



*COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR (CPPS)  
CHILE - COLOMBIA - ECUADOR - PERÚ*

*CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN  
OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE  
REALIZADO EN SEPTIEMBRE DE 2001*

*FOURTH SOUTHEASTERN PACIFIC JOINT REGIONAL OCEANOGRAPHIC  
RESEARCH CRUISE CONDUCTED IN SEPTEMBER 2001*

*INFORME FINAL  
FINAL CRUISE REPORT*

*Secretaría General  
Guayaquil, Ecuador, Mayo de 2003*



**COMISION PERMANENTE DEL PACIFICO SUR**

**CHILE – COLOMBIA- ECUADOR - PERU**

**CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN  
OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE  
REALIZADO EN SEPTIEMBRE DE 2001**

**FOURTH SOUTHEASTERN PACIFIC JOINT REGIONAL  
OCENOGRAPHIC RESEARCH CRUISE  
CONDUCTED IN SEPTEMBER 2001**

**INFORME FINAL**

**FINAL CRUISE REPORT**

**Secretaría General  
Guayaquil, Ecuador, Mayo de 2003**

## INDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| PRESENTACIÓN.....   | 4    |
| 1. RESUMEN .....  | 5    |
| 2. INTRODUCCIÓN.....  | 6    |
| 3. METODOLOGÍA.....   | 7    |
| 4. RESULTADOS.....  | 8    |
| 4.1. Meteorología.....  | 8    |
| 4.2. Oceanografía.....  | 11   |
| 4.2.1. Características superficiales del mar:   |      |
| Temperatura y salinidad.....  | 11   |
| Distribución superficial de oxígeno disuelto.....   | 13   |
| 4.2.2. Características subsuperficiales:  |      |
| Profundidad de las isotermas de 15°C y 20°C.....  | 13   |
| Distribución vertical de temperatura y salinidad.....   | 14   |
| 5. DISCUSIÓN.....   | 15   |
| 6. CONCLUSIONES.....  | 19   |
| 7. PERSPECTIVAS.....  | 20   |
| 8. AGRADECIMIENTOS.....   | 20   |
| 9. BIBLIOGRAFÍA.....  | 22   |
| <br>  |      |
| ANEXOS  |      |
| 1. Cruceros efectuados por cada país, fechas, número de estaciones y variables medidas.....   | 23   |
| 2. Instituciones y personal científico participante en el Cuarto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre 2001..... | 24   |
| 3. Comité Coordinador del Cuarto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre de 2001.....                              | 27   |
| 4. Intercambio de científicos a bordo de los buques participantes.....  | 27   |
| <br>  |      |
| FIGURAS.....  | 28   |

## CONTENT

|   | Pág. |
|---|------|
| PRESENTATION.....   | 4    |
| 1. SUMMARY.....   | 5    |
| 2. INTRODUCTION.....  | 6    |
| 3. METHODOLOGY.....   | 7    |
| 4. RESULTS.....   | 8    |
| 4.1. Meteorology.....   | 8    |
| 4.2. Oceanography.....  | 11   |
| 4.2.1. Sea Surface Characteristics:   |      |
| Temperature and Salinity.....   | 11   |
| Surface distribution of dissolved oxygen.....   | 13   |
| 4.2.2. Subsurface Characteristics:  |      |
| Depth of the 15°C and 20°C Isotherms.....   | 13   |
| Vertical distribution of temperature and salinity.....  | 14   |
| 5. DISCUSSION.....  | 15   |
| 6. CONCLUSIONS.....   | 19   |
| 7. OUTLOOK.....   | 20   |
| 8. ACKNOWLEDGMENTS.....   | 20   |
| 9. BIBLIOGRAPHY.....  | 22   |
| <br>  |      |
| ANNEX   |      |
| 1. Cruises carried out by each country, dates, number of stations and variables measured.....   | 23   |
| 2. Institutions and scientific personnel participating in the IV Southeast Pacific Joint Regional Oceanographic Research Cruise, conducted in September 2001..... | 24   |
| 3. Coordinating Committee of the IV Southeast Pacific Joint Regional Oceanographic Research Cruise, conducted in September 2001.....                              | 27   |
| 4. Interchange of scientific on board in the participants ships.....  | 27   |
| <br>  |      |
| FIGURES.....  | 28   |

## PRESENTACION

Nuevamente y de manera especial en esta oportunidad, la Secretaría General se complace en presentar el Informe Final del Cuarto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, ejecutado por los Países Miembros en septiembre de 2001 y coordinado por la CPPS.

Las tres primeras exploraciones regionales, ejecutadas centralmente en el mes de mayo, permitieron evaluar las condiciones oceanográficas en tres años consecutivos con diferentes condiciones, elevando su valor comparativo, tanto a nivel de la superficie, como en las capas subsuperficiales.

Los resultados obtenidos con los Cruceros Regionales lo convirtieron en un poderoso instrumento de observación de las condiciones oceanográficas y meteorológicas, especialmente en condiciones de su alteración, como es el caso del Fenómeno El Niño (fase caliente) y La Niña (fase fría). Este hecho y otros, como el constituir una exploración que unifica la cooperación e integración entre nuestros países, determinó que los Ministros de Relaciones Exteriores de los Países Miembros del Sistema en su Sexta Reunión (Santiago, agosto 2000), aprobaron su institucionalización, estableciendo su realización anual en adelante.

La Secretaría General expresa su reconocimiento a los Gobiernos, por medio de las Secciones Nacionales de la CPPS, a las instituciones técnicas participantes, a los científicos, personal de comando, técnicos y tripulantes por haber contribuido en la ejecución de esta cuarta gran exploración marina, que muestra un creciente mejoramiento en su planificación y realización, como el intercambio de científicos a bordo de los buques que intervinieron en la operación y la participación de un mayor número de embarcaciones para lograr una más amplia cobertura geográfica. La Secretaría General manifiesta además su especial reconocimiento a los integrantes del Comité Coordinador del Crucero.

## PRESENTATION

Once again and in a special manner in this opportunity, the General Secretary has the pleasure of presenting the Final Report of the Fourth Southeastern Pacific Joint Regional Oceanographic Research Cruise, carried out by the Countries Members in september 2001 and coordinated by PCSP.

The three first regional explorations executed in the month of may, allowed the evaluation of the oceanographic conditions in three consecutive years and under different conditions, improving the comparative value at surface as well as at subsurface level.

The results obtained through the Regional Cruises turned this mechanism as a powerful observation instrument of the oceanographic and meteorological conditions, specially in conditions of anomalous behavior, as it is the case of the El Niño (hot phase) and La Niña (cold phase). This and other aspects, such as that the Joint Regional Cruises constitute an opportunity for exploration promoting the cooperation and integration among the countries, determined that the Ministers of Foreign Affairs of the Countries Members of the System, during the Sixth Meeting (Santiago, august 2000), approved the institutionalization of the Joint Regional Cruises, establishing an annual execution for the future.

The General Secretary expresses its recognition, by means of the National Sections of the PCSP, to the Governments, to the Technical Institutions of the participants, to the Scientist, Command staff, Technicians and crew, for their contribution in carrying out this fourth great marine exploration. This fourth cruise reveals an increasing improvement in its planning and accomplishment, as it is the exchange of scientist on board of the ships taking part in the operation and the participation of a bigger number of research vessels in order to achieve a wider geographic covering. The General Secretary also expresses its special recognition to the members of the Coordinating Committee of the Cruise.

**Fernando Alzate Donoso**  
**Embajador, Secretario General de la Comisión Permanente del Pacífico Sur**

**Cuarto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre de 2001**

**Fourth Joint Regional Cruise of Oceanographic Investigation in the Southeastern Pacific, carried out in September of 2001**

**Comportamiento Meteorológico y Oceanográfico en el Pacífico Sudeste durante septiembre de 2001**

**Meteorological and oceanographic behavior in the Southeastern Pacific during september of 2001**

M. Braun<sup>1</sup>, H. Reyes<sup>1</sup>, L. Pizarro<sup>2</sup>, C. Grados<sup>2</sup>, E. Pinto<sup>3</sup>, L. Otero<sup>4</sup>

**1. RESUMEN**

En este informe se analizan las condiciones oceanográficas y meteorológicas obtenidas en los cruceros locales ejecutados, en el mes de septiembre y comienzos de octubre de 2001, por Colombia, Ecuador, Perú y Chile, Países Miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), en el marco del Cuarto Crucero Regional Conjunto. El objetivo de este crucero coordinado por la Secretaría Científica de la CPPS, es la continuación del monitoreo oceanográfico del Pacífico Sudeste. En esta oportunidad se realizaron 254 estaciones oceanográficas en las cuales se efectuaron mediciones de CTD hasta 500 m de profundidad, recopilación de datos meteorológicos, además de otras mediciones químicas y biológicas cuyos resultados no se incluyen en este documento. El área de trabajo estuvo comprendida entre la latitud 9°N y 24°S, y entre la costa y 560 mn como máximo.

A nivel superficial no se encontró en la franja ecuatorial condiciones de calentamiento anormal que indiquen el desarrollo de la fase cálida de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS); no obstante, a nivel subsuperficial, entre 60 y 130 m de profundidad, las anomalías térmicas se encontraron entre +1°C y +2°C.

En el Golfo de Guayaquil se presentaron temperaturas sobre lo normal debido al ingreso desde el noroeste de aguas de mayor temperatura y menor salinidad propias de la Contracorriente Ecuatorial, en tanto que, en el sector ecuatorial oceánico ocurrieron anomalías térmicas negativas, que indicaron la presencia aún intensa de la Corriente de Humboldt, que transporta aguas más frías y

**1. SUMMARY**

This report analyses the oceanographic and meteorological conditions registered during the execution of the local cruises carried out in the month of September and early October of 2001 by Colombia, Ecuador, Peru and Chile, countries members of the Permanent Commission for the South Pacific (PCSP). The cruise was carried out within the framework of the Fourth Joint Regional Cruise. The objective of this cruise, which was coordinated by the Scientific Secretariat of the PCSP, is the continuation of the oceanographic observation on the Southeastern Pacific. In this opportunity, 254 oceanographic stations were performed registering CTD data down to a maximum depth of 500 m and recording meteorological information. In addition, chemical and biological measurements were performed but the results are not included in this report. The cruise covered an area from 9°N to 24°S and extending from the coast to a maximum distance of 560 nautical miles.

At surface level in the equatorial belt, it was not found conditions of abnormal warming that indicate the development of the warm phase of El Niño-Southern Oscillation (ENSO). Nevertheless, at subsurface level, between 60 m and 130 m of depth, thermal anomalies between +1°C and 2°C were recorded.

Above normal temperatures were observed on the Gulf of Guayaquil because of the inflow of waters of higher temperature and lower salinity values coming from the northwest, typical of the Equatorial Countercurrent. Whereas, in the oceanic equatorial sector, negative thermal anomalies were registered, indicating the still intense presence of the Humboldt Current, transporting colder and saltier water towards

<sup>1</sup> Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Ecuador. E-mail: cdmbar@inocar.mil.ec

<sup>2</sup> Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Perú. E-mail: lpizarro@imarpe.gob.pe

<sup>3</sup> Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Chile. E-mail: mbraun@ifop.net

<sup>4</sup> Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP), Colombia. E-mail: cccpaci@col2.telecom.com.co

salinas hacia el sector noroeste de la franja ecuatorial. the northwest sector of the equatorial front.

La intensidad de la Corriente de Humboldt y de los vientos alisios en el Perú fueron generadores de zonas de surgencia con centros en Callao y San Juan. The intensity of the Humboldt Current and of the tradewinds, in Peru, produced upwelling zones centered in Callao and San Juan.

Los procesos atmosféricos desarrollados en la costa colombiana, la disminución paulatina de la intensidad de la Corriente de Humboldt y la presencia de las anomalías térmicas positivas a nivel subsuperficial en la franja ecuatorial, son algunos de los indicadores que permiten anticipar un proceso de transición estacional con ligeras anomalías cálidas durante el primer trimestre del 2002 en el Pacífico Sudeste. The atmospheric processes developed in the Colombian coast, the gradual decrease in the intensity of the Humboldt Current and the presence of positive thermal anomalies at subsurface level in the equatorial belt, are some of the indicators that allow to forecast a process of seasonal transition characterized by the presence of slightly warm anomalies during the first trimester of the year 2002, in the Southeastern Pacific.

## 2. INTRODUCCION

## 2. INTRODUCTION

Luego del evento El Niño 1997-1998 de magnitud “extraordinaria” que se inició repentinamente en marzo 1997 y finalizó en junio 1998, se inició la fase fría del ENOS denominada “La Niña” o el “Anti-Niño” que se desarrolló en el año 1999, seguidamente de dos años de transición gradual de las anomalías térmicas negativas a positivas y un retorno de los vientos a condiciones próximas a lo normal en el Pacífico Ecuatorial Central. Soon of the 1997-1998 el Niño Event of extraordinary magnitude which started suddenly in march 1997 and finished in june 1998, began the cold phase of ENSO denominated La Niña or Anti-Niño which was developed in 1999, followed by two years of gradual transition from negative thermal anomalies to positive anomalies and a return of the winds to conditions close to the normal values in the Central Equatorial Pacific.

En subsuperficie, consecuentemente, también ha habido un desplazamiento del área de anomalías térmicas positivas subsuperficiales del Pacífico Ecuatorial Occidental hacia el Pacífico Central que caracteriza la fase madura de un episodio frío y el desarrollo de condiciones que usualmente ocurren previo a un episodio cálido tipo El Niño. At subsurface level, consequently, there has been also a displacement of the area of subsurface positive thermal anomalies of the Western Equatorial Pacific towards the Central Pacific which characterizes the mature phase of a cold episode and the development of conditions that usually happen previous to the development of a warm El Niño episode.

