador biológico (*Ceratium belone* Cleve) no se presentó. La presencia del indicador de ACF estuvo restringido a la parte costera. Por otro lado, cuando se registran anomalías oceanográficas en el litoral, los volúmenes de plancton (red de fitoplancton) son bajos, con promedios menores a 1,0 mL/m³ (ROJAS DE MENDIOLA et al. 1985). Valores menores a 1,0 mL/m³ se observaron desde la primavera 2001, promedio que ha disminuido aún más en el verano 2002, menor al registrado en 1992, que fue igual al del 2001 (SÁNCHEZ 2000).

La distribución de las masas de agua a lo largo de la costa peruana en los dos últimos años se mostró atípica con relación al patrón. Por un lado, las AES estuvieron desplazadas al norte de su ubicación normal, mientras que las ATSA alcanzaron la superficie frente a San Juan y se proyectaron en subsuperficie hasta el Callao. Durante este crucero 0202-03, las AES se proyectaron hasta Chicama, asociadas al arribo de un tren de ondas Kelvin, inusual para el período de muestreo, mostrando un menor desplazamiento respecto al verano de 1992. Por otro lado las ASS durante el verano 1992 se proyectaron hasta la costa (WOSTER y GUILLÉN 1972) contrario a lo observado durante este verano las mismas que estuvieron por fuera de las 30 mn de la costa. En los dos últimos años las ATSA han jugado un papel importante en la dinámica de las masa de agua, principalmente en la zona sur, contribuyendo a su permanencia en este verano, a diferencia del

verano 1992 cuando las ATSA estuvieron más profundas y al sur de San Juan.

Después de la primavera del 2001 e inicios del verano del 2002 (enero) el afloramiento se ha reducido a zonas muy costeras. Al norte de los 8°S afloraron AES pobres en nutrientes, en tanto que al sur de los 9°S tanto los vientos predominantemente débiles a moderados y la proyección de las ASS hacia la costa restringieron el afloramiento dentro de las 20 mn. Así, la mayor producción celular ($N \times 10^3$ cel/L) fitoplanctónica (10 m) fue observada en Pisco, coincidiendo con altos valores de clorofila-a, dados principalmente por diatomeas neríticas (fases intermedias de la sucesión) y *Prorocentrum* sp., existiendo similares características en Chimbote aunque las especies no fueron las mismas.

En la capa subsuperficial también se observaron grandes cambios, principalmente en la intensidad y dirección de los flujos (referencia isoterma de 15 °C). En el verano del 2001 los flujos con dirección al sur llegaron hasta Chimbote, desapareciendo en la primavera e intensificándose con dirección norte; en el verano del 2002 vuelven a aparecer flujos hacia el sur más intensos que en el 2001, llegando hasta el Callao.

La mayor incidencia de huevos con relación a los larvas indicaría que el desove recién estaba intensificándose; sin embargo, de acuerdo con el estado reproductivo de los adultos se nota el incremento de hembras con ovarios atrésicos, indicando la declinación del desove. Esta situación probablemente se deba a los cambios bruscos de las condiciones oceanográficas que se dieron en un periodo muy corto entre la ejecución de la Operación EUREKA (fines febrero) y la culminación de este crucero (quincena de marzo).

Generalmente en los periodos de verano se observa un incremento en el número de especies a nivel de larvas de especies propias de la zona norte (provincia panameña); sin embargo, en esta oportunidad lo que se observó fue que las especies que se incrementaron provinieron de la parte oceánica.

CONCLUSIÓN

El ambiente marino frente a la costa peruana mostró dos escenarios, uno al norte de los 9 °S con un calentamiento moderado en donde se presentó el avance de las AES; el otro escenario en la zona sur, tuvo características casi normales con afloramientos restringidos a la parte costera.

REFERENCIAS

- BALBONTÍN F, PÉREZ R. 1980. Descripción de los estados larvales de *Normanichthys crockeri* Clark (Perciformes: Normanichthyidae) del área de Valparaíso, Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 17(1): 81-95.
- CALIENES R, GUILLÉN O, LOSTAUNAU N. 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 10 (1) 44 pp.
- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of WINKLER method for determination dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24:286-318.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps it. Oceangr. 5: 1-237.
- EINARSSON H, ROJAS DE MENDIOLA B. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar., Callao, Vol. I(1): 1-23.
- HASLE G, SYVERTSEN E E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383 pp.
- HENDEY I. 1964. An introductory ac-

- count of the smaller algae of British Coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London: 317 pp.
- HOLM-HANSEN A, LORENZEN C, HOLMES R, STRICKLAND J. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *Cons. Perm. Explor.* 30:3-15.
- HUSTEDT F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der ubrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meerresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlags-ges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- MOSER H. (editor) 1996. CALCOFI Atlas N° 33. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. 1505 pp.
- OLIVAR M, FORTUÑO J. 1991. Guide to Ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). *Sci. Mar.*, 55(1): 1-383.
- ROBERTSON A. 1970. An improved apparatus for determining plankton volume. *Fish. Bull. S. Afrika.* 6(1): 23-26.
- ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O, OCHOA N. 1985. Efectos del fenómeno El Niño sobre el fitoplancton. En: ARNTZ, W., A. LANDA Y J. TARAZONA (Eds.). El Niño, su impacto en la fauna marina. *Bol. Inst. Mar Perú*, Vol. Ext.: 33-40.
- SÁNCHEZ S. 2000. Variación estacional e interanual de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila-a, frente a la costa peruana durante 1976-2000. *Bol. Inst. Mar Perú* 19 (1-2):29-43.
- SANDOVAL DE CASTILLO O. 1979. Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. *Inf. Inst. Mar Perú* 63: 1-32.
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellatae (Perridinea) in monographischer Behandlung. 1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London: 617 pp.
- SOURNIA A. 1967. Le genre *Ceratium* (Perridinen Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. *Vie et Milieu.* 18 (2A-A): 375-580 pp.
- STEIDINGER K, TANGEN K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570pp.
- STRICKLAND C, PARSONS T. 1968. Manual of the sea Water Analysis Bul. Fis. Res. Bd. Canada.
- SUNDSTRÖM B. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden:196 pp.
- THRONDSSEN J. 1978. Preservation and storage. En: A. SOURNIA (Ed.) *Phytoplankton manual*. UNESCO, Paris:69-74.
- UTERMÖHL H. 1958. Zur Vervollkommnung der Quantitativen Phytoplankton methodik *Mitt. Inter. Ver. Limnol.* 9: 1-38.
- YENTSCH C, MENZEL. 1963. A method for determination of phytoplankton chlorophyll and phacophytin by fluorescence. *Deep Sea Res.* 10:221-231.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú* 2 (3).
- WARREN W, GUILLÉN O. 1972. Características de "El Niño" en 1972. *Bol. Inst. Mar Perú* 3: 44-77.