



ISSN 0378 - 7702

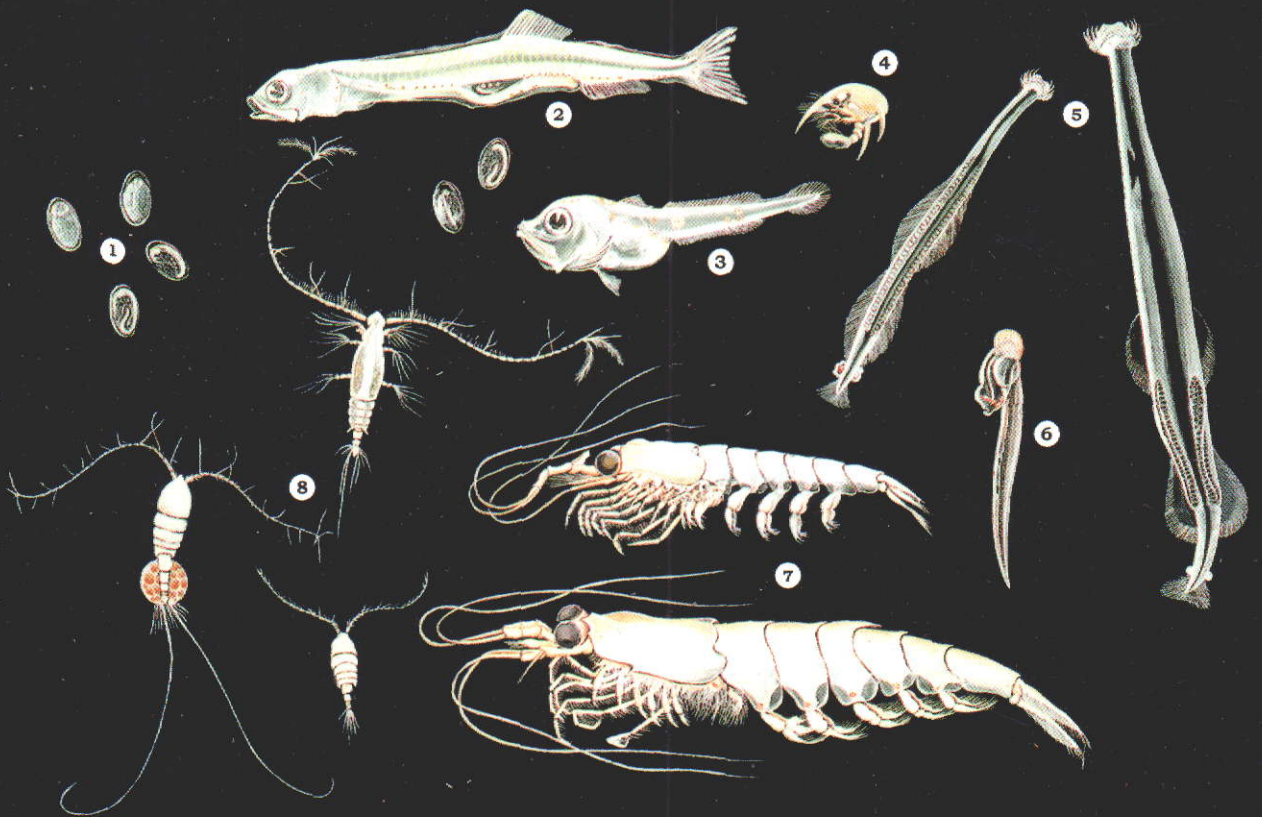
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

Nº 147

Agosto, 1999

**Crucero de evaluación hidroacústica de recursos
pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.
De Tumbes a Tacna.**



Callao, Perú

CONDICIONES HIDROQUÍMICAS DEL MAR PERUANO DURANTE EL VERANO E INICIOS DEL OTOÑO 1999. CRUCERO BIC JOSE OLAYA BALANDRA 9902-03 DE ZORRITOS (TUMBES) A LOS PALOS (TACNA)

Jesús Ledesma R¹.

Georgina Flores G¹.

RESUMEN

LEDESMA, J., G. FLORES. 1999. Condiciones hidroquímicas del mar peruano durante el verano e inicios del otoño 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03 de Zorritos (Tumbes) a Los Palos (Tacna). Inf. Inst. Mar Perú 147: 109-123.

Se informan los resultados sobre 476 análisis de oxígeno disuelto, 416 de nutrientes y 320 de clorofila "a", realizadas del 10 de febrero al 31 de marzo de 1999 frente a la costa peruana hasta un máximo de 120 millas náuticas.

Al norte de Paita se presentaron concentraciones de oxígeno disuelto predominantemente alrededor de 4,8 mL/L y estuvieron asociadas a valores pobres de nutrientes características de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS). Las aguas de surgencia costera se presentaron con mayor incidencia al sur de Huarney, con valores menores de 4,0 mL/L de oxígeno disuelto dentro de las 30 mn.

Las concentraciones de nutrientes que caracterizaron a las ATS se encontraron en los rangos: 0,18 – 0,73 ug-at/L de fosfatos; 0,32 – 0,82 ug-at/L de nitratos; 0,87 – 2,90 ug-at/L de silicatos y 0,08 – 0,06 ug-at/L de Nitritos.

La distribución vertical de clorofila "a" muestra las secciones de Paita, Chimbote y Pisco como las regiones más productivas del área evaluada.

PALABRAS CLAVE: Condiciones hidroquímicas, mar peruano, verano e inicios otoño 1999.

ABSTRACT

LEDESMA, J. Y G. FLORES. 1999. Hydrochemical conditions of the Peruvian sea during the Summer and beginnings of the Autumn 1999. BIC José Olaya Balandra 9902-03 Cruise from Zorritos (Tumbes) to Los Palos (Tacna). Inf. Inst. Mar Peru 147: 109-123.

The authors inform about the results of 476 analysis of dissolved oxygen, 416 of nutrients and 320 of chlorophyll "a", carried out from 10 February to 31 March 1999 in front of the Peruvian coast until a maximum of 120 nautical miles.

At north of Paita concentrations of dissolved oxygen were present predominantly around 4,8 mL/L and they were associated to poor nutrients values characteristic of Tropical Surface Waters (TSW). The waters of coastal upwelling were present with more incidence at the south of Huarney, with values lower than 4,0 mL/L of dissolved oxygen inside the 30 mn.

The concentrations of nutrients that characterized the TSW were in the ranges: 0.18 - 0.73 ug-at/L of phosphates, 0.32 - 0.82 ug-at/L of nitrates, 0.87 - 2.90 ug-at/L of silicates and 0.08 - 0.16 ug-at/L of nitrites.

The vertical distribution of chlorophyll "a" shows the sections of Paita, Chimbote and Pisco as the most productive regions in the evaluated area.

KEY WORDS: Hydrochemical conditions, Peruvian sea, Summer and Autumn 1999.

INTRODUCCION

El Crucero 9902-03 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos se desarrolló del 10 de febrero al 31 de marzo de 1999, a bordo del BIC José Olaya Balandra, en una etapa de Post Niño, con la finalidad de estimar la biomasa de los recursos pesqueros pelágicos de mayor importancia (principalmente anchoveta, sardina, jurel y caballa), su distribución y aspectos biológicos, así como su relación con las condiciones ambientales del medio marino y las perspectivas para el año 1999.

La evaluación se realizó durante la estación de verano e inicios del otoño de 1999, en una etapa de Post Niño 1997-98, considerado extraordinario. En febrero de 1999 se presentó al norte de Chicama un evento cálido bastante superficial que es característico de la zona y de la estación; en diferentes oportunidades este tipo de sucesos causa alarma en la población, ya que es confundido con El Niño que se presenta con mayor intensidad.

El presente informe da a conocer los resultados de las condiciones hidroquímicas correspondientes a oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila «a» obtenidas durante el crucero.

¹ Área de Hidroquímica. DOQ, DGIO. UNARPE.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se efectuó en el área comprendida entre Zorritos (Tumbes) y Los Palos (Tacna), y se desarrolló del 10 de febrero al 31 de marzo de 1999.

Se realizó un total de 676 estaciones oceanográficas en dos etapas (Tabla 1): la primera entre: Zorritos y Callao, del 14 de febrero al 8 de marzo; y la segunda, de Callao a Los Palos del 10 al 30 de marzo. Se colectaron 476 muestras para oxígeno disuelto, 416 para nutrientes y 320 para clorofila "a". La distribución de las estaciones se muestra en la carta de localización (Fig. 1).

También se muestrearon secciones verticales en: Paita, 16-17 febrero; Chimbote, 2-3 marzo; Callao, 10-11 marzo; Pisco, 15-16 marzo; San Juan, 18 marzo; Mollendo, 24-25 marzo; e Ilo 27-28 marzo (Tabla 2).

La toma de muestras superficiales se realizó mediante un recipiente plástico (balde) y las de profundidad con botellas Niskin a niveles estándar (10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m).

La determinación de oxígeno disuelto se realizó a bordo, empleando el método de WINKLER modificado por CARRIT Y CARPENTER (1966).

Las determinaciones de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos se realizaron de acuerdo a las técnicas y modificaciones dadas por STRICKLAND Y PARSONS (1968) utilizando el espectrofotómetro Lambda 40 marca Perkin Elmer.

Las muestras de agua para clorofila "a" fueron filtradas en una membrana filtrante de 0,45 m de celulosa y preservadas con carbonato de magnesio y las determinaciones se realizaron empleando el método espectrofotométrico de LORENZEN (1967). El equipo utilizado para las determinaciones de clorofila «a» fue un espectrofotómetro Lambda 40 P marca Perkin Elmer.