Así, a nivel regional, el año 2001 se ha caracterizado por presentar condiciones casi normales con pulsos cálidos y fríos intra estacionales. En septiembre 2001, el escenario de macro escala fue de condiciones ligeramente cálidas en el Pacífico Ecuatorial Central Oriental y Occidental y, condiciones ligeramente frías en el Pacífico Oriental, específicamente frente a las regiones costeras de Ecuador, Perú y Chile, donde se presentó el período más frío del año con un flujo subsuperficial del sur asociado con la Corriente Costera Peruana muy fuerte para el período y una presencia de las Aguas Templadas de la Subantártica proyectadas bastante más al norte que lo usual en el Perú. Tus, at regional level, the year 2001 has been characterized by presenting almost – normal conditions with intraseasonal warm and cold pulses. In September 2001, the macroscale scene was of slightly warm conditions in the Eastern and Western Central Equatorial Pacific and slightly cold conditions in the Eastern Pacific, specifically in front of the coastal regions of Ecuador, Peru and Chile. In these last regions was present the coldest period of the year with a southern subsurface flow associated with the Peruvian Coastal Current, very strong for the period, and with the presence of Tempered Waters of the Subantartic region arriving in Peru far enough to the north than usual.

### 3. METODOLOGIA

El IV Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, se llevó a cabo entre el 27 de agosto y el 14 de octubre de 2001. Este proyecto fue realizado con un total de 6 buques pertenecientes a los países participantes (Anexo 1).

Se realizaron un total de 254 estaciones oceanográficas distribuidas, en su mayoría, a lo largo de 23 cortes perpendiculares a la costa. El área de trabajo estuvo comprendida entre las latitudes 7°N y 24°S y desde la costa hasta los 690 Km. (375 mn) en Colombia, 1040 Km. (569 mn) en Ecuador y 370 Km. (200 mn) en Perú y Chile (Fig. 1)

Las estaciones se realizaron con perfiladores de temperatura y salinidad (CTD) modelo SBE-19 hasta una profundidad máxima de 500 m. Con fines de validación de las mediciones realizadas con CTD, en algunas estaciones se realizaron lances con botellas oceanográficas equipadas con termómetros de inversión. Se tomaron muestras para realizar análisis de oxígeno disuelto y salinidad. Tanto los muestreos como los análisis se efectuaron con los métodos estándares y convencionales definidos para la oceanografía. Las muestras de agua tomadas para fines de calibración de datos del CTD se realizaron empleando el Portasal Guildline 8410 A. Las muestras de agua para determinación de oxígeno disuelto se analizaron con el método de Winkler modificado por CARRIT AND CARPENTER (1966).

Con la información recopilada se realizaron cartas superficiales de temperatura, salinidad y oxígeno, así como cartas de profundidad de las isotermas de 15°C y 20°C empleando el software SURFER v.7. Las cartas de distribución superficial de anomalías de temperatura y salinidad se elaboraron según la climatología de Levitus (1994). Para el estudio de la columna de agua se graficaron las variables de temperatura y salinidad hasta una profundidad de 500 m. a lo largo de ocho transectas perpendiculares a la costa con estaciones hasta una distancia de 400 Km. (217 mn), y, a lo largo de una transecta paralela con estaciones ubicadas a 200 Km de la costa (108 mn).

La carta de anomalía del nivel del mar de los satélites TOPEX y ERS-2, para el día 16 de septiembre fue obtenida del Colorado Center for Astrodynamic Research, CCAR

### 3. METHODOLOGY

The IV Joint Regional Cruise in the Southeastern Pacific was executed from 27 of august to 14 of october 2001. The project was carried out by six ships pertaining to the participant countries (Annex 1).

254 oceanographic stations were performed altogether, distributed mostly throughout 23 perpendicular transects to the coast. The study area was framed between parallels 7°N to 24°S and extending towards the west from the coast to a maximum of 690 Km (375 mn) off Colombia, 1040 km (560 mn) off Ecuador and 370 km (20 mn) off Peru and Chile (Fig. 1)

Temperature and salinity profiles using a (CTD) SBE 19 model, down to a maximum depth of 500 m were conducted in all oceanographic stations. In order to validate the measurements made with CTD, some stations were executed lowering oceanographic bottles equipped with reversing thermometers. Seawater samples were collected for analysis of dissolved oxygen and salinity. Both, the sampling and the conventional oceanographic methods. Seawater samples taken for calibrating CTD data were collected using Portasal Guildline 8410 A. Seawater samples for dissolved oxygen determination were analyzed following Winkler's method as modified by CARRID AND CARPENTER (1966).

With the collected data, charts for sea surface distribution of temperature, salinity and oxygen were draft, as web as plots for the depth of the 15°C and 20°C isotherms using SURFER v.7 software. Plots for the distribution of sea surface temperature and salinity anomalies were draft according to the climatology of Levitus (1997). For analyses of the water column, plots of temperature and salinity distribution down to a depth of 500 m were draft along 8 transects perpendicular to the coast. Stations of the transect perpendicular to the coast were located up to a distance of 400 Km (217 mn) while stations along the transect parallel to the coast were located 200 Km (108 mn) off the coast.

Sea level anomaly chart from satellites TOPEX and ERS-2 of september 16 was obtained from the Colorado Center for Astrodynamic Research, CCAR (<http://www->

(<http://www-ccar.colorado.edu>).

[ccar.colorado.edu](http://ccar.colorado.edu)).

Las observaciones meteorológicas comprendió la medición de la temperatura del aire, punto de rocío, humedad, presión atmosférica, dirección y velocidad de los vientos, nubosidad (altura, tipo y cantidad), olas (altura y período), estado del mar, tiempo presente y visibilidad. Los resultados meteorológicos descritos en el presente informe corresponden a aquellos informados por las distintas instituciones pertenecientes a los países participantes de la CPPS y que fueron publicados a través del Boletín de Alerta Climática (BAC), notas de prensa e informes preliminares de cada país.

Weather observations included the registration of air temperature, dew point, humidity, atmospheric pressure, wind direction and wind force, cloudiness (height, type and sky cover), waves (height and period), sea state, present weather and visibility data. The meteorological findings of the present report correspond to the information delivered by the participating institutions of PCSP previously published in the Climatic Alert Bulletin (CAB), in press reports and in preliminary reports of each country.

#### **4. RESULTADOS**

#### **4. RESULTS**

##### **4.1. Meteorología**

##### **4.1. Meteorology**

###### **Colombia**

###### **Colombia**

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) presentó durante septiembre actividad convectiva de moderada a severa en el Pacífico Colombiano, ubicando su eje entre los 5,5°N a 7°N.

In the Colombian Pacific during september, the Intertropical Convergence Zone (ITCZ), was characterized by a convective activity ranging from moderate to severe, locating its axis between 5,5°N to 7°N.

Durante el desarrollo del crucero regional, el viento presentó sus mayores intensidades en el sector sur del área de estudio, con una dirección predominante del sur-suroeste. Los valores de intensidad oscilaron entre 7,7 m/s y 10,3 m/s, lo que es concordante con la presencia de corrientes superficiales más frías y salinas provenientes del sur.

During the development of the regional cruise, the wind was stronger in the southern sector of the study area with a predominant direction from the south-southwest. Wind speed values within the range from 7,7 m/s to 10,3 m/s, concordant with the presence of colder and more saline surface currents coming from the south.

En el sector costero norte del Pacífico Colombiano la dirección predominante del viento osciló entre el oeste y noroeste, con velocidades de 2,1 m/s a 4,1 m/s, mientras que, vientos del oeste se presentaron en el sector central con velocidades entre 1,5 m/s y 3,1 m/s. Para el sector sur, el viento presentó una componente entre suroeste y oeste-suroeste con velocidades entre 2,6 m/s y 5,1 m/s.

In the Northern coastal sector of the Colombian Pacific, the predominant wind direction was from the west and from the northwest. Here, speeds of 2,1 m/s to 4,1 m/s were registered. In the central sector, the wind was blowing from the west with speeds of 1,5 m/s to 3,1 m/s. To the south, the wind was blowing from the southwest and from the west-southwest with speeds of 2,6 m/s to 5,1 m/s.

Las precipitaciones durante septiembre en el sector sur del Pacífico Colombiano, estuvieron un 68% por debajo del promedio, al registrarse un total mensual de 46,5 mm en comparación al promedio histórico (142,9 mm). A nivel nacional llovió solo un 2% de lo esperado produciendo entonces una situación de fuerte déficit para el mes de septiembre.

Precipitation during september in the Southern sector of the Colombian Pacific was 68% below the average, registering a total for the month of 46,5 mm in comparison to the historical average (142,9 mm). At national level, it rained only 2% of the expected rainfall, thus producing a situation of strong deficit for September.

###### **Ecuador**

###### **Ecuador**

Durante septiembre de 2001 no se observaron

During september 2001, no significant rainfall

precipitaciones significativas a lo largo del litoral ecuatoriano, manteniéndose la presencia de vientos del cuadrante sur-oeste, con velocidades de 2,1 m/s a 5,2 m/s.

La temperatura del aire en la estación costera de La Libertad (2,08°S) presentó un valor promedio de 20,8°C ubicándose ligeramente por debajo de su media climatológica (21,2°C), característica que prevaleció durante la mayor parte de septiembre y que, con una leve anomalía térmica de -0,3°C se mantuvo durante octubre y fue consecuencia de la intensificación de la Corriente de Humboldt, que favoreció los afloramientos en la costa ecuatoriana y en el sector oeste de las Islas Galápagos.

Durante la primera quincena de octubre de 2001, la temperatura promedio del aire en la costa ecuatoriana fue de 24,4°C, valor ligeramente bajo el promedio normal para el mes; sin embargo, este valor es levemente mayor al promedio de la última semana de septiembre. Los vientos durante este período mantuvieron una dirección predominante del cuadrante sur-oeste con velocidades de 2 a 4 m/s. Al igual que en el mes de septiembre, prácticamente no se registraron precipitaciones significativas sobre a costa ecuatoriana.

## Perú

La temperatura ambiental en las estaciones costeras registró anomalías negativas con valores que fluctuaron entre -0,7°C y -5,1°C. La mayor anomalía negativa fue registrada en la estación de Talara (4°S).

No se presentaron precipitaciones, excepto en la estación de Lobos de Afuera (6°S), donde se registró una ligera precipitación de 0,4 mm y pequeñas trazas en la estación de Mollendo (16°S).

La dirección del viento tuvo una predominancia del suroeste en Paita (05°S) y sureste en Lobos de Afuera, en la estación costera de Chimbote (09°S) y Callao (12°S) predominaron vientos del sur, mientras que, en la estación costera de Mollendo, la dirección fue del sureste. La intensidad del viento, en general, presentó anomalías positivas, principalmente en las estaciones de Isla Lobos de Afuera y Paita, con valores de +1,9 m/s y +2,4 m/s, respectivamente. En la costa central (Chimbote y Callao), las anomalías alcanzaron valores de +0,5 m/s, en tanto que, en la costa sur (Mollendo) fueron de +0,1 m/s.

was observed along the Ecuadorian coast. Winds from the southwestern prevailed, with speeds of 2,1 m/s to 5,2 m/s.

Air temperature in the coastal station of La Libertad (02,08°S) was on the average of 20,8°C, slightly below of its climatologic mean (21,2°C). This characteristic prevailed during most of September and, with a thermal anomaly of -0,3°C, remained during October. This was as a consequence of the intensification of the Humboldt Current, which promoted the upwelling along the Ecuadorian coast and in the sector to the west of the Galapagos Islands.

During the first half of October 2001, the average air temperature in the Ecuadorian coast was of 24,4°C, value slightly below the normal for the month. Nevertheless, this value is slightly greater than the average of the last week of September. The winds during this period maintained a predominant direction of the southwest with speeds of 2-4 m/s. As in September, significant rainfall was practically not registered along the Ecuadorian coast.

## Peru

Coastal stations registered negative anomaly values of air temperature, fluctuating between -0,7°C to -5,1°C. The highest negative anomaly value was registered in the station of Talara (4°S).

Rainfall was absent, except in the station of Lobos de Afuera (6°S), where a slight precipitation of 0,4 mm was recorded and also some raining was registered at the station of Mollendo (16°S).

Winds were blowing mainly from the southwest in Paita (05°S) and from the southeast in Lobos de Afuera. In the coastal station of Chimbote (09°S) and Callao (12°S) winds were mainly from the south, whereas, in the coastal station of Mollendo, the direction of the wind prevailed from the Southeast. The intensity of the winds, in general, displayed positive anomalies mainly in the stations of Lobos de Afuera Island and Paita, with values of +2,4 m/s and +1,9 m/s, respectively. In the central coast (Chimbote and Callao), the anomalies reached values of +0,5 m/s, whereas, in the south coast (Mollendo) anomalies were of

+0,1m/s.

## Chile

La temperatura ambiental máxima presentó en septiembre de 2001 anomalías negativas en toda la zona norte y centro del país (18°S hasta los 36°S), hasta un valor de -1,8°C registrado en Valparaíso (33°S).

Desde los 38°S hacia el sur se observaron anomalías positivas que alcanzaron +2,4°C en Balmaceda (45°54'S). La temperatura ambiental mínima presentó anomalías negativas en la cuarta región (aproximadamente 30°S), con valores que alcanzaron los -0,4°C. Otra área que registró anomalías negativas se ubicó entre Concepción (36°S) y Puerto Montt (40°S) con valores que alcanzaron -0,8°C. El resto del país presentó anomalías positivas, con un valor máximo de +1,7°C, registrado en Santiago (33°S).

La temperatura ambiental media presentó, al igual que el promedio de temperaturas máximas, anomalías negativas desde los 18°S hasta los 36°S, con valores que alcanzaron hasta -0,7°C. Desde los 36°S hacia el sur se registraron anomalías positivas mayores a +1,0°C, principalmente en la región austral del país.