RESULTADOS

Aspectos químicos en la superficie del mar

En las Tablas 1 y 2 se muestran los rangos de superficie y distribución vertical de oxígeno, nutrientes y clorofila «a».

Oxígeno disuelto

En la superficie del mar el oxígeno disuelto presentó valores que fluctuaron de 2,27 a 7,70 mL/L frente a Huacho y Cerro Azul, respectivamente.

Al norte de Punta Falsa los valores de 4,8 mL/L estuvieron asociados a las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) dentro de las 50 mn. Por otro lado, concentraciones cercanas a 5 mL/L de oxígeno disuelto predominaron a lo

largo de la costa influenciados por las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), registrándose estos valores en áreas fuera de las 40 mn de costa.

Las aguas de afloramiento costero se hallaron con valores menores de 4 mL/L de oxígeno disuelto y se localizaron frente a Chicama, Chimbote, Huarmey-Huacho, Callao, Punta Doña María, San Juan e Ilo.

Una característica que cabe resaltar son los núcleos de iso-oxígenas de 6 mL/L, que se ubicaron desde Pimentel hasta Los Palos en Tacna (Fig. 2).

Nutrientes

Fosfatos

La distribución de fosfatos a lo largo de la costa estuvo delimitada por la isolínea de 1,0 ug-at/L, indicando dentro de esas áreas concentraciones mayores de 1,0 ug-at/L de fosfatos que estuvieron ubicadas al sur de Pimentel-Salaverry, Chimbote-sur de Callao, Cerro Azul, Pisco-Punta Doña María, San Juan-Atico y sur de Atico-Ilo, así mismo, estuvo relacionada con la distribución de la iso-oxígena de 4,0 mL/L y la isolínea de 2,0 ug/L de clorofila "a".

Concentraciones bajas de fosfatos se presentaron con valores de alrededor de 0,5 ug-at/L debido a la presencia de las ATS y ASS (Fig. 3).

Silicatos

En la franja costera dentro de las 40 millas los silicatos tuvieron una distribución delimitada por la isolínea de 5 ug-at/L, los máximos de 10, 20 ug-at/L se localizaron en Salaverry, sur de Huarmey-Callao, sur de Pisco, San Juan-Atico, y en Callao se registró el valor máximo de 30 ug-at/L. Fuera de estas áreas predominaron valores menores de 5 ug-at/L (Fig. 4).

Nitratos

Los nitratos en la zona norte fueron pobres, a excepción de 2 núcleos con valores de 10 y 7 ug-at/L que se hallaron frente a Paita y Chicama, respectivamente. En el Callao se hallaron dos focos con concentraciones de 8 ug-at/L: uno cerca de la costa y el otro a 120 mn; en cambio en la zona sur desde Punta Doña María, San Juan-Ilo predominaron concentraciones mayores de 5 ug-at/L dentro de las 2 y 80 mn (Fig. 5).

Nitritos

Los nitritos tuvieron una distribución normal a lo largo de la costa con los máximos de 0,5 ug-at/L en zonas cercanas a Pisco, Punta Doña María, norte de Atico e Ilo (Fig. 6).

Clorofila "a"

Los valores de clorofila "a" en la superficie del mar variaron de 0,11 a 10,48 mg/L. Su distribución presentó valores altos (>1,0 ug/L) entre Talara-Chicama, Salaverry, Chimbote-Punta Doña María y sur de Atico-Ilo.

La distribución de clorofila "a" con la isolínea representativa de 1,0 ug/L tuvo mayor amplitud (1 a 80 mn) en la zona norte y centro del área de estudio mientras que en el sur fue hasta las 40 mn. En el litoral de Pimentel y Chimbote se hallaron las máximas concentraciones, 7 y 10 ug/L respectivamente.

Se localizaron tres áreas con concentraciones pobres de clorofila "a" (< 1,0 ug/L) norte de Paita, Salaverry - Chimbote y San Juan-Atico (Fig. 7).

Distribución vertical de oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila «a»

Sección Paita: 16 - 17 febrero 1999

La distribución vertical de oxígeno disuelto mostró una oxiclina entre 10 y 40 m de profundidad, conformada por las isolíneas de 1 a 4 mL/L (Fig. 8a).

Los nutrientes sobre la capa de los 30 m presentaron concentraciones menores de 1,0 ug-at/L de fosfatos, 5 ug-at/L de silicatos y nitratos, a excepción de los nitritos que presentaron un núcleo de 2,0 ug-at/L a 100 mn (Fig. 10). La clorofila «a» mostró buenas concentraciones con máximos de 3,0 y 7,0 ug/L a los 30 m de profundidad (Fig. 17a).

Sección Chimbote: 02 - 03 marzo 1999

En Chimbote el oxígeno presentó una oxiclina de 1 a 4 mL/L entre 10 y 80 m. Por encima de los 10 m los valores de 5 y 6 mL/L de oxígeno estuvieron asociadas a concentraciones de 1 a 3 ug/L de clorofila «a» dentro de las 50 mn. Así mismo, en la capa de los 25 m por fuera de las 60 mn, se encontraron valores pobres de nutrientes y de clorofila "a". (Figs. 8b y 17b).

Debajo de la capa de mezcla los nutrientes (fosfatos, silicatos y nitratos) mostraron un gradiente incrementado con la profundidad, sin embargo los nitritos tuvieron un máximo de 7,0 ug-at/L que refleja la nitrificación cerca al talud continental (Fig. 11).

Sección Callao: 10 - 11 marzo 1999

La distribución vertical mostró una capa de mezcla con un espesor de 10 a 60 m fuera de las 40 mn, esta capa estuvo cubierta por las Aguas Subtropicales Superficiales con valores de 5 mL/L de oxígeno disuelto y valores bajos de

nutrientes (Figs. 8c y 12). Por otro lado, dentro de las 30 millas de la costa se hallaron concentraciones altas de nutrientes asociados a contenidos de oxígeno menores de 4 mL/L, debido a la presencia de las Aguas Costeras Frías.

La clorofila «a» fue pobre en casi toda el área, encontrándose sólo un pequeño núcleo de 2,0 ug/L dentro de los 10 m de profundidad a 40 mn (Fig. 17c).

Sección Pisco: 15-16 marzo 1999

En Pisco la oxiclina se profundizó hasta los 180 m lejos de la costa (90 mn) y los nutrientes tuvieron una distribución irregular debido a la influencia de las ASS en la capa de 0 a 120 m de profundidad y entre las 30 y 90 mn (Fig. 13).

Los valores de clorofila «a» mostraron una productividad baja con valores menores de 1,0 ug/L, sin embargo dentro de las 30 mn presentó concentraciones de 1,0 a 6,0 ug/L y hasta los 75 m de profundidad (Fig. 17d).

Sección San Juan: 18 marzo 1999

En la sección San Juan, la oxiclina alcanzó hasta los 80 m de profundidad, y fue más superficial que en la sección Pisco (Fig. 9a).

Los nutrientes tuvieron concentraciones bajas (<1 ug-at/L fosfatos, <5 ug-at/L silicatos y nitratos) debido a la influencia de las ASS por fuera de las 30 mn. Los nitritos se caracterizaron por presentar dos núcleos de 3,0 y 6,0 ug-at/L (Fig. 14).

Los valores de clorofila "a" mostraron una productividad baja con valores menores de 1,0 ug/L; sin embargo, cerca a la costa presentó concentraciones de 1,0 a 6,0 ug/L dentro de los 75 m de profundidad (Fig. 18a).

Sección Mollendo: 24-25 marzo 1999

En la sección Mollendo las concentraciones altas de oxígeno (5-6 mL/L) se hallaron entre 20 - 40 mn y hasta los 30 m de profundidad. La oxiclina estuvo conformada por valores de 1 a 4 mL/L (Fig. 9b).

Las bajas concentraciones de nutrientes se mantuvieron en la capa de 0 a 50 m y fuera de las 20 mn.

La clorofila «a» presentó valores bajos, alcanzando un isolínea de 1,0 ug/L (Fig. 15).

Sección Ilo: 27-28 marzo 1999

El oxígeno tuvo un comportamiento similar a la sección Mollendo, pero con valores más bajos (1-5 mL/L), la oxiclina estuvo conformada por isolíneas de 1 a 4 mL/L y se presentaron más profundas que en la sección anterior (Fig. 9c).

En la capa de 0 a 60 m se hallaron a los nutrientes con valores menores de 1,0 ug-at/L de fosfatos; 5 ug-at/L de silicatos y nitratos debido a la presencia de las ASS. Los nitritos se caracterizaron por presentar un máximo de 3,5 ug-at/L a 200 m (Fig. 16).

La clorofila "a" presentó 3 núcleos con valores de 2,0 ug/L dentro de las 20 mn (Fig. 18 c).

DISCUSION

En el verano de 1999 (Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03) las condiciones hidroquímicas mostraron un afloramiento costero reducido en las áreas de Chicama, Chimbote, Huarmey, Huacho y Callao, con valores de oxígeno disuelto menores de 4 mL/L. Por otro lado los valores de 4,8 mL/L encontrados al norte de Punta Falsa se debieron a la intromisión de las ATS y AES, lo cual es característico en esta época del año en un Post Niño.

En el verano y comienzos de otoño, los núcleos de 6 y 7 mL/L de oxígeno encontrados estarían indicando

buen actividad fotosintética asociados a concentraciones mayores de 1,0 ug/L de clorofila «a».