La presión atmosférica presentó anomalías positivas en gran parte del país, reflejando claramente la intensificación de la Alta Subtropical del Pacífico Sur, con anomalías que alcanzaron +0,9 hPa, con excepción de la novena región (38°S), que registró anomalías de -0,8 hPa.

El régimen pluviométrico durante septiembre se caracterizó por presentar un déficit en gran parte del país, con anomalías por sobre un 50% principalmente en la zona central. La región austral del país registró un déficit de 2%. La estación de La Serena (32°S) registró, en cambio, un significativo superávit de precipitaciones que sobrepasó el 200%.

La presencia de altas presiones caracterizó la circulación atmosférica durante septiembre en Chile. La Alta Subtropical del Pacífico Sur se presentó más intensificada que en agosto, lo cual se reflejó en las anomalías positivas de las presiones a nivel de superficie. En consecuencia, los sistemas frontales se debilitaron y sólo afectaron desde la novena región hacia el sur, principalmente durante la segunda quincena del mes, dejando un

## Chile

In september of 2001, air temperature maximum registered negative anomaly values in the north and central zone of the country (18°S to 36°S), and up to 1,8°C in Valparaíso (33°S).

From 38°S towards the south, positive anomalies of up to +2,4°C were observed in Balmaceda (45°54'S). The minimum air temperature displayed negative anomalies in the fourth region (approximately 30°S). Here, anomalies of -0,4°C were recorded. Another area of negative anomalies was located between Concepción (36°S) and Puerto Montt (40°S) with values of up to 0,8°C. The rest of the country displayed positive anomalies, with a maximum value of +1,7°C, in Santiago (33°S).

Mean air temperature anomalies, like the average of maximum temperature, registered negative values of up to -0,7°C from 18°S to 36°S. From 36°S towards the south, positive anomalies > +1,0°C were registered. Mainly in the austral region of the country.

Positive anomalies of atmospheric pressure were observed in most part of the country, reflecting clearly the intensification of the Subtropical high pressure of the South Pacific, with anomalies that reached +0,9 hPa, except in the Ninth Region (38°S), where anomalies of 0,8 hPa were recorded.

The pluviometric regime during september was characterized by a deficit in most of the country, with anomalies over 50% mainly in the central zone. The austral region of the country had a 2% deficit. The station of La Serena (32°S) registered, however, a significant surplus of precipitation that exceeded 200%.

During september, atmospheric circulation in Chile was characterized by the presence of high atmospheric pressure. The Subtropical High of the South Pacific appeared more intensified than in august. This was reflected in the positive anomalies of pressure at sea surface level. Consequently, the frontal systems were weakened and they only affected from the Ninth Region towards the south, mainly during the second half of the

significativo déficit en la zona norte y centro del país.

month, leaving a significant rain deficit in the north and central zones of the country.

## **4.2. Oceanografía**

## **4.2. Oceanography**

### **4.2.1. Características superficiales del mar**

### **4.2.1. Sea Surface characteristics**

#### **Temperatura y salinidad**

#### **Temperature and salinity**

La temperatura superficial del mar en la zona de estudio (Fig. 2) presentó un rango de variación de 13,4°C a 27,8°C. El máximo valor se registró frente a la costa de Colombia (estaciones 10 y 29), mientras que, el mínimo valor (estación 1) corresponde a la zona de Chile.

Sea surface temperatures in the study area (Fig. 2) presented a range variation of 13,4°C to 27,8°C. The maximum value was registered in front of the coastal of Colombia (stations 10 and 29), whereas, the minimum value (station 1) corresponds to zone of Chile.

En la cuenca colombiana las temperaturas fluctuaron entre 25,5°C y 28°C convirtiéndose en la superficie con mayor temperatura y menor variación térmica superficial en este estudio.

In the Colombian Basin, temperatures fluctuated between 25,5°C to 28°C, being the area with the greatest temperature and lesser surface thermal variation of the study area.

La zona ecuatorial presentó por su parte, un rango de 19°C a 25°C, evidenciando el mayor gradiente superficial de la región y una distribución de las isotermas en forma perpendicular a la costa.

On the other hand, the equatorial zone evidenced a range of temperatures between 19°C to 25°C, being the greatest surface gradient of the region and displaying the distribution of the isotherms in direction perpendicular to the coast.

Las isotermas en el litoral peruano se distribuyeron en forma paralela a la costa entre 13,7°C y 21,7°C. El primer valor se registró en el sector costero (estación 45), mientras que, el máximo (estación 2) en el sector más oceánico frente a Paíta. En el sector costero peruano entre Chicama e Ilo se ubicó también en el sector de menor temperatura con valores menores a 15°C. El sector chileno presentó una variación entre 13,4°C y 17,7°C, el máximo se encontró en la mitad norte (estación 47), y el mínimo en la latitud 24°20'S. Si bien, el mínimo se encontró en el área chilena, la zona peruana presentó una extensa zona con temperaturas menores a los 15°C que la caracterizaron como la de menor temperatura relativa de toda la zona de estudio.

The distribution of the isotherms in Peru were parallel to the coast from 13,7°C to 21,7°C. The first value was registered in the coastal sector (station 45), whereas, the maximum was in the oceanic sector in front of Paíta (station 2). From Chicama to Ilo, in the coast of Peru, was found the sector of lowest temperatures with values <15°C. The Chilean sector presented a temperature variation from 13,4°C to 17,7°C. Here, the maximum value was registered in the mid-north section (station 47), and the minimum was at 24°20'S. Although the thermal minimum was over the Chilean sector, the Peruvian zone displayed a large area with temperatures <15°C characterized as the zone of the lowest relative temperature of the study area.

La distribución de anomalía térmica superficial (Fig. 2) presentó valores entre -2°C a +2°C, sin embargo, el rango de anomalía predominante fue de -1°C a +1°C prácticamente en toda el área colombiana y desde San Juan (15°S), Perú, hasta el límite sur Chile. Los máximos positivos (> 1°C) sólo se presentaron en el sector frente a La Libertad y en un foco oceánico a 150 Km de la costa entre Ilo y San Juan.

The distribution of the sea surface thermal anomaly (Fig. 2) displayed values of -2°C to +2°C. Nevertheless, the range of the predominant anomaly was of -1°C to +1°C virtually in the whole study area. Positive anomalies were registered in Colombian and also from San Juan (15°S), in Peru, to the southern border of the Chilean sector. The positive maximum (>1°C) only appeared in from of La Libertad and in an oceanic focal

point 150 Km off the coast between Ilo and San Juan.

Las anomalías negativas presentaron en el sector oceánico de Ecuador, en la mitad norte del área peruana, hasta San Juan, y en la zona costera desde esta localidad hasta Ilo. Las aguas chilenas presentaron anomalías térmicas negativas sólo en los primeros 9,2 Km adyacentes a la costa. Los valores extremos de anomalía negativa alcanzaron los  $-2^{\circ}\text{C}$  a 700 Km de la costa ecuatoriana y también en la franja costera al sur de Chicama ( $07^{\circ}\text{S}$ ).

Negative anomalies covered the oceanic sector of Ecuador, over the northern half the peruvian area up to San Juan, and over the coastal zone from San Juan to Ilo. Negative thermal anomalies were observed in the Chilean waters only at the first 9,2 Km adjacent to the coast. Extreme negative anomalies up to  $-2^{\circ}\text{C}$  were registered 700 Km of the coast of Ecuador and also in the coastal strip south of Chicama ( $07^{\circ}\text{S}$ ).

La salinidad superficial de la zona de estudio (Fig. 3) presentó un amplio rango de valores desde 26,9 ups hasta 35,2 ups. La menor salinidad fue registrada en el sector costero colombiano (estación 16) y la máxima en la zona ecuatorial oceánica entre los  $2^{\circ}\text{S}$  y  $20^{\circ}\text{S}$  (estación 63). La lengua de alta salinidad oceánica ( $>35,0$  ups) alcanzó la costa entre los  $4^{\circ}\text{S}$  y  $9^{\circ}\text{S}$ .

Sea surface salinity across the study area (Fig. 3) showed a wide range of values from 26,9 ups to 35,2 ups. The smallest salinity was registered in the Colombian coastal (station 16) and the maximum was located at the equatorial zone between latitudes  $2^{\circ}\text{S}$  –  $20^{\circ}\text{S}$  (station 63). The oceanic salinity tongue ( $>35.0$  ups) reached the coast between  $4^{\circ}\text{S}$  to  $9^{\circ}\text{S}$ .

La baja salinidad costera frente a Colombia formó un importante gradiente halino en la capa superficial de aquel sector. En la franja de latitudes de  $6^{\circ}\text{N}$  a  $2^{\circ}\text{S}$  la variación de salinidad fue menor; sin embargo, al sur de los  $2^{\circ}\text{S}$  y hasta los  $6^{\circ}\text{S}$  se produjo un brusco aumento de la salinidad con isohalinas entre 34,5 ups y 35,1 ups que formaron un intenso frente halino asociado al frente ecuatorial. Este frente llegó hasta la latitud  $6^{\circ}\text{S}$ . De esta latitud al sur, la salinidad vuelve a tener una menor variación latitudinal, por lo que no se observan frentes en esta parte de la zona de estudio.

The low coastal salinity in front of Colombia formed an important saline gradient in the surface layer of that sector. In the belt of latitudes  $6^{\circ}\text{N}$  to  $2^{\circ}\text{S}$  salinity variation was smaller. Nevertheless, south of  $2^{\circ}\text{S}$  and isohalines of 34,5 ups to 35,1 ups, generating a strong haline front associated with the equatorial front. This front extended up to latitude  $6^{\circ}\text{S}$ . South of latitude  $6^{\circ}\text{S}$ , salinity continued to show a small variation with latitude, reason why no fronts were observed across this section of the study area.

La anomalía de salinidad (Fig. 3) registró valores que se encontraron en el rango de  $-4,3$  ups a  $+2,3$  ups. El máximo de anomalía positiva de esta variable se encontró en la costa colombiana frente a Buenaventura ( $4^{\circ}\text{N}$ ) con valores que superan las  $\pm 1,5$  ups. Otro sector de anomalías positivas se tropezó en la zona oceánica ecuatoriana, cuyos valores fluctuaron entre  $+0,1$  ups y  $+0,4$  ups, localizándose en forma de foco centrado en los  $2^{\circ}\text{S}$  y  $86^{\circ}\text{W}$ . Valores positivos de anomalía, principalmente entre 0 ups y  $+0,1$  ups, se observaron prácticamente en todo el sector chileno y parte de Perú hasta los  $15^{\circ}\text{S}$ .

Salinity anomalies (Fig. 3) were of the order of  $-4,3$  ups to  $+2,3$  ups. The salinity positive maximum was over Buenaventura, Colombia ( $4^{\circ}\text{N}$ ) with values of more than  $\pm 1,5$  ups. Another sector of positive anomalies was measured at a place centered at  $2^{\circ}\text{S}$  –  $86^{\circ}\text{W}$  over the Ecuadorian oceanic zone. Here, values ranged from  $+0,1$  ups to  $+0,4$  ups, displayed as a focal point centered at  $2^{\circ}\text{S}$  –  $86^{\circ}\text{W}$ . Positive anomalies mainly on the order of 0 ups to  $+0,1$  ups were noted practically over the whole Chilean sector and over part of Peru up to latitude  $15^{\circ}\text{S}$ .

Los valores negativos de anomalía de salinidad se encontraron en una franja ecuatorial entre  $2^{\circ}\text{N}$  y  $2^{\circ}\text{S}$  de latitud. Valores negativos de hasta  $-0,3$  ups, se observaron al este de las Islas Galápagos y en el sector

Negative salinity anomalies occurred along the equatorial band between latitude  $2^{\circ}\text{N}$  to  $2^{\circ}\text{S}$ . Negative values of up to  $-0,3$  ups, were observed to the east of the Galapagos Islands and of up to  $-0,4$  ups over the coastal sector of

costero de La Libertad, con valores de hasta – 0,4 ups. Otro sector de anomalía negativa pero de menor valor, entre 0 ups y –0,1 ups, se localizó de Chicama (7°S) a San Juan (15°S) en Perú.

La Libertad. Another sector of negative anomalies but of smaller value, 0 ups to –0,1 ups, was evidenced in Peru from Chicama (7°S) to San Juan (15°S).

#### **Distribución superficial del oxígeno disuelto**

#### **Surface distribution of dissolved oxygen**

Los valores de oxígeno superficial (Fig. 4) fueron altos en casi toda la zona de estudio, con concentraciones que superaron los 4 mL/L. Los sectores con mayor concentración relativa de oxígeno disuelto fueron: el sector ecuatoriano entre 1°S y 5°S, el sector oceánico por fuera de los 200 Km de Perú y, prácticamente todo el sector chileno que incluso presentó valores mayores a 6 mL/L. Valores menores a 4 mL/L, se registraron prácticamente en toda la línea costera peruana entre los 7°S y 17°S, encontrándose valores menores a 2 ML/L sólo entre Chicama y Callao.

Dissolved oxygen content (Fig. 4) at surface level was high in almost the whole study area, with values of more than 4 mL/L. The areas with greater dissolved oxygen content were: the Ecuadorian sector from 1°S to 5°S, the oceanic sector of Peru beyond 200 Km and, practically all the Chilean sector where values greater than 6 mL/L were recorded. Values smaller than 4 mL/L were observed along the Peruvian coastline from 7°S to 17°S. Values of less than 2 mL/L were recorded only from Chicama to Callao.

#### **4.2.2. Características subsuperficiales del mar**

#### **4.2.2. Sea subsurface characteristics**

##### **Profundidad de las isothermas de 15°C y 20°C**

##### **Depth of the 15°C and of the 20°C isotherms**

Los valores de profundidad de la isoterma de 15°C (Fig. 5) indicaron que ésta se ubicó a nivel subsuperficial en toda la zona de estudio. Desde el límite norte hasta la latitud 4°S, la profundidad de esta isoterma correspondió a valores mayores a 50 m y formó dos focos de profundidad mayor a 100 m. El primer foco con un máximo de 140 m se localizó en el sector colombiano y abarcó una extensa área. El otro foco, de menor tamaño respecto del anterior, se encontró al noreste de las Islas Galápagos con valores de profundidad que superaron levemente los 100 m.