De acuerdo al patrón promedio estacional de verano y otoño (ZUTA Y GUILLÉN 1970) la iso-oxígena de 5 mL/L tiene una amplitud a lo largo de la costa entre 50 y 500 mn (verano) y en otoño entre 1 y 270 mn; sin embargo en este crucero 9902-03, dicha iso-oxígena se localizó hasta un máximo de 110 mn en forma continua por la intromisión de las aguas cálidas.

Comparando los resultados del oxígeno obtenidos en el crucero 9902-03 con el crucero BIC SNP-1 9502-04 (FLORES *et al.* 1996) en este crucero, las áreas de afloramiento se localizaron al norte, mientras que al sur sólo se ubicó un núcleo en Punta Doña María y Punta Caballas, que tuvo una distribución irregular con valores 5 y 6 mL/L. Las ATS se hallaron muy cerca de la costa al norte de Cabo Blanco, lo que estaría indicando que no hay similitud con el Crucero 9902-03, ya que las ATS avanzaron hasta Punta Falsa.

TABLA 1. Oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila "a", en la superficie del mar. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03.

Primera y Segunda Etapa. Norte y Sur	RANGOS					
	Oxígeno Disuelto mL/L	Fosfatos ug-at/L	Nitratos ug-at/L	Nitritos ug-at/L	Silicatos ug-at/L	Clorofila "a" ug/L
1ra Etapa del 14 de Febrero al 08 de Marzo Zorritos - Callao	2,27 - 6,97	0,18 - 2,56	0,18 - 10,13	0,04 - 0,48	1,05 - 30,40	0,21 - 10,48
2da Etapa del 10 al 31 de Marzo Callao - Los Palos	2,32 - 7,70	0,37 - 3,34	0,20 - 13,34	0,02 - 0,74	0,70 - 16,98	0,11 - 6,09

TABLA 2. Oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila "a", distribución vertical. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03.

Sección	RANGOS					
	Oxígeno Disuelto mL/L	Fosfatos ug-at/L	Nitratos ug-at/L	Nitritos ug-at/L	Silicatos ug-at/L	Clorofila "a" ug/L
Paita (16 Feb.)	0,19 - 5,38	0,18 - 2,65	0,42 - 28,30	0,02 - 2,31	1,65 - 25,95	0,32 - 7,27
Punta Falsa (20 Feb.)	0,15 - 5,92	0,46 - 2,83	0,30 - 26,63	0,04 - 5,31	1,31 - 22,38	-----
Chimbote (02 - 03 Mar.)	0,15 - 6,34	0,69 - 2,65	0,07 - 26,12	0,04 - 7,16	1,74 - 24,13	0,00 - 5,35
Callao (10 - 11 Mar.)	0,19 - 5,14	0,32 - 2,06	0,40 - 21,41	0,04 - 1,04	1,57 - 28,22	0,00 - 2,35
Pisco (15 - 16 Mar.)	0,15 - 5,87	0,50 - 2,65	0,61 - 21,35	0,00 - 4,08	0,87 - 25,61	0,11 - 6,20
San Juan (18 Mar.)	0,10 - 5,34	0,59 - 3,11	0,46 - 19,21	0,02 - 6,69	1,05 - 27,09	0,21 - 1,30
Mollendo (24 - 25 Mar.)	0,19 - 6,34	0,37 - 3,06	0,25 - 19,45	0,00 - 3,56	1,05 - 26,04	0,11 - 1,60
Ilo (28 Mar.)	0,24 - 5,92	0,32 - 3,20	0,43 - 21,00	0,00 - 4,42	0,57 - 24,21	0,21 - 2,46

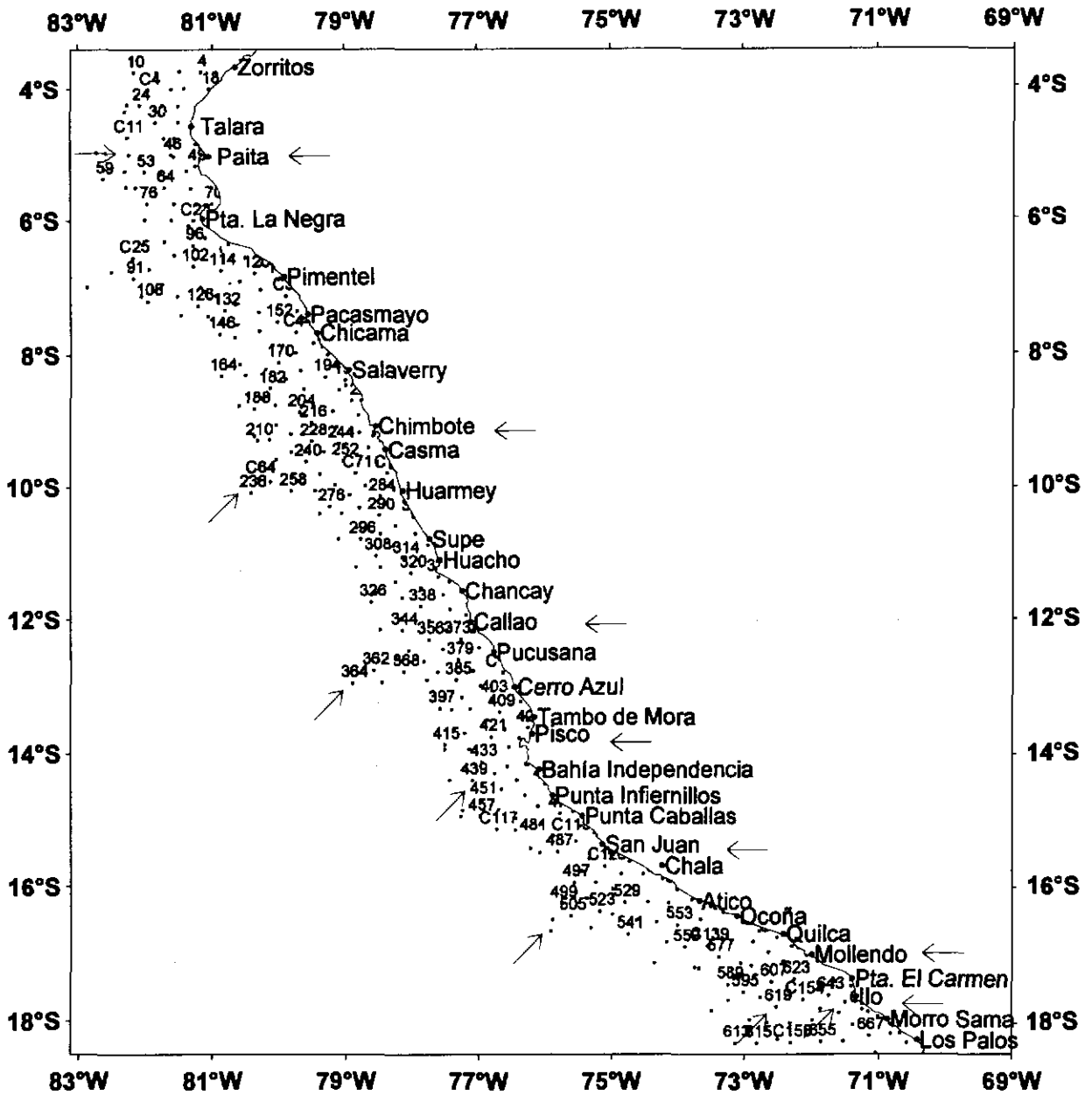


FIGURA 1. Carta de localización de estaciones y calas, realizadas del 10 de febrero al 31 de marzo. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