The depth of the 15°C isotherm (Fig. 5) was located at subsurface level across the whole study area. From the northern boundary up to latitude 4°S, the depth of this isotherm was > 50 m and formed two focal points of depths > 100 m. The first nucleus, at a maximum of 140 m, was in the Colombian sector and included an extensive area. The second nucleus, of smaller area than the previous one, was to the northeast of the Galapagos Islands at depths slightly over 100 m.

Desde los 5°S y hacia el sur, las isóbatas se ubicaron en forma paralela a las costa aumentando el valor en dirección Oeste. En esta zona se observaron dos focos de máximos relativos de hasta 90 m de profundidad, el primero se ubicó entre Paita y Chicama, y, el segundo foco, frente a Antofagasta, ambos en el sector oceánico.

From 5°S towards the south, the isobaths appeared parallel to the coast, increasing in value to the west, in this zone, two focal points of relative maximums of up to 90 m depth were observed. The first one was between Paita and Chicama, the second one in front of Antofagasta, both in the oceanic sector

La isoterma de 20°C (Fig. 5) sólo se observó en el sector colombiano y ecuatoriano con valores de profundidad en el rango de 10 a 60 m. Las máximas profundidades de esta isoterma se encontraron en el sector costero frente a Buenaventura, Colombia. Las mínimas profundidades, en tanto, se

The isotherm of 20°C (Fig. 5) was observed only in the Colombian and Ecuadorian sectors with depths in the range of 10 m to 60 m. Maximum depths of this isotherm were registered in the coastal sector in front of Buenaventura, Colombia. Meanwhile, minimum depths of this isotherm with values

localizaron en una franja oceánica central sobre el área ecuatoriana, con valores menores a 20 m de profundidad. Desde los 3°S hacia el sur, los valores de temperatura en superficie o en la columna de agua fueron menores a 20°C.

### **Distribución vertical de temperatura y salinidad**

En las transectas 1 y 2 (Fig. 6), secciones perpendiculares a la costa ubicadas en el extremo norte de la zona, se observaron termoclinas fuertemente desarrolladas en la columna de agua. La transecta 1 presentó una termoclina con un gradiente de 2°C/10 m y se ubicó entre los 20 y 80 m de profundidad, mientras que, en la transecta 2, la termoclina fue aún más intensa con un gradiente cercano a 4°C/10 m entre los 30 m y 60 m de profundidad. Desde la transecta 3 hacia el sur, se observó una escasa estratificación subsuperficial, originando, por lo tanto, termoclinas más débiles a las presentadas en las transectas 1 y 2. En las transectas 6, 7 y 8, los gradientes fueron relativamente altos, 2,5°C, 2°C y 1,5°C por cada 10 m respectivamente. Sin embargo, el espesor de la termoclina no fue mayor a 20 m, es decir, más delgada que la encontrada en las transectas 1 y 2.

Las transectas 4, 5, 7 y 8 mostraron levantamientos de las isotermas en el sector costero de los primeros 40 Km y desde una profundidad promedio de 40 m.

La salinidad subsuperficial (Fig. 7) tuvo importantes y desarrolladas haloclinas en las transectas 1 y 2, con 0,3 ups y 0,7 ups/10 m, respectivamente coincidiendo con la ubicación de la termoclina. De la transecta 3 al sur, se presentaron haloclinas poco desarrolladas o bien ausentes como es el caso de la transecta 3 a 6. Las transectas restantes tuvieron una haloclina que no superó los 0,1 a 0,2 ups/10 m pero con un espesor no mayor a 20 m.

Desde las transectas 6 al sur se observaron núcleos salinos con valores comprendidos entre 34,7 ups y 34,8 ups centrados a 150 m de profundidad. Las transectas 3 y 4 presentaron una mínima variación salina (0,4 ups) entre la superficie y los 500 m de profundidad.

En la transecta, a 200 km de la costa (Fig. 8) la temperatura mostró una disminución de sus valores subsuperficiales hacia el sur con las

smaller than 20 m were found in a central oceanic strip over the Ecuadorian zone. From 3°S towards the south, the values of temperature in surface or in the water column were smaller than 20°C.

### **Vertical distribution of temperature and salinity**

Strongly developed thermoclines in the water column were found in transects 1 and 2 perpendicular to the coast on the northern end of the zone (Fig. 6). Transect 1 displayed a thermocline with a gradient of 2°C/10 m and was between 20 m to 80 m of depth. Whereas, in transect 2 the thermocline appeared even more intense with a gradient near to 4°C/10 m and between 30 m to 60 m of depth. From transect 3 towards the south, it was observed a slim subsurface stratification, originating therefore weaker thermoclines than those observed in transects 1 and 2. In transects 6, 7 and 8, gradients were relatively high and of 2,5°C/10 m, 2°C/10 m and 1,5°C/10 m respectively. Nevertheless the thickness of the thermocline was not greater than 20 m, that is to say, thinner than the one found in transects 1 and 2.

Transects 4, 5, 7 and 8 presented uplifting of the isotherms from a depth of 40 m, on the average, and on the first 40 Km of the coastal sector.

The subsurface salinity (Fig 7) presented important and web-developed haloclines in transects 1 (0,3 ups/10m) and transect 2 (0,7 ups/10 m), coincident with the position of the thermocline. From transect 3 to the south, there were present no well-developed haloclines or they were even absent as in transects 3 to 6. the remaining transects had a haloclina that did not surpass 0,1 ups to 0,2 ups/10 m but with a thickness no greater than 20 m.

From transects 6 to the south were observed saline nuclei with values ranging between 34,7 ups to 34,8 ups centered at 150 m depth. Transects 3 and 4 showed a minimum haline variation (0,4 ups) from the surface to a depth of 500 m.

In the parallel to the coast (200 Km) (Fig. 8) sea-subsurface temperature decrease southward through the rise of the isotherms of

isotermas de 11° a 14°C. Las isotermas de 8° a 10°C muestran una posición similar a los largo de toda la transecta. En la capa superficial, se observó una zonación muy clara, destacándose la ubicación de las aguas cálidas que se agrupó en el área colombiana y ecuatoriana desde la superficie hasta unos 50 m. Esta capa de mayor temperatura originó una termoclina intensa descrita en la sección anterior.

En esta misma sección paralela, la isoterma de 15°C mostró un brusco levantamiento en la estación 41 en el área peruana, formando desde la estación 33 hasta la estación 62, un sector de agua en 2°C más fría a la que está inmediatamente al norte y sur. Desde la estación 25 al sur, correspondiente al área chilena, también hubo un enfriamiento en 1°C que es mostrado por el hundimiento de la isoterma de 15° en más de 30 m.

La salinidad a lo largo de la sección (Fig. 8) mostró una capa de baja salinidad asociada a la capa de alta temperatura ubicada en aguas colombianas y ecuatorianas. Tanto el gradiente superficial hacia el norte como en la columna de agua fue intenso y está originado por salinidades de 30 ups a 32 ups en superficie. Los gradientes subsuperficiales correspondientes a la haloclina, también se ven intensificados debido a que bajo esta capa de baja salinidad superficial se encontró un núcleo de salinidad superior a 35 ups. En la estación 4, realizada en aguas peruanas, este núcleo salino alcanzó una profundidad máxima de 125 m.

Hacia el sur de la estación 4, la salinidad presentó un máximo superficial con valores de >35,0 ups a lo largo de un amplio sector de la costa peruana. Este sector también presentó salinidades altas a nivel subsuperficial alcanzando valores de 35 ups a 100 m de profundidad (estación 26) y un valor de 34,7 ups a los 500 m de profundidad. En la estación 7 y 9 del sector chileno, se observó un núcleo subsuperficial de baja salinidad que fue menor a 34,5 ups centrado en los 100 m de profundidad con un espesor de 50 m.

## 5. DISCUSION

La costa sudamericana desde Colombia hasta Perú ha presentado durante el último año anomalías negativas de temperatura superficial del mar, mientras que, en la zona oceánica del Pacífico Tropical Central aparecieron en los últimos meses, aguas de características cálidas. Por otro lado, a nivel

11°C to 14°C. The isotherms of 8°C to 10°C were at a similar depth along the entire transect. In the surface layer, a very clear zonation was evidenced, standing out warm waters located in the Colombian and Ecuadorian area from the surface to about 50 m depth. This surface layer of greater temperature originated the presence of a strong thermocline referred to in the previous section.

In this same parallel section, the isotherm of 15°C show an abrupt rise in station 41 of the Peru area, generating from station 33 to station 62, a colder water zone of 2°C colder than the ones to the north and to the south. From station 25 southward, in the Chilean area, was also evidenced a cooling of 1°C as shown by the deepening of the isotherm of 15°C to more than 30 m.

The salinity throughout the section (Fig. 8) showed a layer of low salinity associated with de layer of high temperature located in the waters of Colombia and Ecuador. The surface gradient towards the north as well as in the water column was strong and was originated by surface salinities of 30 ups to 32 ups. The subsurface gradients corresponding to the halocline were also intensified because under this layer of low surface salinity was found a nucleus of salinity greater than 35 ups. In station 4, Peruvian waters, this saline nucleus reached a maximum depth of 125 m.

Towards the south of station 4, throughout a wide sector of the Peruvian coast, the salinity displayed a surface maximum with values >35,0 ups. This sector also presented high salinities at subsurface level, reaching values of 35 ups to 100 m depth (station 26) and 34,7 ups to 500 m depth. In stations 7 and 9 of the Chilean sector, a subsurface nucleus of less than 34,5 ups centered at 100 m depth and with a thickness of 50 m was observed.

## 5. DISCUSSION

The South American coast, from Colombia to Peru, during the last year presented negative sea surface temperature anomalies, whereas, in the Central Tropical Pacific in the last months appeared waters of warm characteristics. On the other hand, the equatorial zone at subsurface level between 60

subsuperficial, entre 60 m y 130 m de profundidad en la zona ecuatorial se presentaron también valores de anomalía térmica positiva entre +1,0°C y +2,0°C durante el mes de septiembre. Estas anomalías positivas fueron menos intensas en agosto y más aún en el sector oriental, en ese mismo mes, también aumentaron las anomalías negativas de la temperatura del mar.

El frente ecuatorial se encontró en su posición habitual, correspondiendo su límite sur a la isoterma de 19°C y su límite norte a la isoterma de 25°C (1°N a 4°S). Desde el frente ecuatorial al norte se presentaron Aguas Tropicales Superficiales (ATS) (Fig. 9).

Las anomalías térmicas indicaron el predominio de valores menores a <1°C que se encuentran dentro del rango de variación normal, situación que se apreció a lo largo de gran parte de la zona de estudio. Se destacó la presencia de anomalías negativas entre 1°C y -2°C en la zona oceánica ecuatorial, formando una franja de baja temperatura que se localizó al sur de la línea ecuatorial hasta los 4°S.

La lengua de agua fría estacional con temperaturas de 18°C a 20°C, indicó un comportamiento normal de la Corriente de Humboldt, la que durante el mes de septiembre mostró una fuerte presencia en la franja costera sudamericana.

La anomalía de salinidad mostró también un predominio de valores bajos (<0,2 ups), desde los 5°S hacia el sur, situación que puede considerarse dentro de los rangos normales de variación pero con una tendencia a valores bajo la media climatológica.

Sin embargo, al norte de esta latitud, se encontraron anomalías mayores que alcanzaron +0,4 ups en la zona oceánica de Ecuador y hasta 2 ups en la zona costera de Colombia frente a Buenaventura.

Las precipitaciones durante el mes de septiembre en la costa colombiana se presentaron bajo el promedio mensual en un 60% (BAC 132), generando anomalías positivas de salinidad y temperatura debido al menor aporte de agua dulce a la costa llegadas por el escurrimiento y/o precipitación directa.

Por otra parte, las anomalías positivas de temperatura y negativas en salinidad encontradas en el Golfo de Guayaquil, fueron

m to 130 m of depth displayed positive thermal anomalies of +1°C to +2°C during the month of September. These positive anomalies were less intense in august and even lesser in the eastern sector. In September also the negative sea surface temperature anomalies increased.

The equatorial front was at its normal position, corresponding the south boundary to the isotherm of 19°C and the north boundary to the isotherm of 25°C (1°N to 4°S). From the equatorial front to the north were observed Tropical Surface Waters (TSW) (Fig. 9).

The thermal anomalies denoted the predominance of values smaller than <1°C, within the range of normal variation, situation that was verified throughout most part of the study area. In the Ecuadorian ocean zone was evident the presence of negative anomalies between -1°C to -2°C, forming a strip of low temperature that was located to the south of the equatorial line up to 4°S.

The seasonal cold water tongue with temperatures of 18°C to 20°C denoted a normal behavior of the Humboldt Current, current that during the month of september had a strong presence along the South American coastal strip.

The salinity anomaly also showed a predominance of low values (<0.2 ups), from 5°S southward, situation that can be considered within the normal range of variation but with a tendency to values below the climatologic mean.

Nevertheless to the north of this latitude, anomalies greater than +0,4 ups were found in the oceanic zone of Ecuador and up to +2 ups in the coastal zone of Colombia in front of Buenaventura.

Rainfall during the month of september in the colombian coast was 60% under the monthly average (BAC 132), generating positive salinity and temperature anomalies due to the small contribution of fresh water to the coast arriving by runoff and/or by direct precipitation.

On the other hand, the positive temperature anomalies and negative salinity anomalies found in the Gulf of Guayaquil were in

consecuencia de una entrada a ese sector costero de aguas oceánicas cálidas y de baja salinidad provenientes del noroeste. En este mismo sentido, cabe señalar que la región ecuatoriana no presentó precipitaciones significativas durante el mes de septiembre (BAC 132), situación normal para el mes, y por lo tanto no existe un mayor aporte de aguas dulces al golfo que expliquen por esta causa las anomalías negativas en salinidad.

Debe considerarse, sin embargo, que los promedios de Levitus utilizados en el cálculo de las anomalías están separados cada un grado de latitud y longitud, lo que es poco preciso para determinar valores de anomalía en sectores con fuertes gradientes como es el caso del Golfo de Guayaquil y la costa colombiana, debido a que una leve variación de temperatura y/o salinidad en un punto determinado puede entregar valores altos de anomalía. Por lo tanto, las magnitudes de anomalías respecto de la climatología de Levitus, encontradas en ambos sectores, pueden que no sean representativas, no obstante éstas entregan una clara tendencia de la situación presente.

En la figura 5 a, se presenta la profundidad de la isoterma de 15°C con valores desde 10 m en las costas central y sur del Perú hasta 130 m de profundidad frente a Tumaco. En Colombia, esta isoterma presentó un comportamiento normal. En el sector costero ecuatoriano esta distribución fue homogénea y se ubicó entre 50 y 70 m; sólo al sur este de las Islas Galápagos se observaron profundidades de hasta 100 m asociadas con la presencia de una onda Kelvin (BAC). Al sur, frente a Perú y Chile, las isólineas presentaron una distribución paralela a la costa con valores mínimos en el margen costero indicando una configuración normal de la Corriente de Humboldt con el desarrollo de surgencia costera propia de la estación. En el sector oceánico por fuera de los 100 m se evidenció el hundimiento de la isoterma de 15°C asociada con la presencia moderada de AST superficiales (5°S – 9°S) hasta 15°S y 22°S.

El hundimiento de la isoterma de 15°C mayor a 90 m de profundidad en el sector oceánico frente a Paita y Antofagasta, fue consecuencia de giros anticiclónicos que provocaron una elevación del nivel del mar y por lo tanto, la profundización de las isotermas. Los giros en el sector oceánico de Sudamérica frente a Chile y Perú son frecuentes por la interacción de la Corriente de Humboldt y la

consequence of an input of warm oceanic waters of low salinity from the northwest. In this respect, it is possible to indicate that the Ecuadorian region did not have significant precipitation during the month of September (BAC 132), a normal situation for this month. Therefore, there was not a greater contribution of fresh waters to the Gulf of Guayaquil to explain the negative salinity anomalies found there.

It must be considered, nevertheless, that the averages of Levitus used in the calculation of the anomalies are separated by one-degree of latitude and longitude. For this, there is little precise information to determine the values of anomalies in sectors with strong gradients, as it is the case of the Gulf of Guayaquil and the Colombian coast. This is because a slight variation in temperature or salinity at a certain position can provide high anomaly values. Therefore, the magnitudes of anomalies respect to the climatology of Levitus, found in both sectors, could be not representative. Nevertheless, they provide a clear tendency of the present situation.

In figure 5 is shown the depth of the isotherm of 15°C, with values of 10 m depth in the central and south coasts of Peru down to 130 m depth in front of Tumaco. In Colombia, this isotherm displayed a normal behavior. In the Ecuadorian coastal sector, this distribution was homogenous and it was located between 50 m to 70 m water depth. Only to the southeast of the Galapagos Islands the isotherm of 15°C was observed at depths of up to 100 m associated with the presence of a Kelvin wave (BAC). To the south, in front of Peru and Chile, the isolines presented a distribution parallel to the coast with minimum values in the coastal margin, indicating a normal configuration of the Humboldt Current with the development of coastal upwelling typical of the season. In the oceanic sector out of 100 m was evidenced the deepening of the 15°C isotherm associated with a moderated presence of TSW between 5°S to 9°S (with projection to 15°S) and 22°S.

The deepening of the 15°C isotherm at depths greater than 90 m, in the oceanic zone off Paita and Antofagasta, was a consequence of anticyclone gyres that caused a rise of the sea level and therefore a deepening of the isotherms. Gyres in the oceanic sector of South America in front of Chile and Peru are frequent because of the interaction of the Humboldt Current with the Peru – Chile

Contracorriente Perú – Chile (Strub et al., 1998).  
Countercurrent (Strub et al., 1998).

La franja de anomalía negativa de temperatura, salinidad y de menor contenido de oxígeno disuelto (Fig. 2, 3 y 4) en la costa peruana, es indicativa y consecuencia de un intenso proceso de surgencia que abarcó desde Ilo hasta Chicama, extendiéndose a un amplio sector oceánico, formando una lengua de agua fría hacia el oeste que supera los 300 Km de distancia de la costa. En la franja costera junto a Paita se presentó la misma situación pero en menor grado, que si bien no es tan intensa como la de Ilo a Chicama también se extiende hacia el sector oceánico superando los 200 km de la costa, ampliando con esto la franja de anomalías negativas hacia el oeste y dejando un pequeño foco de anomalías positivas ( $<+1^{\circ}\text{C}$ ) en el centro de ambas áreas de surgencia.

La información de intensidad del viento, en la franja costera de Perú durante el mes indica que éste se presentó favorable a la surgencia con anomalías positivas de intensidad entre  $+0,5$  m/s a  $+2$  m/s en Chimbote y Paita, respectivamente (BAC 132). Dentro del área de surgencia señalado, las anomalías de salinidad se presentaron también negativas indicando la participación de Aguas de origen Ecuatorial Subsuperficial (AEES) en el afloramiento costero, lo que es demostrado por la ubicación de las estaciones 41, 33 y 62 en el diagrama t-s (Fig. 9).

En la figura 8 se pareció también que la salinidad tiene en las estaciones 4 a 65 un máximo subsuperficial ( $>35,0$  ups) perteneciente a agua de tipo AST (Fig. 9) ubicado en los 50 y 80 m bajo el frente ecuatorial, originando una termoclina y haloclina más intensa de lo que ocurre hacia el norte. En la estación 4 este máximo alcanzó los 130 m de profundidad. Entre las estaciones 51 a 4, la AST se encontró bien desarrollada en superficie afectando a la temperatura y salinidad de toda la columna de agua y causó la profundización de estas isolíneas.

El núcleo de mínima salinidad ubicado en el extremo sur de la zona a 100 m de profundidad en la estación 7 y 9 (Fig. 8) pertenece a una capa de ASAA (Fig. 9) que se desplaza hacia el norte a un nivel subsuperficial.

Este núcleo de mínima salinidad es observable entre las transectas 6 a 8 a una profundidad

The strip of negative salinity temperature anomaly, and of low dissolved oxygen content in the peruvian coast (Fig. 2, 3 and 4), is indicative and a consequence of an intense upwelling process that took place from Ilo to Chicama, spreading out to an wide oceanic sector and developing a cold water tongue towards the west that extends more than 300 Km from the coast. In the coastal strip next to Paita the same situation appeared but in a smaller scale that, even though it was not as intense as the one developed from Ilo to Chicama, it also extended towards the oceanic sector in more than 200 km from the coast, thus enlarging the strip of negative anomalies towards the west and leaving a small focal point of positive anomalies ( $<+1^{\circ}\text{C}$ ) in the center of both upwelling areas.

The information of wind intensity during this month, in the coastal strip of Peru, indicates that winds were favorable to upwelling with positive wind anomalies of  $+0,5$  m/s to  $+2$  m/s found in Chimbote and Paita respectively, (BAC 132). Within the observed area of upwelling, salinity anomalies were also negative indicating the participation of Equatorial Subsurface Waters (ESSW) in the upwelling process, which is shown by the location of stations 41, 43 and 62 in the t-s diagram (Fig. 9).

In figure 8 it is also evident a subsurface salinity maximum ( $>35,0$  ups) at 50 m to 80 m depth (stations 4 to 65) under the Equatorial Front, belonging to waters of TSW type (Fig. 9), originating a more intense thermocline and halocline than the one to the north. In station 4 this maximum reached a depth of 130 m. Between stations 4 to 51, the TSW was well developed in the surface, affecting to the temperature and salinity on the entire water column and producing the deepening of these isolines.

The nucleus of minimum salinity in the south end of the zone at 100 m depth in stations 7 and 9 (Fig. 8) belongs to a SAAW layer (Fig. 9) which is moving towards the north at subsurface level.

This nucleus of minimum salinity is visible between transects 6-8 to a variable depth of

variable de 30 a 80 m, aumentando su espesor en dirección sur.

between 30 m to 80 m, increasing its thickness southward.

La surgencia en la costa peruana tiene efectos hasta más allá de los 200 km y también a nivel subsuperficial como se observa en la estación 41 presentada en la figura 8, lo que se demuestra por el brusco levantamiento de las isotermas de 15°C y 16°C y las isohalinas de 34,9 ups y 35,0 ups. En la costa chilena, rodeando la península de Mejillones (23°30'S) se presentaron también anomalías negativas de temperatura menores a 1°C, que indican la presencia de surgencias de intensidad normal para la época (Braun, et al, 2001).

The upwelling in the coast of Peru has effects beyond 200 km and also at subsurface level as observed in station 41 (Fig. 8), which is explained by the abrupt rise of the 15°C and 16°C isotherms and of the 35,0 ups and 34,9 ups isohalines. In the Chilean coast, surrounding the peninsula de Mejillones (23°30'S), negative temperature anomalies of less than 1°C were also found, indicating the presence of upwelling of normal intensity for the period (Braun et al, 2001).

La disminución de la temperatura y salinidad que se observa en la capa superficial desde la transecta 25 al sur en el sector chileno, se debe a que la capa de AST que se desplaza hacia el sur llega con su máxima intensidad hasta la latitud 19°30'S. Desde esa latitud al sur se mezcla fuertemente con ASAA y en la costa con AESS, por lo que ambas variables disminuyen su valor notoriamente.

The temperature and salinity decrease observed in the surface layer from transect 25 to the south (chilean sector), is because of the TSW layer in its southward movement arrives with maximum intensity up to latitude 19°30'S. From this latitude southward, TSW mixes strongly with de SAAW and near the coast with ESSW. This is the reason why both variables notably decrease in value.

Las anomalías subsuperficiales de temperatura, de hasta +4°C, se encuentran hasta los 110°W en el sector ecuatorial, lo que está fuera de la zona de estudio pero que corresponde a uno de los principales indicadores del desplazamiento de aguas cálidas hacia el continente americano (BAC 132).

In the equatorial sector, subsurface temperature anomalies of up to +4°C were found as far as 110°W, outside of the study area. This corresponds to one of the main indicators of the warm water displacement towards the american continent (BAC 132).

La costa colombiana presentó un déficit de lluvias de un 60% durante el mes de septiembre y durante el mes de agosto solo llovió un 2% de lo esperado en la estación de Tumaco. Lo anterior sería causa del aumento en la salinidad superficial en la cuenca colombiana.

In september, the colombian coast had a rainfall deficit of 60%. In august, at the station of Tumaco, it rained only 2% of what was expected. This deficit of precipitation would be related to an increase of sea surface salinity over the Colombian basin.

## 6. CONCLUSIONES

## 6. CONCLUSIONS

El Frente Ecuatorial en septiembre de 2001, estuvo bien desarrollado y se ubicó en la posición habitual con valores característicos para la época.

In september 2001 the Equatorial Front was well developed, located at its normal position displaying normal values for the period.

En la zona oceánica, en general, existe un predominio de valores de anomalías con valores bajos que indican una tendencia a la normalidad térmica y salina de la región. Las zonas con anomalías negativas de temperatura y positivas en salinidad ubicadas en el sector ecuatorial entre los 500 y 1000 km de la costa mostraron una intrusión de aguas frías y más salinas desde el sur que son transportadas por la Corriente de Humboldt.

Low anomaly values, in general, were predominant over the oceanic region, denoting a tendency to recover to the normal conditions of temperature and salinity. The areas with negative anomalies of temperature and positive anomalies of salinity, located at the equatorial zone between 500 km and 1000 km off the coast, showed an intrusion of colder and more saline waters from the south transported by the Humboldt Current.

La Corriente de Humboldt presentó un comportamiento normal para la época, lo que se expresa en un descenso de las anomalías térmicas y salinas en el sector durante los últimos meses.

The Humboldt Current had a normal behavior for the period. This is denoted by a decrease of the thermal and saline anomalies in the area during the latest months.

La contracorriente ecuatorial ha transportado agua más cálida y menos salina a la costa ecuatoriana, lo que se traduce en anomalías positivas en temperatura y negativas en salinidad en aquel sector.

Equatorial Countercurrent has transported warmer and less saline waters to the Ecuadorian coast, thus generating positive temperature anomalies and negative salinity anomalies in that sector.

La interacción de la Corriente de Humboldt y Contracorriente Ecuatorial se manifestó por anomalías negativas del nivel del mar. La anomalía del nivel del mar en la estación La Libertad señaló una paulatina disminución de las anomalías negativas, lo que indica que, la circulación hacia el norte de la Corriente de Humboldt iniciaba un proceso de debilitamiento, información coincidente con la disminución de los valores de anomalía térmica y salina en la región.

Interaction of the Humboldt Current with the Equatorial Countercurrent was evidenced by sea level negative anomalies. Sea level anomalies recorded at La Libertad station denoted a gradual decrease of negative anomalies, an indication that the northward circulation of the Humboldt Current started a weakening process. This is coincident with the decrease of thermal and saline anomalies in the region.

La costa colombiana presentó un déficit de lluvias de un 60% durante el mes de septiembre y durante el mes de agosto sólo llovió un 2% de lo esperado en la estación de Tumaco. La salinidad superficial en la cuenca colombiana presentó anomalías positivas.