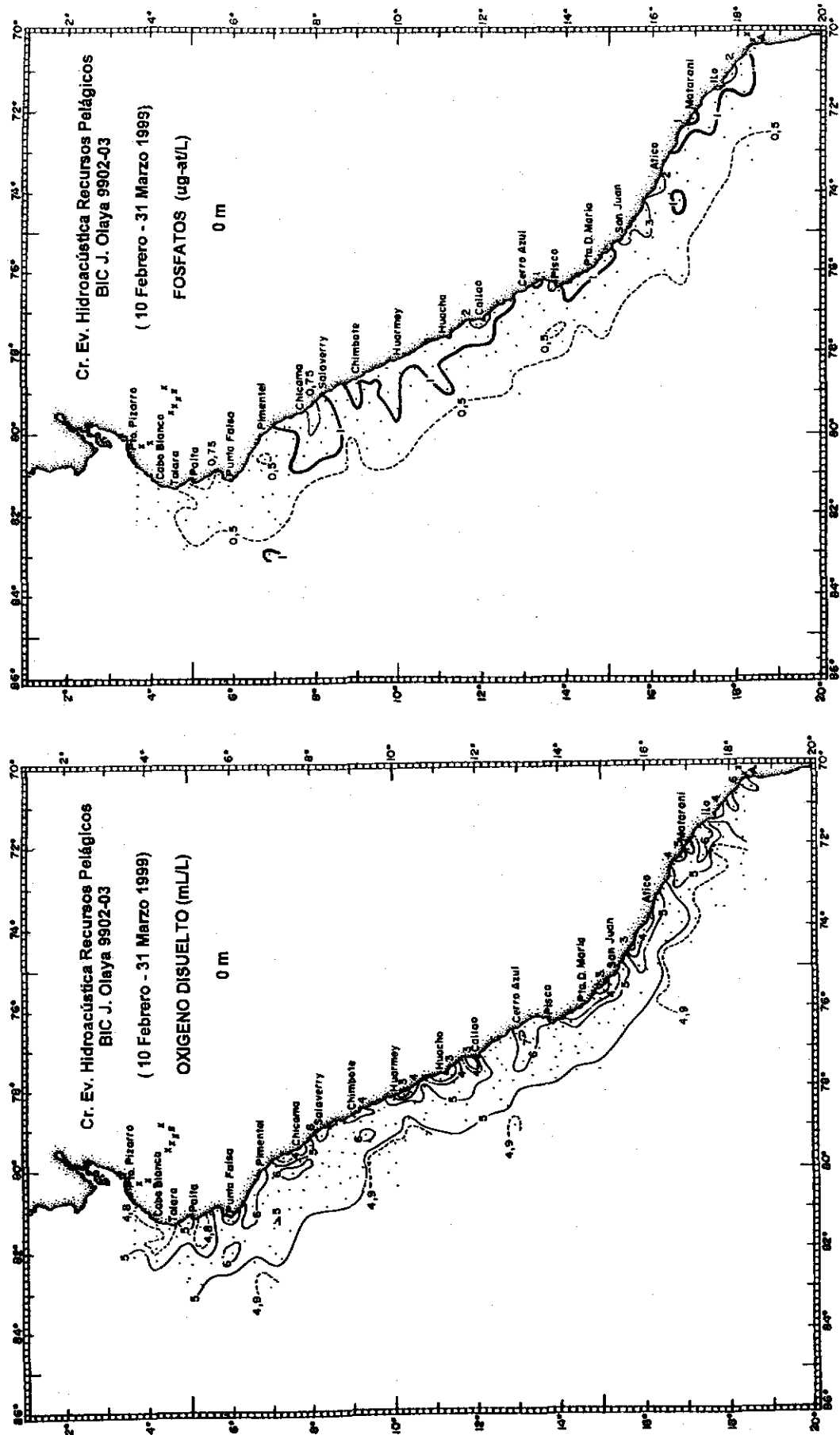


FIGURA 3. Distribución de fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$), en la superficie del mar.
Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
BIC José Olaya Balandra 9902-03.

FIGURA 2. Distribución de oxígeno disuelto (mL/L), en la superficie del mar.
Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
BIC José Olaya Balandra 9902-03.

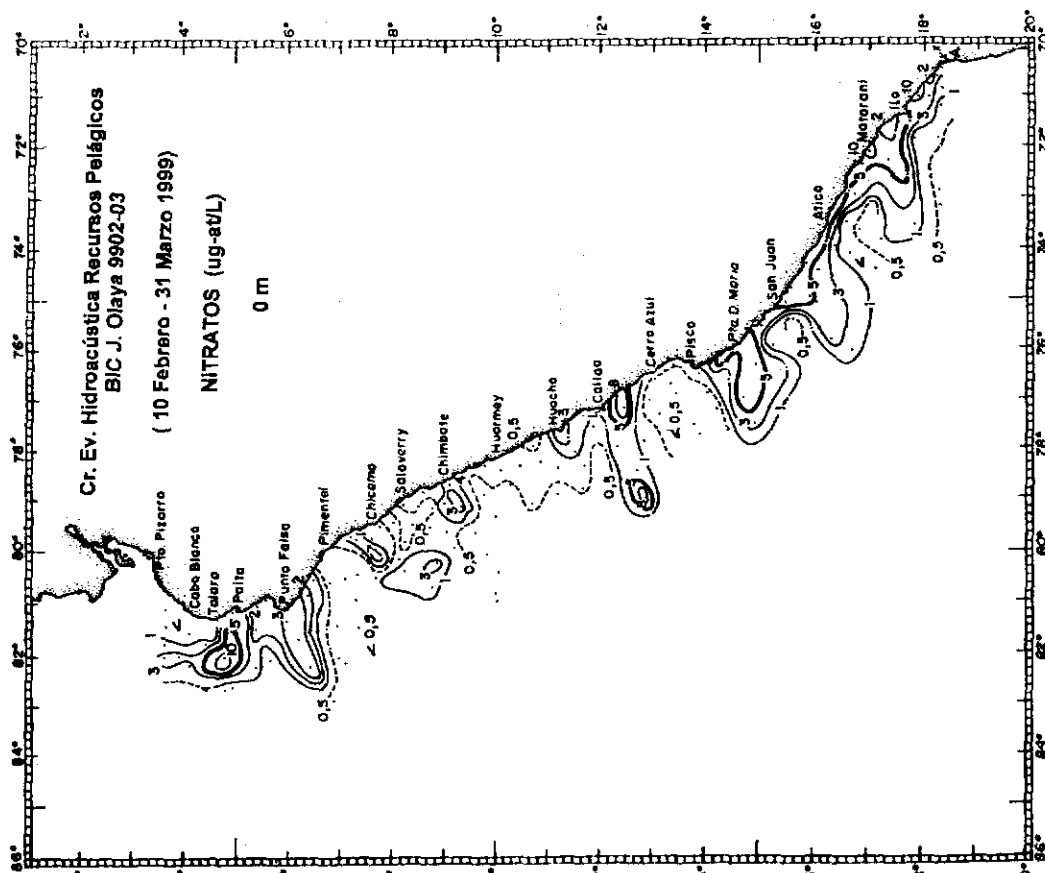


FIGURA 5. Distribución de nitratos (ug-at/L), en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

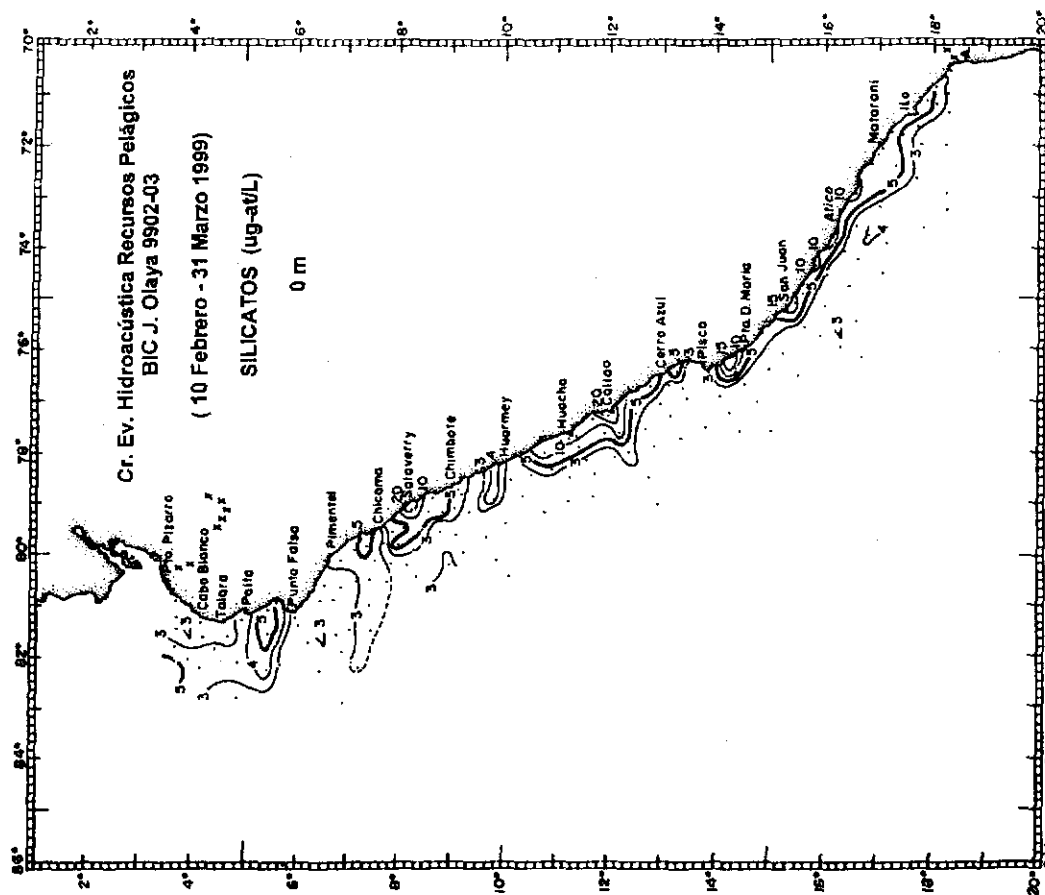


FIGURA 4. Distribución de silicatos (ug-at/L), en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

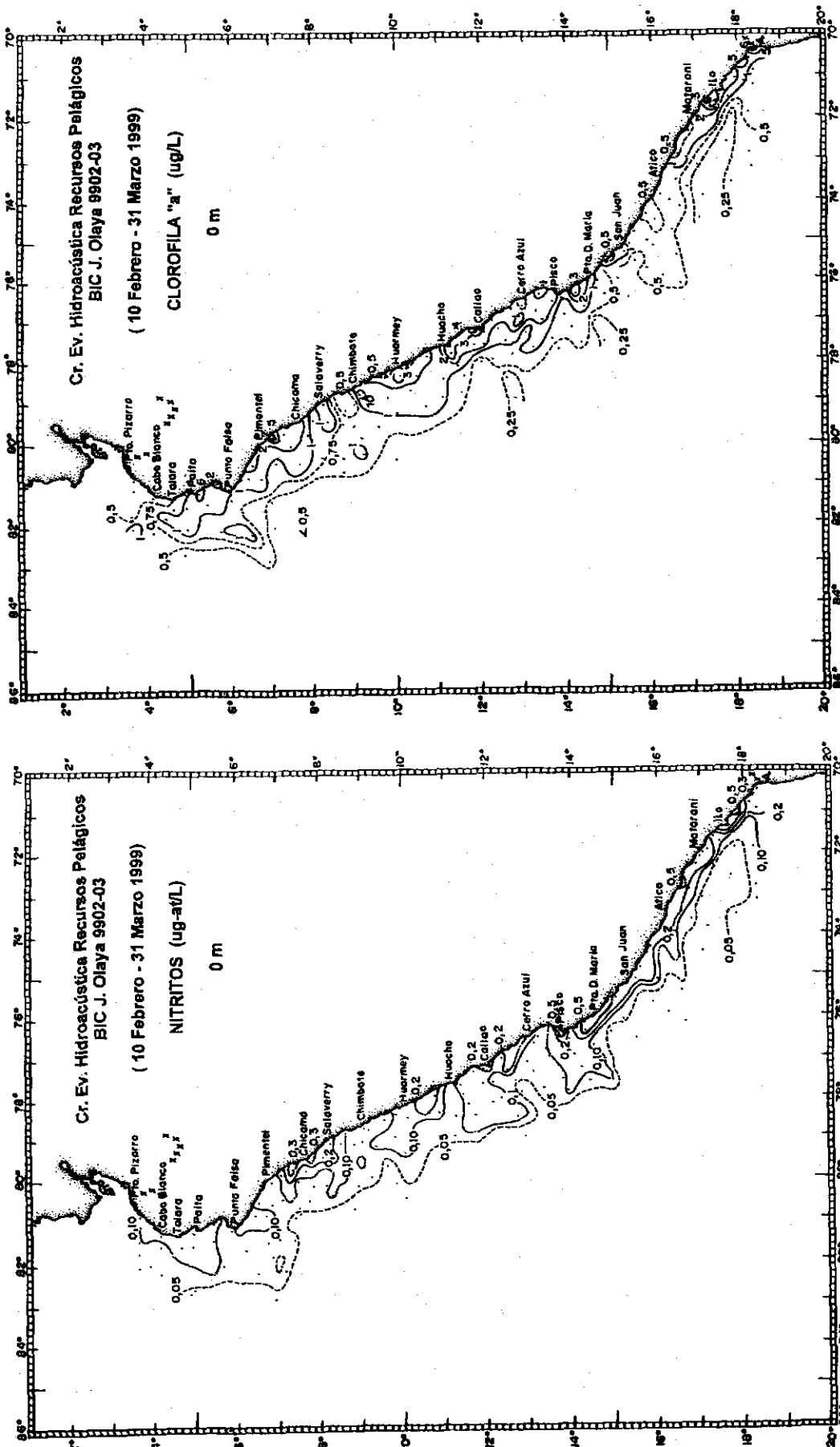


FIGURA 7. Distribución de clorofila "a" (µg/L), en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

FIGURA 6. Distribución de nitratos (µg-at/L), en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

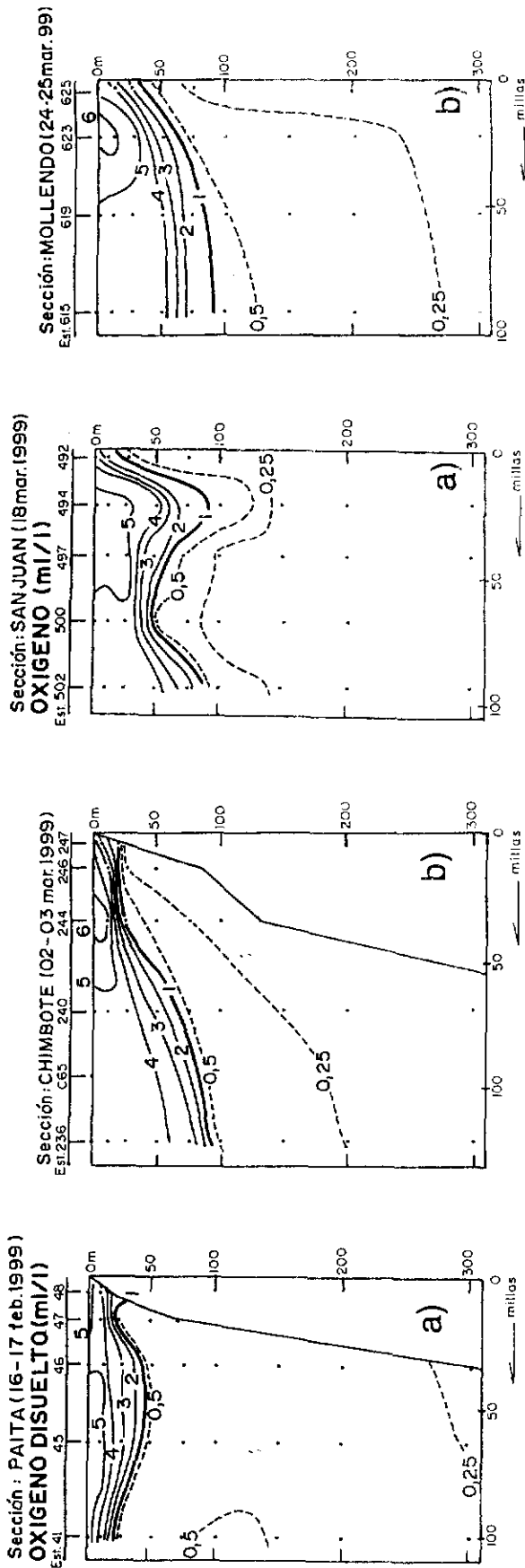


FIGURA 8. Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L), Secciones: a) Paita, b) Chimbote, c) Callao y d) Pisco. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

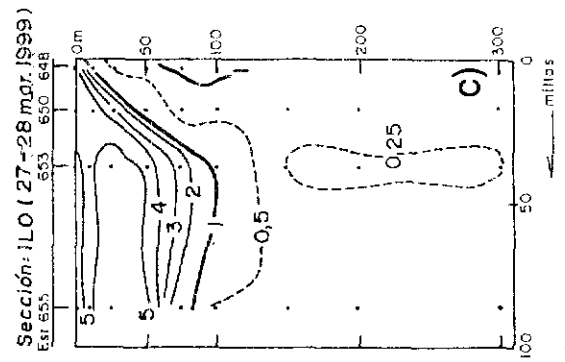
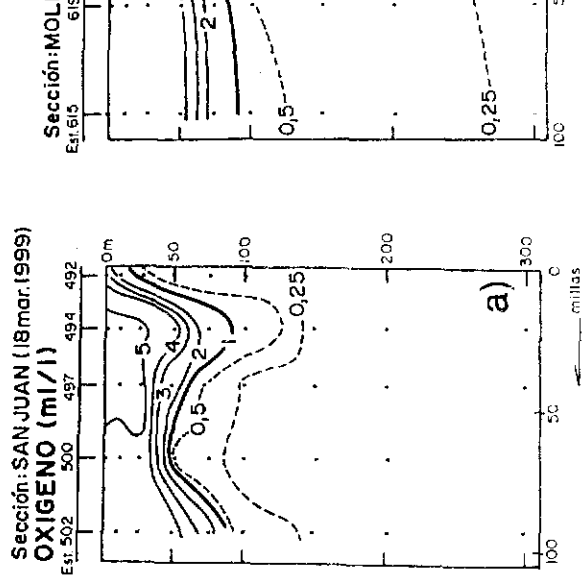


FIGURA 9. Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L), Secciones: a) San Juan, b) Mollendo y c) Ilo. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