In september, the colombian coast had a rainfall deficit of 60%. In august, at the station of Tumaco, it rained only 2% of what was expected. Positive sea surface salinity anomalies were observed over the Colombian basin.

El sector peruano se caracterizó por presentar una intensa surgencia que disminuyó notablemente los valores de temperatura hasta una distancia de 400 km de la costa, aportando agua de origen ecuatorial subsuperficial a la superficie.

The peruvian sector was characterized by the presence of a strong upwelling that notably decreased the temperature over a distance of 400 km off the coast, furnishing waters of equatorial subsurface origin to the surface.

## **7. PERSPECTIVAS**

## **7. OUTLOOK**

Las características térmicas y salinas en la región ecuatorial indicaron que no hay evidencias que señalen la presencia de condiciones cálidas asociadas a El Niño durante el mes de septiembre. No obstante lo anterior, la disminución paulatina de la intensidad de la Corriente de Humboldt señala el inicio de un ligero calentamiento, propio del período estacional.

The thermal and saline conditions prevailing over the equatorial region reflected no evidence of the presence of warm conditions associated with El Niño during september. Nevertheless, the gradual weakening of the Humboldt Current indicates the beginning of a slow warming, characteristic of the period.

## **8. AGRADECIMIENTOS**

## **8. ACKNOWLEDGMENTS**

Queremos expresar nuestro especial agradecimiento a las instituciones que en cada país financiaron cada uno de los cruceros, lo que conllevó a que el 4° Crucero Regional Conjunto fuese una realidad.

We would like to express our special gratitude to the participating institutions of each country, which financed the cruises, making possible the execution of the 4° Regional Joint Research.

En Colombia: a la Armada Nacional, Dirección General Marítima y al Centro Control

Colombia: to the National Navy, through the General Maritime Administration, and to the

Contaminación del Pacífico.

Pacific Contamination Control Center.

En Ecuador: al Instituto Oceanográfico de la Armada y al Instituto Nacional de Pesca.

Ecuador: to the Oceanographic Institute of the Navy, and the Fisheries National Institute.

En Perú: al Instituto del Mar del Perú y a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

Peru: to the Peruvian Marine Research Institute, and the Direction of Hydrography and Navigation of the Navy.

En Chile: al Instituto de Fomento Pesquero (Proyecto FIP N° 2001-01 "Monitoreo de las Condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones", año 2001).

Chile: Fisheries Development Institute (Project FIP N° 2001-01 "Monitoring of the bio-oceanographic Conditions in Regions I and II", 2001).

De la misma manera, queremos hacer extensivo nuestros agradecimientos a los señores comandantes, personal técnico – científico y tripulantes participantes en los buques de investigación utilizados en este Cuarto Crucero Regional Conjunto.

We also to thank the commanders, crew, and the all participating scientific staff on board of the research vessels taking part in the execution of this Fourth Joint Regional Cruise.

## 9. BIBLIOGRAFIA

Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo y V. Catasti. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II regiones. Año 2001. Segundo Informe de avance, Crucero Septiembre 2001. Proyecto FIP N° 2001-01. IFOP.

Carrit, D. and J. Carpenter, 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of Winkler method for determination of dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24: 286-318.

CPPS, 2001. Boletín de Alerta Climático, BAC N° 127 (abril), 128 (mayo), 129 (junio), 130 (julio), 131 (agosto), 132 (septiembre).

Grados, C., 1989. Variabilidad de Régimen Hídrico del Codo Peruano-Chileno. Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. Viña del Mar, 9-13 mayo, 1988. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Rev. Pacífico Sur (Número especial).

Grados, C., 1989. D. Loarte, R. Alegre, 2001. Condiciones oceanográficas frente a las costas del Perú en mayo 2000. Inf. Instit. Mar del Perú N° 163: 7-18, 7-18 p.

Levitus, S., R. Burgett and T.P. Boyer. 1994. World Ocean Atlas 1994. Volume 3: Salinity NOAA Atlas NESDIS 3. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C. 99 pp.

Levitus, S., R. Burgett and T.P. Boyer. 1994. World Ocean Atlas 1994. Volume 4: Temperature NOAA Atlas NESDIS 4. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C. 117 pp.

Strub, P.T., J. Mesías, V. Montecinos, J. Rutland and S. Salinas. 1998. Coastal Ocean Circulation off western south America. Coastal Segment (6,E). The sea Vol.11. Chapter 10.

CPPS, Tercer Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en mayo de 2000. Informe Final R. Martínez, E.Zambrano, L. Pizarro, M. Braun y L. Otero.

CPPS, Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en mayo de 1999. Informe Final L. Pizarro, J.L. Blanco, R. Martínez y A.R. Pineda.

CPPS, Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en mayo de 1998. Informe Final J.L. Blanco, L. Pizarro, T. De la Cuadra, G.A. Camacho, R. Martínez y J. Quintana.

**ANEXO 1**

**CRUCEROS REALIZADOS POR CADA PAIS, FECHAS, NUMERO DE ESTACIONES Y VARIABLES MEDIDAS**

| <b>País</b> | <b>Buque</b>  | <b>Fechas de Inicio/término</b>                     | <b>Instituciones Participantes</b> | <b>Variables Medidas</b>   | <b>Estaciones Realizadas</b> |
|-------------|---|---|------------------------------------|--|------------------------------|
| Colombia    | ARC<br>"Providencia"  | 27/08/01-<br>17/09/01                               | CCCP                               | Meteorología<br>CTD,<br>Oxígeno<br>Fito – Zoo<br>(red)<br>Fito agua<br>Nutrientes<br>Clorofila | 41                           |
| Ecuador     | B/I "Orion"<br>B/I "Tohalli"                                    | 17/09/01-<br>09/10/01<br>30/08/01-<br>11/09/01      | INOCAR<br>INP                      | Meteorología<br>CTD,<br>Oxígeno<br>Fito – Zoo<br>(red)<br>Fito agua<br>Nutrientes<br>Clorofila | 84                           |
| Perú        | B/I "José<br>Olaya"<br>B/I<br>"Humboldt"<br>B/I "José<br>Olaya" | 30/08/01-<br>28/09/01<br>11-26/09/01<br>03-21/10/01 | IMARPE                             | Meteorología<br>CTD,<br>Oxígeno<br>Fito – Zoo<br>(red)<br>Fito agua<br>Nutrientes<br>Clorofila | 65                           |
| Chile       | B/I "Carlos<br>Porter"  | 14/09/01-<br>29/09/01                               | IFOP                               | Meteorología<br>CTD,<br>Oxígeno<br>Zoo, Ictio,<br>Cufes,<br>Clorofila,<br>Hidroacústica        | 64                           |

## **ANEXO 2**

### **INSTITUCIONES Y PERSONAL CIENTÍFICO PARTICIPANTES EN EL CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACIFICO SUDESTE REALIZADO EN SEPTIEMBRE DE 2001**

### **INSTITUTION AND SCIENTIFIC PERSONNEL THAT PARTICIPATED IN THE FOURTH SOUTHEASTERN PACIFIC JOINT REGIONAL OCEANOGRAPHIC RESEARCH CRUISE CONDUCTED IN SEPTEMBER 2001**

#### **A.- INSTITUCIONES EJECUTORAS**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>COLOMBIA:</b>             | Centro Control de Contaminación del Pacífico, CCCP                               |
| <b>ECUADOR:</b>              | Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR<br>Instituto Nacional de Pesca, INP |
| <b>PERU:</b>                 | Instituto del Mar del Perú, IMARPE   |
| <b>CHILE:</b>                | Instituto de Fomento Pesquero, IFOP  |
| <b>COORDINACIÓN GENERAL:</b> | Comisión Permanente del Pacífico Sur, CPPS                                       |

## B.- PERSONAL PARTICIPANTE

|  |
|--|
| <p><b>Luis Otero Díaz, TN Jefe de Crucero – CCCP</b></p> <p><u>Personal del Centro de Control de Contaminación del Pacífico – CCCP</u></p> <p>De Lisa Armando, TF. Ingrid García Hansen, Blga. Luz Angela Castro, Quim. León Fullea, Subof. Paul Yuber, Subof. Oscar Fajardo, Subof. Demys Rozo, Subof. <b>Juana Solís, Quim. IMARPE – Perú Jorge Páez, TN, Armada del Perú</b></p>  |
| <p><b>Luis Burgos, Quím, Jefe de Crucero – INOCAR</b></p> <p><u>Personal del Instituto Oceanográfico de la Armada – INOCAR</u></p> <p>Juan José Nieto, Oce, Sonia Recalde, Oce. Leonor Vera, Oce. Gladis Torres, Blga. Antonio Rodríguez, Quím. María del Carmen Gamboa, Quím. Vidal Mero, Met. Washington González, Met. Rosa Méndez, Met. <b>Hernán Reyes Rivas, Oce. Bárbara Jacob IFOP – Chile</b></p> <p><u>Personal de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Biología</u></p> <p>Thania Calderón, Blga., Vanesa Franco F., Blga., Mariuxi Mero V., Blga., Elsa Salazar L., Blga., Tanya Morán, Quím.</p> <p><u>Personal de la Universidad Central de Quito</u></p> <p>Diana Marroquín, Diego Chacón</p> |
| <p><b>Telmo de la Cuadra, Oce. Jefe de Crucero – INP</b></p> <p><u>Personal del Instituto Nacional de Pesca</u></p> <p>Patricia Macías, Oce., Robert Buchelli, Blgo., Manuel Díaz, Blgo., Fedra Solano, Blga., Jimmy González, Blgo., Narciso Pin, Blgo.</p> <p><u>Personal de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador</u></p> <p>Fernando Vargas, Blgo., Francisco Navarrete, Blgo.</p>  |
| <p><b>PERU: BIC “José Olaya”</b></p> <p>Soledad Guzmán Cárdenas, Blga. Jefe de Crucero – IMARPE</p> <p><u>Personal del Instituto del Mar del Perú</u></p> <p>Margarita Girón Gutiérrez, Blga., Roberto Quesquén Liza, Bach., César Fernández Ojeda, Bach., Yasmín Escudero Véliz, Bach., Oscar Lozano Rubio, Téc., Miguel Angel Perea de la Matta, Blgo., Carlos Enrique Goicochea Vigo, Blgo., Javier Sánchez Espinoza, Bach., Cristhian Bustamante Mori, Téc., Francisco Ganoza Chozo, Ing., Salvador Peraltilla Neyra, Ing., Amado Che Cruz García, Ing., Enrique Tello Alejandro, Ing., Georgina Flores Gonzáles, Ing., Martín Campos Rivas, Téc.</p>  |
| <p><b>Raúl Castillo Rojas, Blgo., Jefe de Crucero – IMARPE</b></p>   |

Personal del Instituto del Mar del Perú

Luis Mariategui Rosales, Blgo., Juan Antón Gómez, Téc., Luis Caccha Alegría, Blgo., Octavio Morón Antonio, Ing., José Tenorio Calderón, Téc., Luis Quipuzcoa Olguin, Blgo., Martín Salazar Céspedes, Ing., Aníbal Aliaga, Ing., Adolfo González Salas, Ing., Julio Alarcón Vilca, Ing., José Wasiw Gutarra, Ing.

***Mariano Gutiérrez Torero, Ing., Ramiro Castillo Valderrama, Ing., Jefe de Crucero – IMARPE***

Personal del Instituto del Mar del Perú

Teobaldo Dioses Romero, Ing., Salvador Peraltilla Neyra, Ing., Manuel Flores García, Ing., Martín Cornejo Urbina, Blgo., Julio Alarcón Vélez, Ing., Gilella Verástegui Macurí, Ing., Miguel Ñiquen Carranza, Blgo., Javier Sánchez Espinoza, Blgo., Patricia Moquillaza Donayre, Blga., Alejandro Echeverría Cazorla, Blgo., Gladis Castillo Mendoza, Blga., Liliana Ayala Ayala, Blga., Raúl Sánchez Escaglioni, Blgo., Luis Pizarro Pereyra, Oce., Miguel Sarmiento Díaz, Téc., Margarita Girón Gutiérrez, Blga., Aníbal Aliaga Rosales, Ing., Amado Cruz García, Ing., Alberto Ruiz Otero, Bach., Roberto Vargas Reina, Ing., Rafael Ossio Quispe, Ing., José Pellón Farfán, Tlgo., Jorge Zuzunaga Ramos, Ing., Cristian Bustamante Mori, Téc., Pablo Saravia Torres, Ing., Luis Mariátegui Rosales, Blgo., Aquiles García Godos Naveda, Blgo., Luis Santillán Corrales, Blgo., Luis Vásquez Espiniza, Ing., José Córdova Garayar, Ing., Oscar Lozano Rubio, Téc., ***Robinson Casanova Rosero, Quím, CCCP- Colombia***

Personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú – DHN

Eloy Miguel Rodríguez, Ing., Giovanna Pinto Alcarraz, Ing., Rolando Tasayco Arias, OM2.