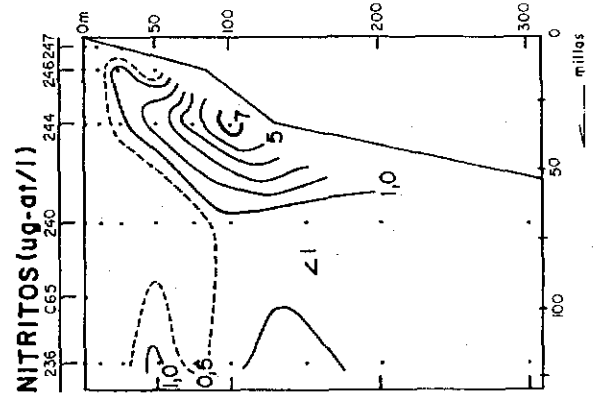
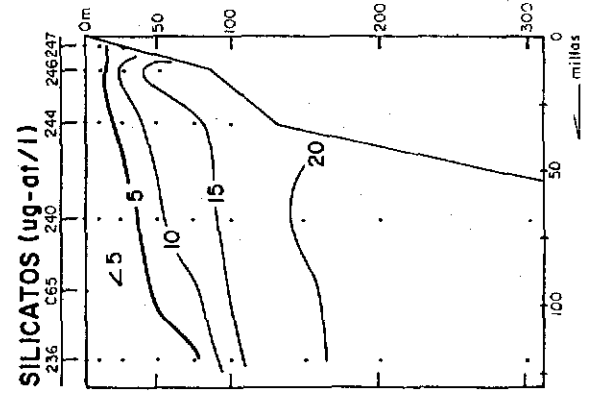
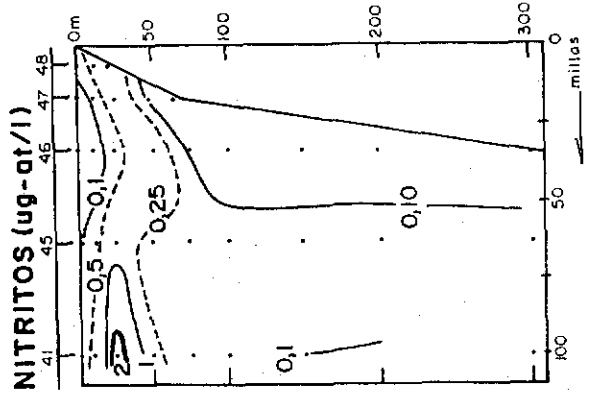
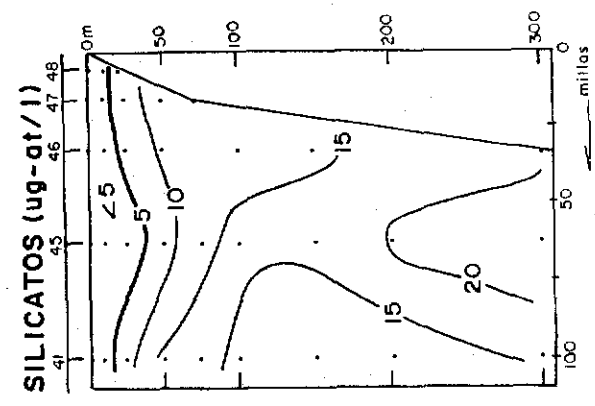
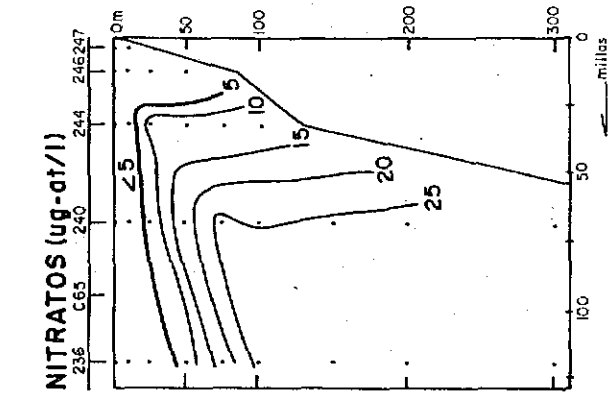
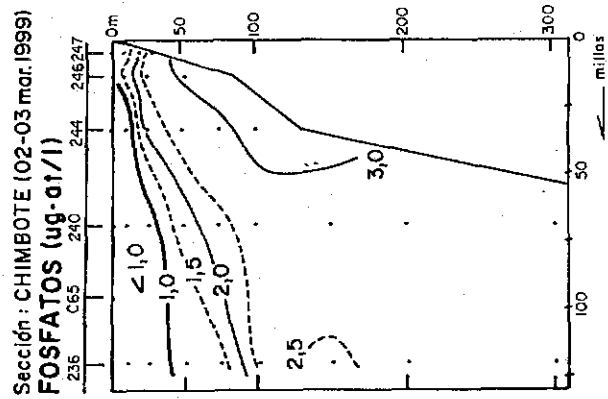
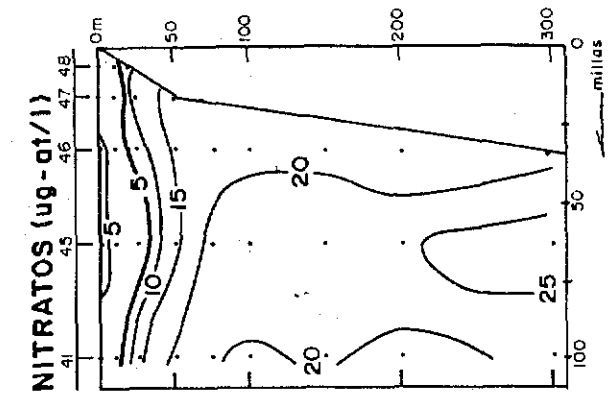
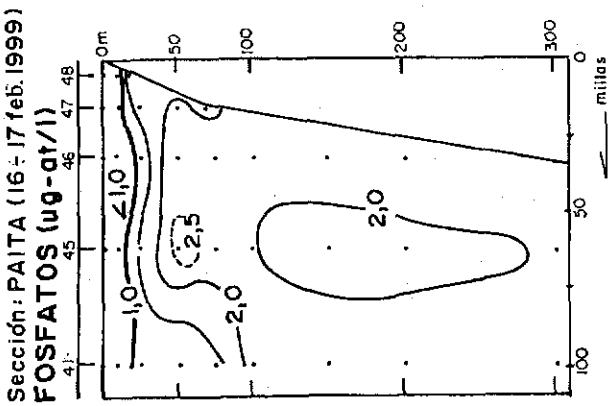


FIGURA 10. Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L), Sección Paíta.
 Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
 BIC José Olaya Balandra 9902-03.

FIGURA 11. Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L), Sección Chimbote.
 Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
 BIC José Olaya Balandra 9902-03.

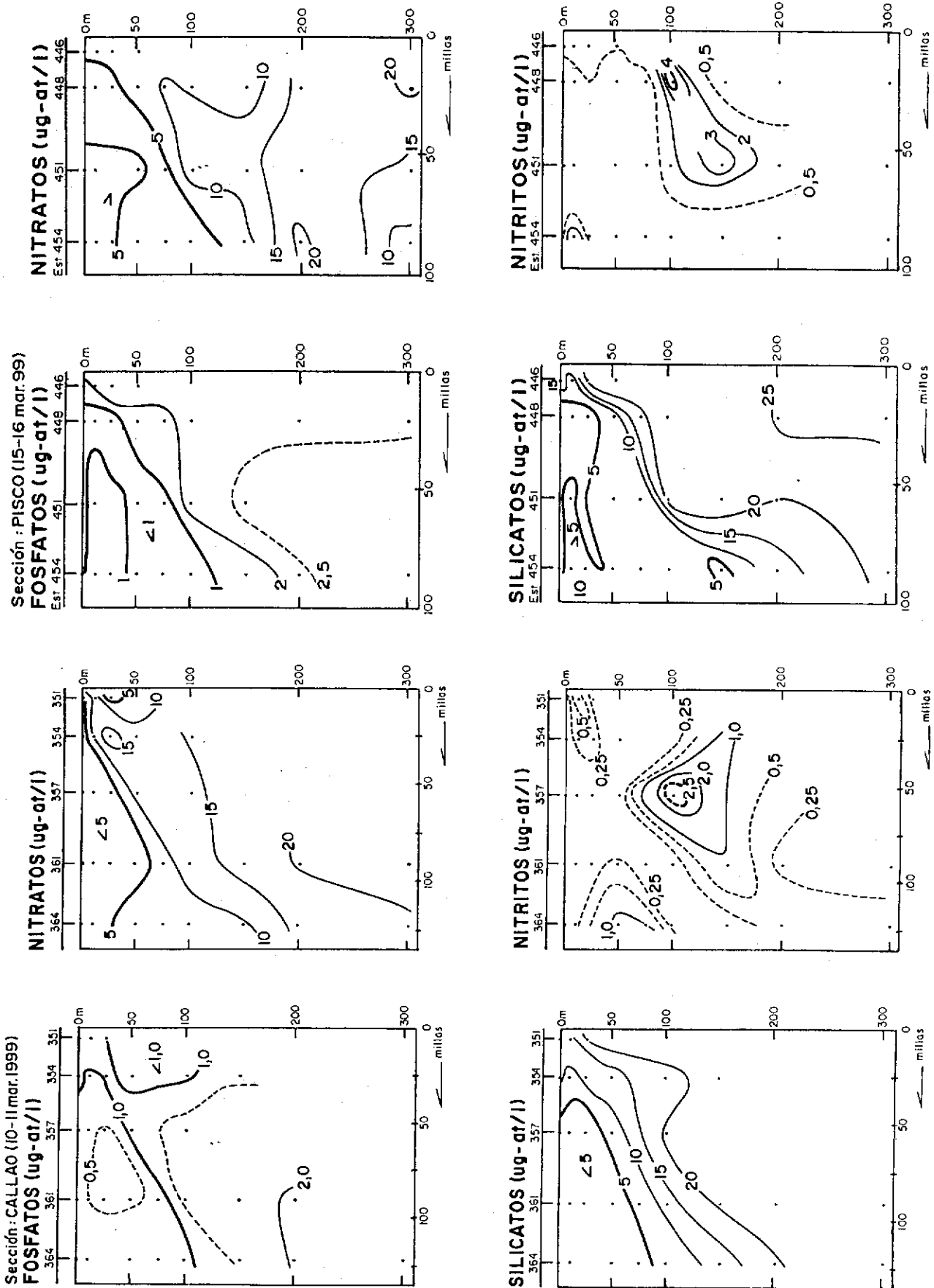


FIGURA 12. Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L), Sección Callao.
Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
BIC José Olaya Balandra 9902-03.

FIGURA 13. Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L), Sección Pisco.
Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
BIC José Olaya Balandra 9902-03.

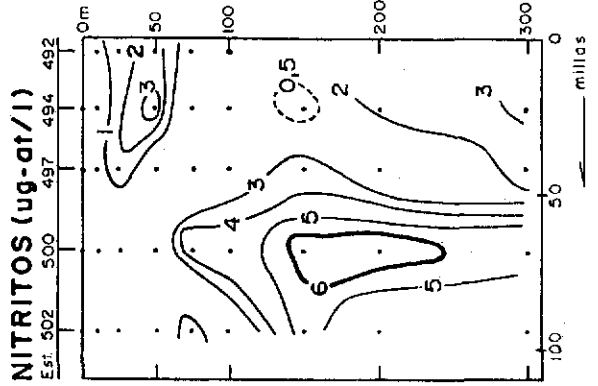
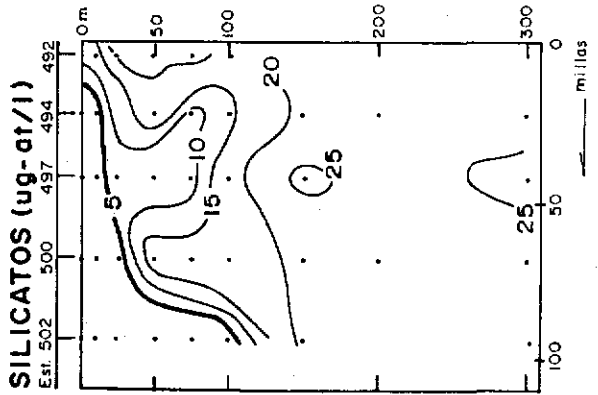
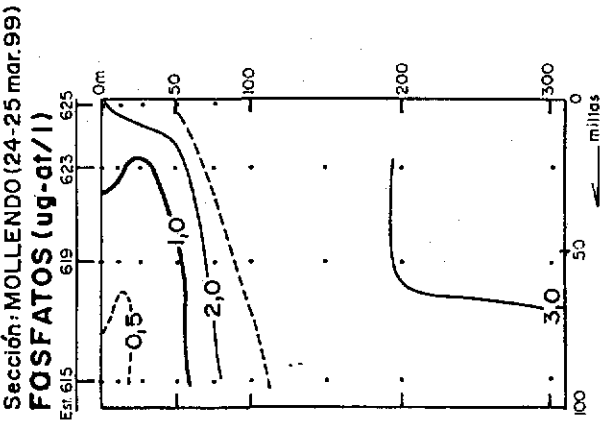
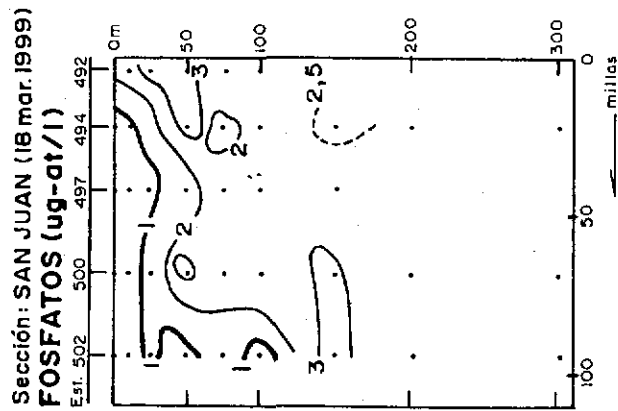


FIGURA 14. Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L), Sección San Juan.
 Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
 BIC José Olaya Balandra 9902-03.

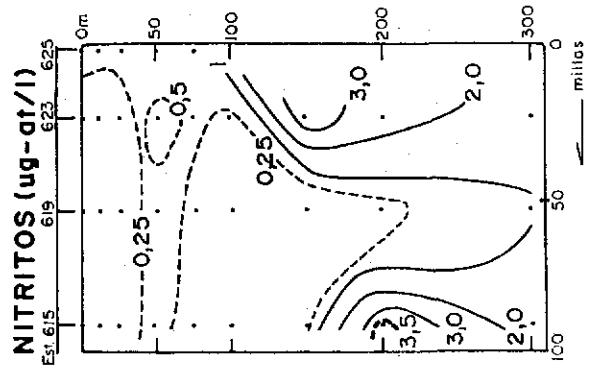
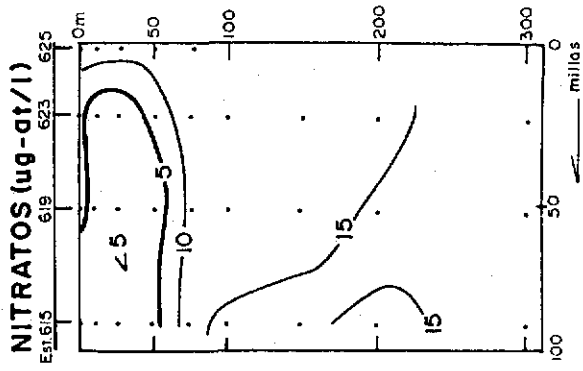


FIGURA 15. Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L), Sección Molleendo.
 Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
 BIC José Olaya Balandra 9902-03.

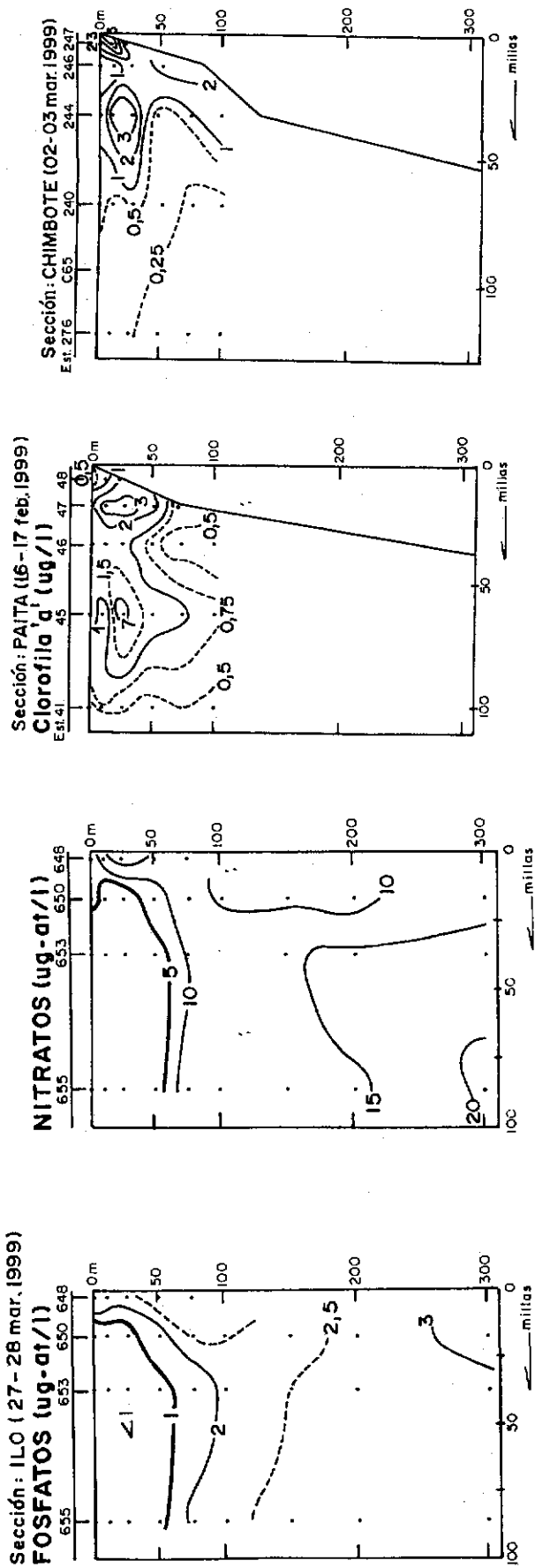


FIGURA 16. Distribución vertical de nutrientes (µg-at/l), Sección Ilo. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