Personal del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI

Teresa Vilca, MSc

Personal del Japan Deep Sea Trawler Association JDSTA-JAPON

Luis Kawano, Takahisa Mituhasi, Takahashi Masafumi, Toru Hayakawa, Eiji Okutou

Personal de la Universidad Agraria La Molina - UNALM

Alfonso Reynaga Mamani, Gina María Rojas Monroy

Personal de la Universidad Nacional del Callao – UNAC

July Montoya Vargas, Milagros Franco Meléndez, Víctor Vicuña Ubillus, Herald Portugal Falcón, José F. Sánchez Carrión (Guacho)

Personal de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM

Carlos Barco Blanco, Iván Sipión Guerra

***Mauricio Braun Alegría, Blgo., Jefe de Crucero – IFOP***

Personal del Instituto de Fomento Pesquero de Chile

Jorge Castillo Pizarro, Ing. Pes., Víctor Catasti Barraza, Ing. Pes., Guillermo Galindo Pérez, Téc., Alejandra Gómez, Téc., Carlos Mendoza, Asis., Alfredo Niklitschek, Elec., ***Christian Naranjo Padilla, Blgo. INOCAR - Ecuador***

### ANEXO 3

#### COMITÉ COORDINADOR DEL CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE, REALIZADO EN SEPTIEMBRE DE 2001

#### COORDINATING COMMITTEE OF THE FOURTH JOINT REGIONAL OCEANOGRAPHIC RESEARCH CRUISE IN THE SOUTHEASTERN PACIFIC CARRIED OUT IN SEPTEMBER 2001

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Colombia:</b> | Tn Luis Otero Díaz                                 |
| <b>Ecuador:</b>  | TNNV-UN Rodney Martínez                            |
| <b>Perú:</b>     | Ing. Luis Pizarro                                  |
| <b>Chile:</b>    | Blgo. Mauricio Braun Alegría – Coordinador Técnico |
| <b>CPPS:</b>     | Dr. Manuel Flores, Coordinador General             |

### ANEXO 4

#### INTERCAMBIO DE CIENTÍFICOS A BORDO DE LOS BUQUES

#### INTERCHANGE OF SCIENTIFIC ON BOARD IN THE PARTICIPANTS SHIPS

| CIENTÍFICO DE |   | EMBARCADO EN |                                     |
|---------------|---|--------------|-------------------------------------|
| 1.            | <b>COLOMBIA</b><br>Quím. Robinson Casanova Rosero | 1.           | BIC "Humboldt" <b>(PERU)</b>        |
| 2.            | <b>CHILE</b><br>Oce. Hernán Reyes Rivas           | 2.           | B/I "Orión" <b>(ECUADOR)</b>        |
| 3.            | <b>ECUADOR</b><br>Blgo. Christian Naranjo Padilla | 3.           | B/I "Carlos Porter" <b>(CHILE)</b>  |
| 4.            | <b>PERU</b><br>Quím. Juana Luz Solís Acosta       | 4.           | ARC "Providencia" <b>(COLOMBIA)</b> |



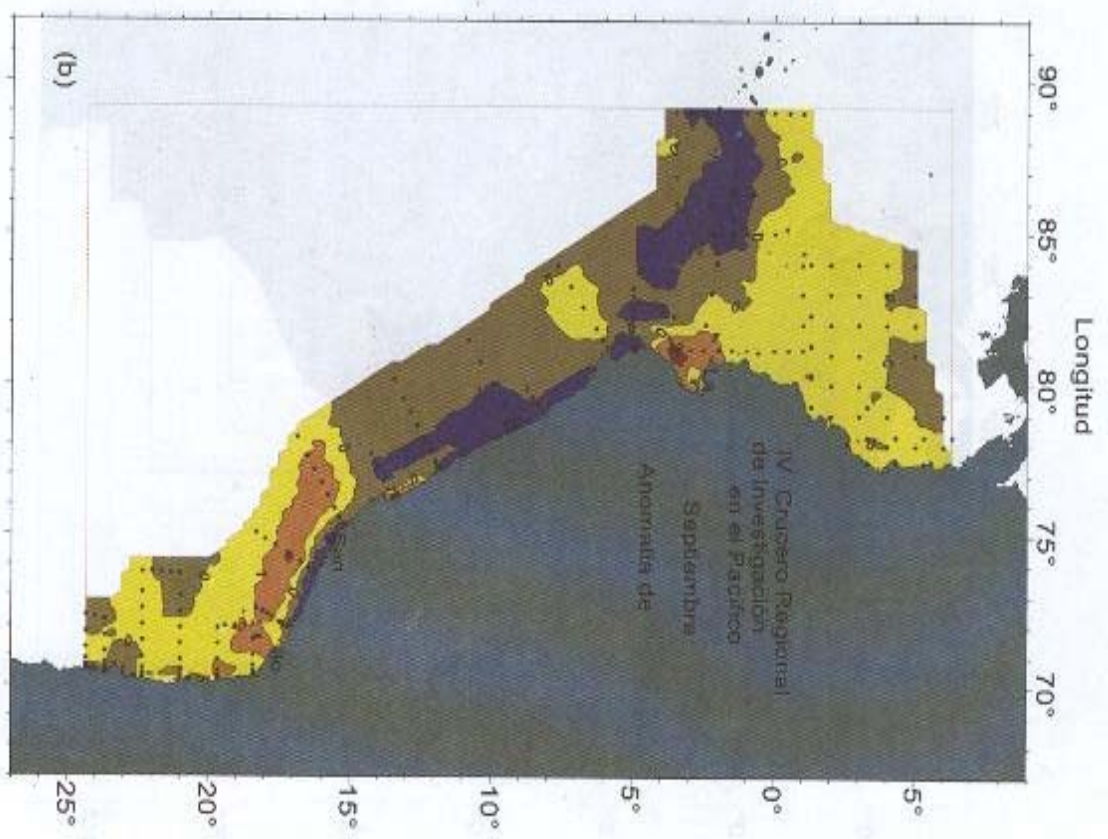
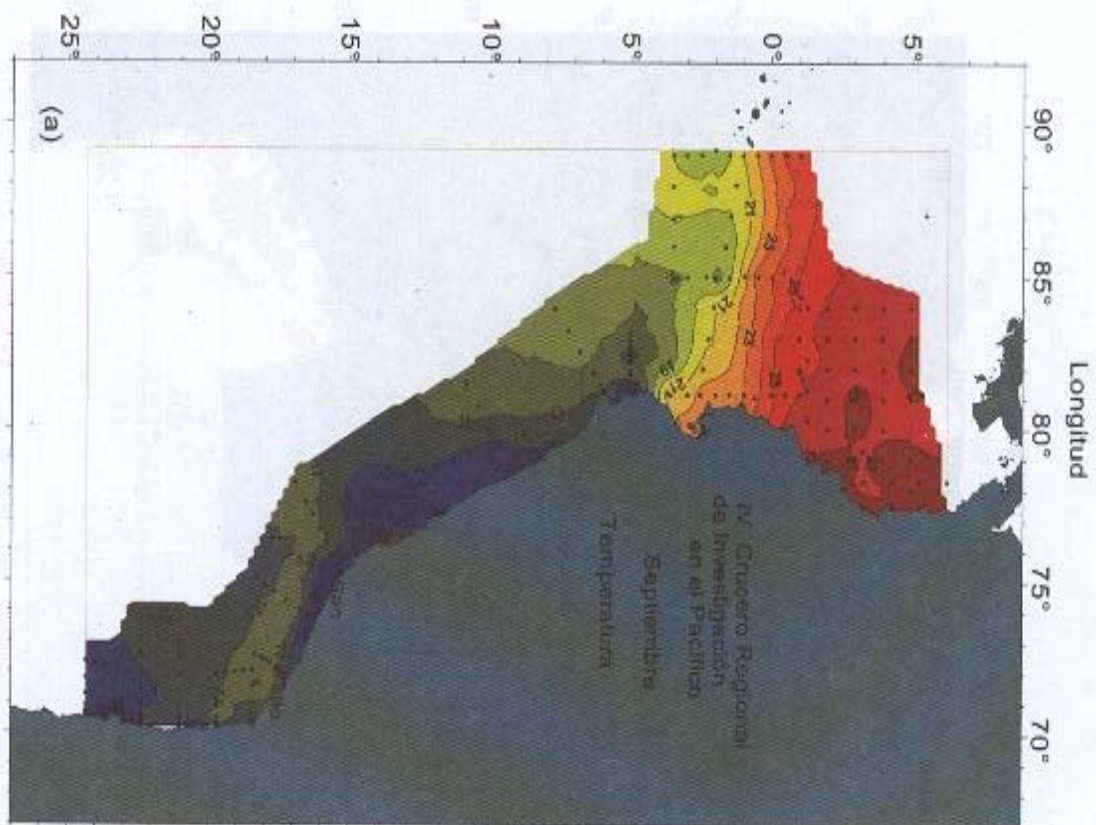


Figura 2.- Distribución superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y b) anomalía térmica ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante el IV Crucero Septiembre

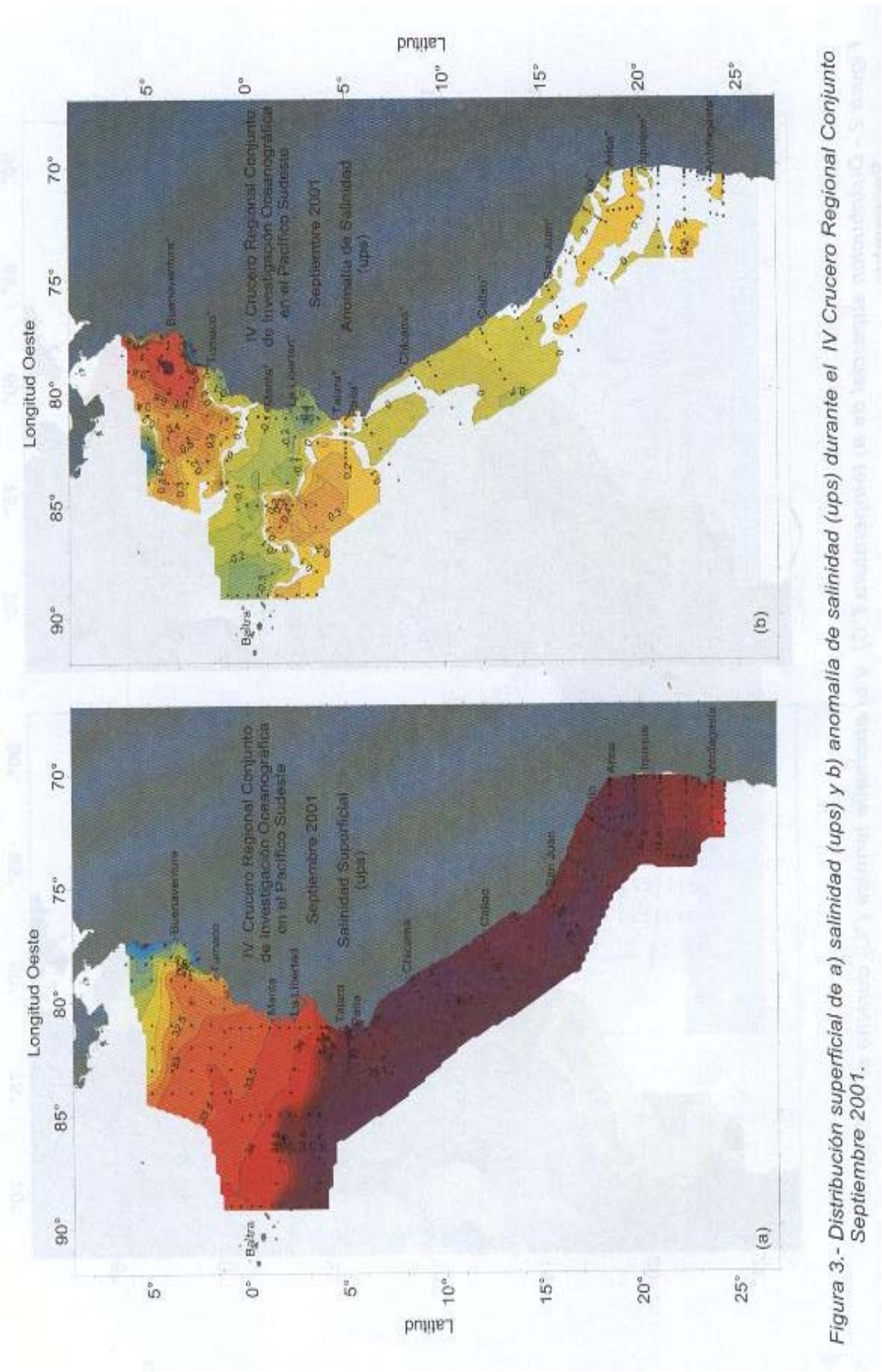


Figura 3.- Distribución superficial de a) salinidad (ups) y b) anomalía de salinidad (ups) durante el IV Crucero Regional Conjunto Septiembre 2001.