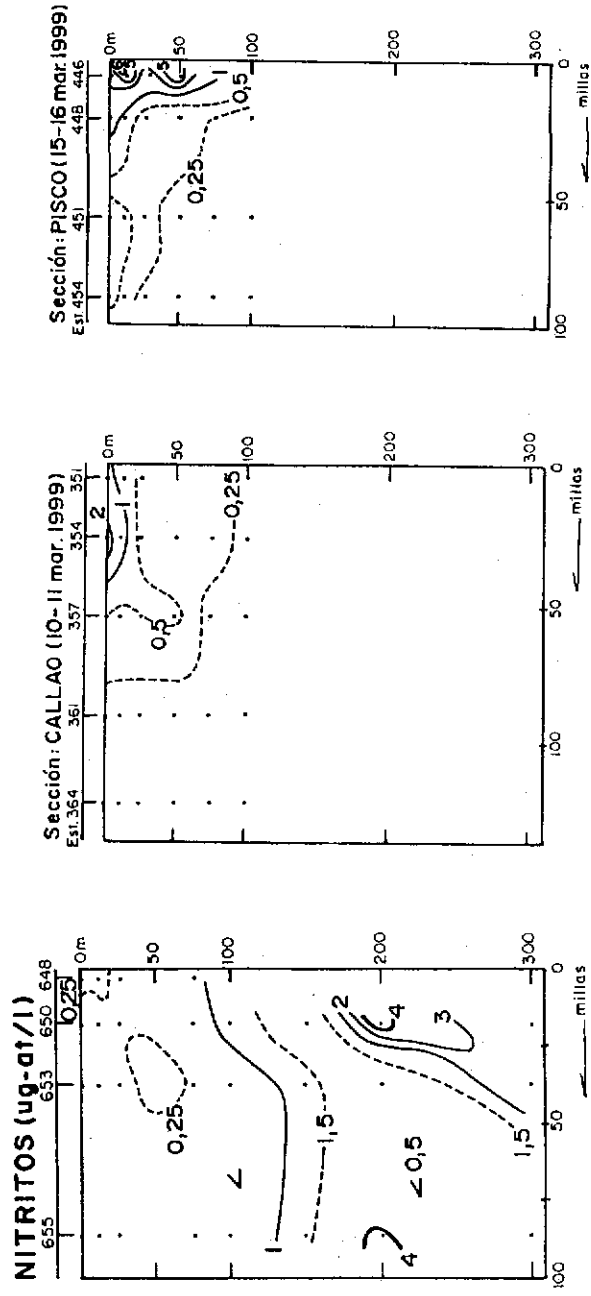
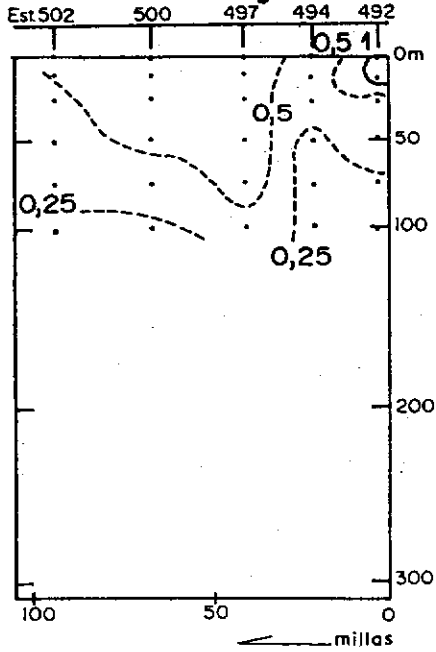
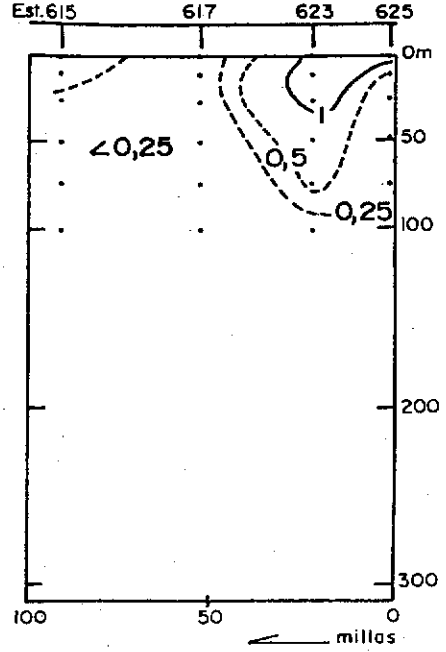


FIGURA 17. Distribución vertical de clorofila "a" (µg-at/L), Secciones: a) Paíta, b) Chimbote, c) Callao y d) Pisco. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

Sección: SAN JUAN (18 mar. 1999)
Clorofila 'a' ($\mu\text{g/l}$)



Sección: MOLLENDO (24-25 mar 99)



Sección: ILO (27-28 mar. 1999)

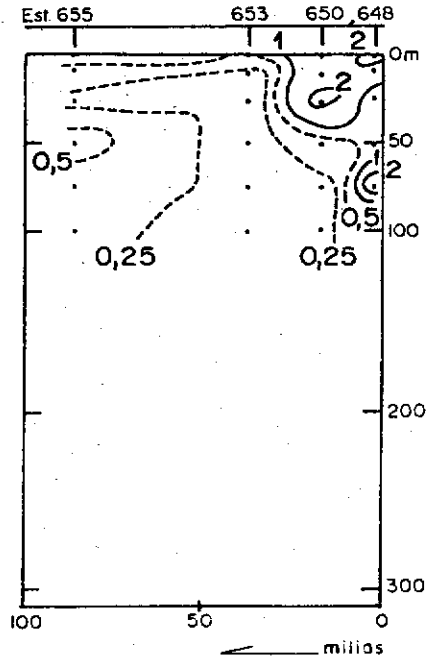


FIGURA 18. Distribución vertical de clorofila "a" ($\mu\text{g-at/L}$), Sección: a) San Juan, b) Mollendo y c) Ilo. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC José Olaya Balandra 9902-03.

Respecto a la distribución vertical de oxígeno disuelto, se puede señalar que la isolínea de 1 mL/L para el Crucero BIC José Olaya Balandra 9811-12 (FLORES y LEDESMA 1999) se ubicó por encima de los 50 m en Chicama, Chimbote y Callao, en cambio en San Juan estuvo entre 50 y 100 m. Para el presente Crucero BIC José Olaya 9902-03 la isoxígena de 1,0 mL/L se localizó más profunda e inclusive, llegó hasta los 180 m de profundidad en la sección Pisco. Sólo en la sección Paita esta iso-oxígena de 1 mL/L se halló por encima de los 50 m.

En este Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03 los nutrientes presentaron concentraciones altas en las áreas de afloramiento con valores mayores de 1,0 ug-at/L de fosfatos, silicatos mayor de 10 ug-at/L; sin embargo, los nitratos presentaron pequeños núcleos con valores mayores de 5 ug-at/L en la zona norte y centro, debido al consumo de este nutriente por organismos fitoplanctónicos y a la presencia de las ASS.

En el Crucero BIC SNP-1 9502-04 (FLORES *et al.* 1996), los nutrientes tuvieron una distribución más amplia con concentraciones altas (fosfatos 1,5 ug-at/L, silicatos y nitratos mayor de 5 ug-at/L) entre los 08° - 18° S debido a las aguas de mezcla (ACF y ASS), en el área norte no hubo avance de las ATS y AES, éstas se ubicaron al norte de Cabo Blanco; por esta razón los nutrientes mantuvieron sus concentraciones normales y también el afloramiento fue alto. En el Crucero BIC José Olaya 9902-03, debido al avance de las ATS y AES hasta el norte de Pimentel se encontró pobreza de nutrientes que es característica de estas masas de agua y el afloramiento costero fue más reducido.

Con respecto a la clorofila «a» en el Crucero BIC SNP-1 9502-04 (FLORES *et al.*, 1996) se encontraron focos de máxima frente a Pimentel, Chicama, norte de Mollendo (10 ug/L), Salaverry -Chimbote (20 ug/L) y Punta Doña María -San Juan (34,8 ug/L) significativamente altos, en comparación con los registrados por CALIENES *et al.* (1985). En el presente Crucero 9902-03 se encontraron tres núcleos con valores de 7 ug/L en Pimentel, 10 ug/L en Chimbote y de 6 ug/L Paita, Mataraní y sur de Ilo siendo estos valores más bajos que los del Crucero 9502-04.

CONCLUSIONES

1.- El oxígeno disuelto en la superficie del mar se caracterizó por presentar valores 4,8 mL/L al norte de Punta Falsa indicando la presencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES). Las concentraciones mayores de 5,0 mL/L de oxígeno disuelto se debieron a la alta actividad fotosintética.

2.- En la distribución vertical de oxígeno la isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó en Paita por encima de los 50 m, en Chimbote, Callao, San Juan, Mollendo e Ilo tuvo fluctuaciones entre 10 y 100 m; sólo en Pisco se localizó hasta los 180 m de profundidad debido a la presión de las ASS.

3.- Las concentraciones altas de nutrientes (>1,0 ug-at/L fosfatos, > 5,0 silicatos) estuvieron asociadas a valores menores de 4,0 mL/L de oxígeno, a excepción de los nitratos (<5,0 ug-at/L) donde éste fue consumido por organismos fitoplanctónicos y a la presencia de las ASS.

4.- La isolínea de 1,0 ug/L de clorofila «a» en la superficie del mar delimitó las áreas de alta productividad las cuales estuvieron asociadas a concentraciones altas de oxígeno (5-7 mL/L). La clorofila «a» presentó a lo largo de la costa focos con valores de 7,0 ug/L en Pimentel, 10,0 ug/L en Chimbote y 6,0 ug/L en Paita, Mataraní y sur de Ilo.

Referencias

- CALIENES, R., O. GUILLÉN y N. LOSTAUNAU. 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. *Bol. Inst. Mar.* 10 (1) 1-44.
- CARRIT, D. y J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of Winkler method for determination dissolved oxygen in sea water. *J. Mar. Res.* 24:286-318.
- FLORES, G., J. CÓRDOVA y J. SOLÍS 1996. Aspectos hidroquímicos del mar peruano. Crucero de evaluación de recursos pelágicos 9502-04 BIC SNP-1 (13 febrero-05 abril 1995). *Inf. Inst. Mar Perú* 116: 61 - 71.
- FLORES, G., J. CÓRDOVA, J. LEDESMA y C. ROBLES 1998. Características químicas y de clorofila "a" del mar peruano durante el otoño 1998. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Tumbes a Tacna. *Inf. Inst. Mar Perú* 135: 67- 78.
- FLORES, G., J. LEDESMA y J. SOLÍS 1999. Condiciones hidroquímicas del mar peruano a finales de la primavera 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9811-12. *Inf. Inst. Mar Perú* 146: 95 - 103.
- GUTIÉRREZ, M. 1999. Informe Ejecutivo del Crucero 9902-03 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. 10 de febrero a 01 de abril de 1999 BIC José Olaya Balandra LP IMARPE IV. 21 pp.
- LORENZEN, C. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanog.* 12 (2): 343-346.
- STRICKLAND, C. y T. PARSONS. 1968. *Manual of the sea Water Analysis*. Bul. Fis. Res. Bd. Canada.
- UNESCO. 1983. *Chemical methods for use in marine environmental monitoring*. Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides 12. 53 pp. Manual y guías N° 12.
- ZUTA, S. y O. GUILLÉN, 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú, *Bol. Inst. Mar Perú* 2 (3).