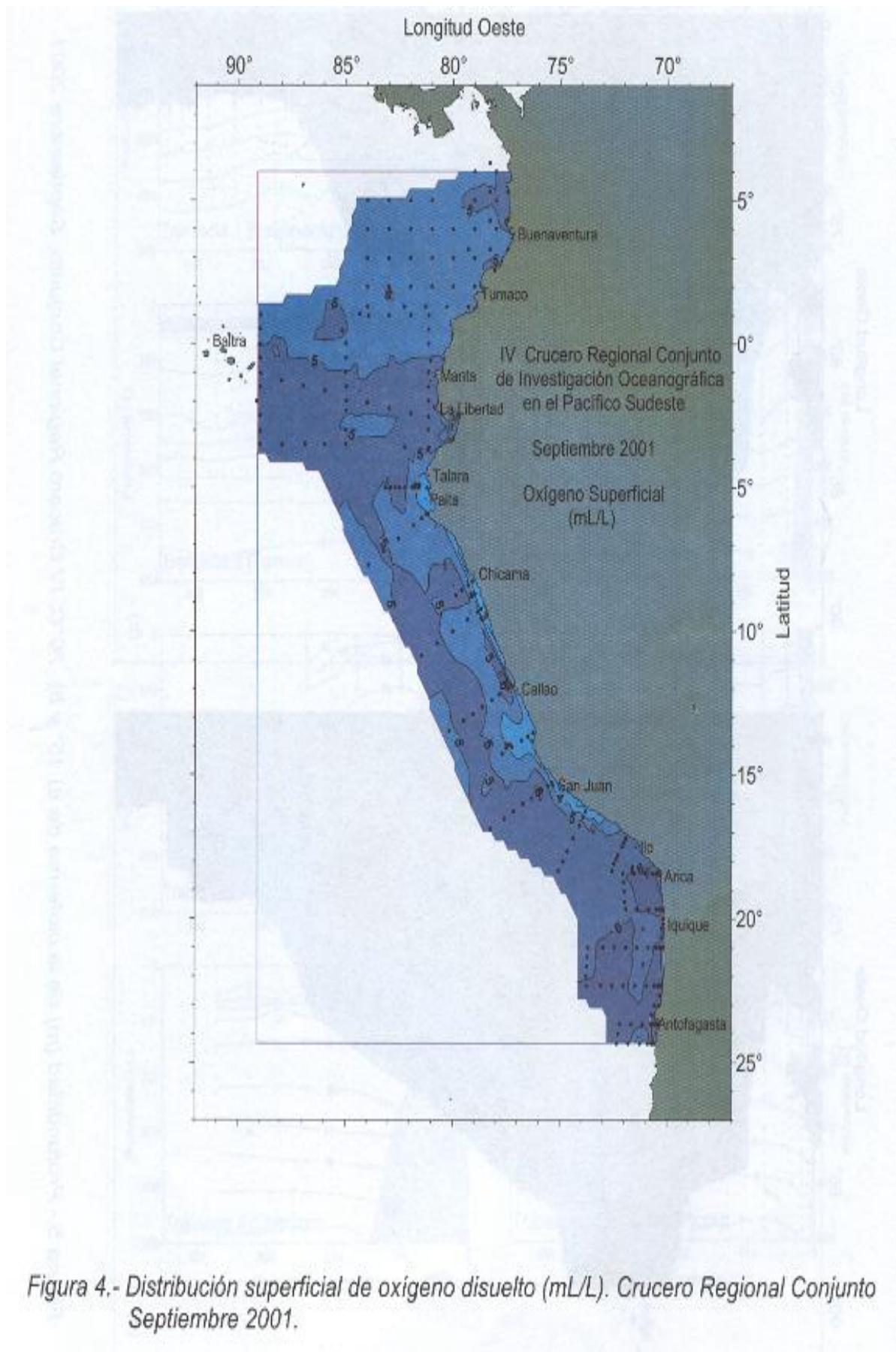


Figura 4.- Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L). Crucero Regional Conjunto Septiembre 2001.

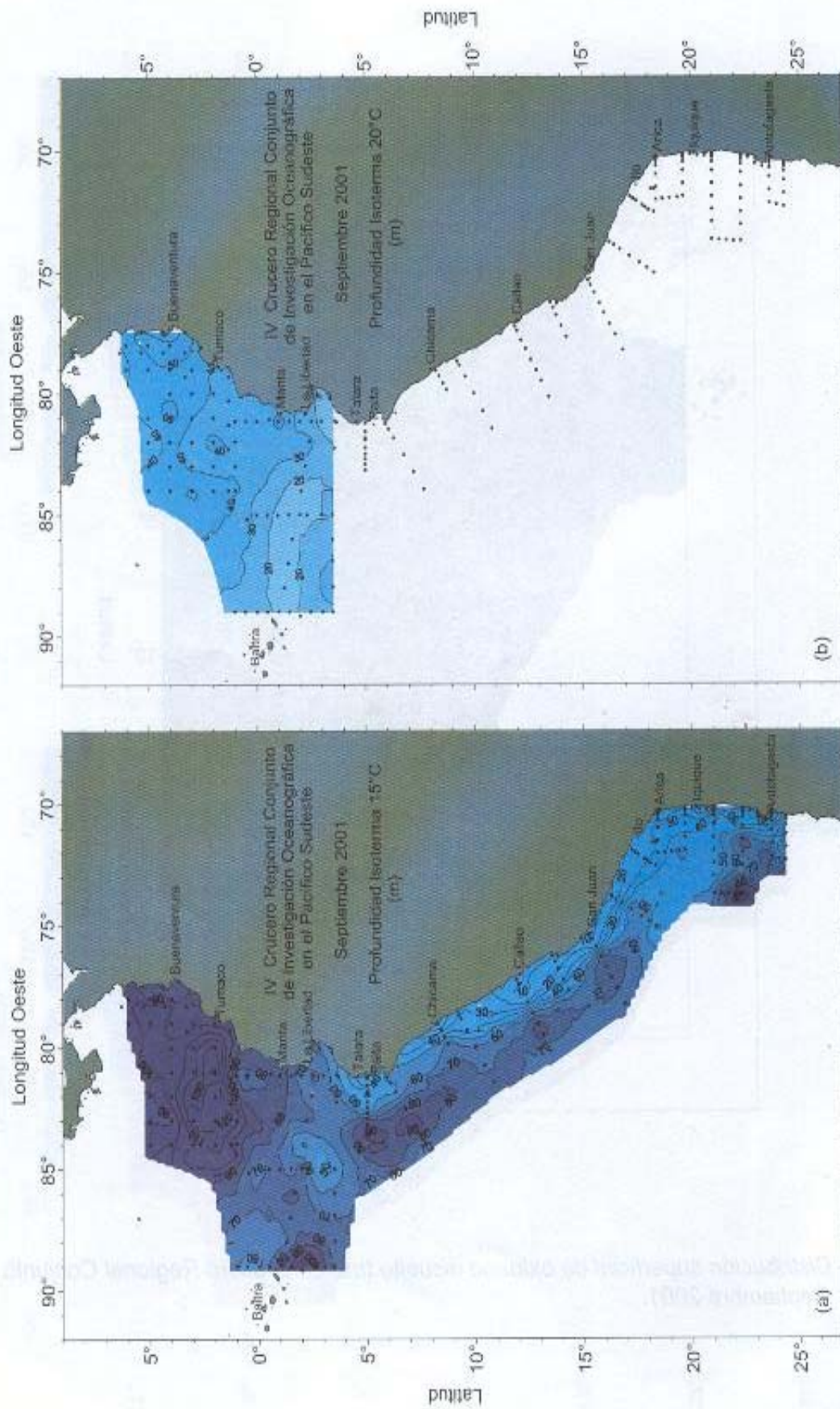


Figura 5.- Profundidad (m) de la isoterma de a) 15° y b) 20°C. IV Crucero Regional Conjunto. Septiembre 2001.

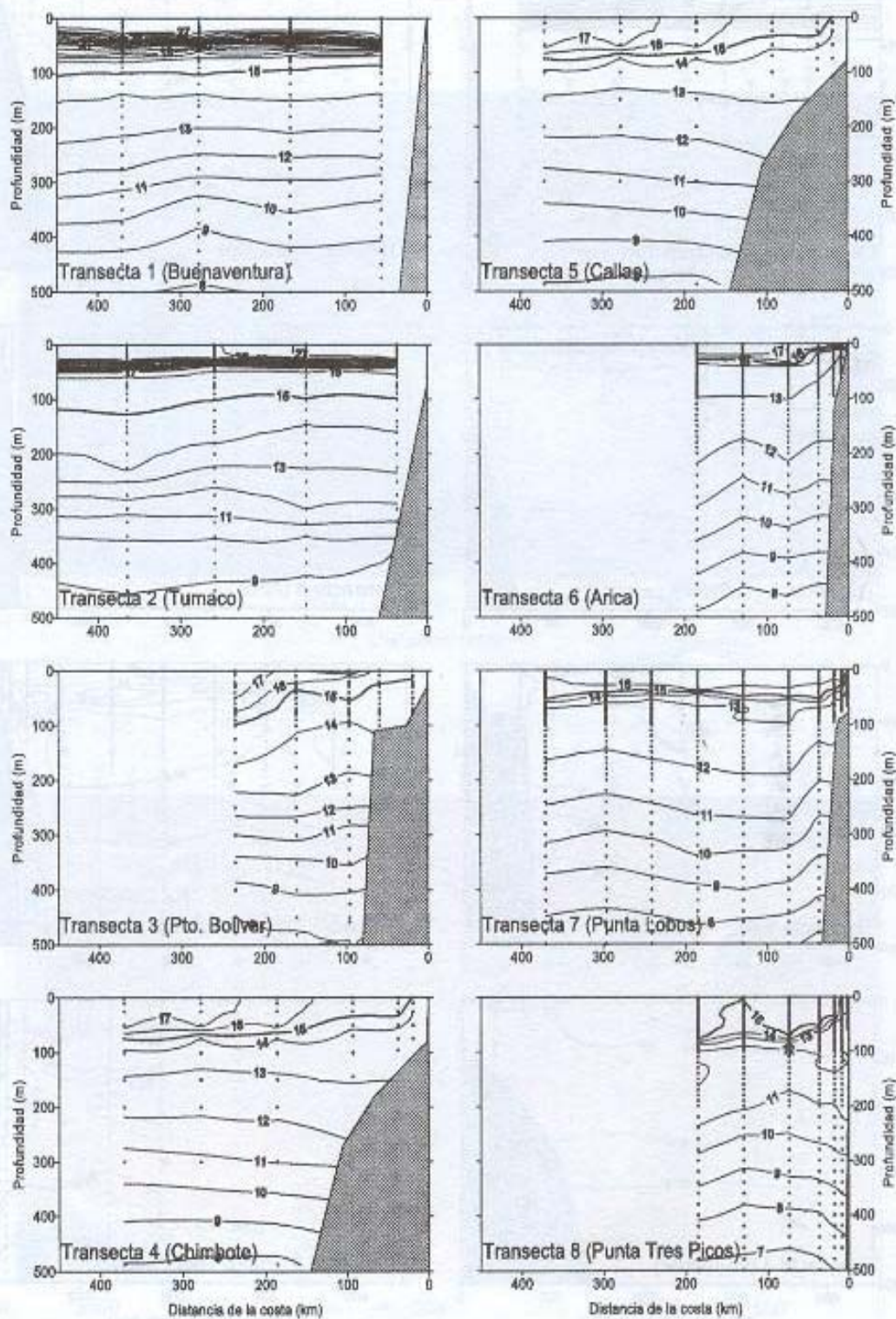


Figura 6.- Distribución vertical (m) de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa. IV Crucero Regional Conjunto. Septiembre 2001.

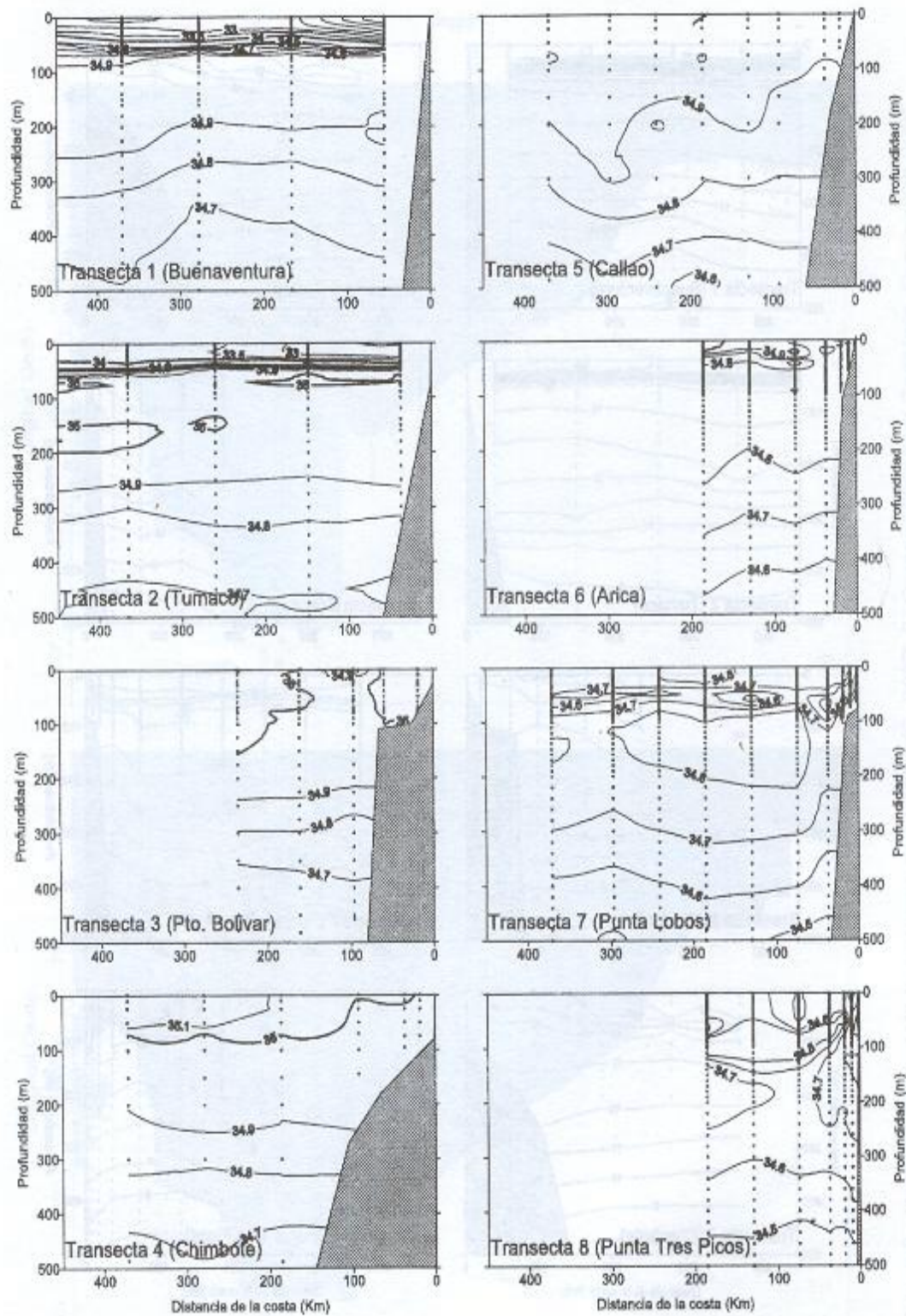


Figura 7.- Distribución vertical (m) de salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa. IV Crucero Regional Conjunto. Septiembre 2001.

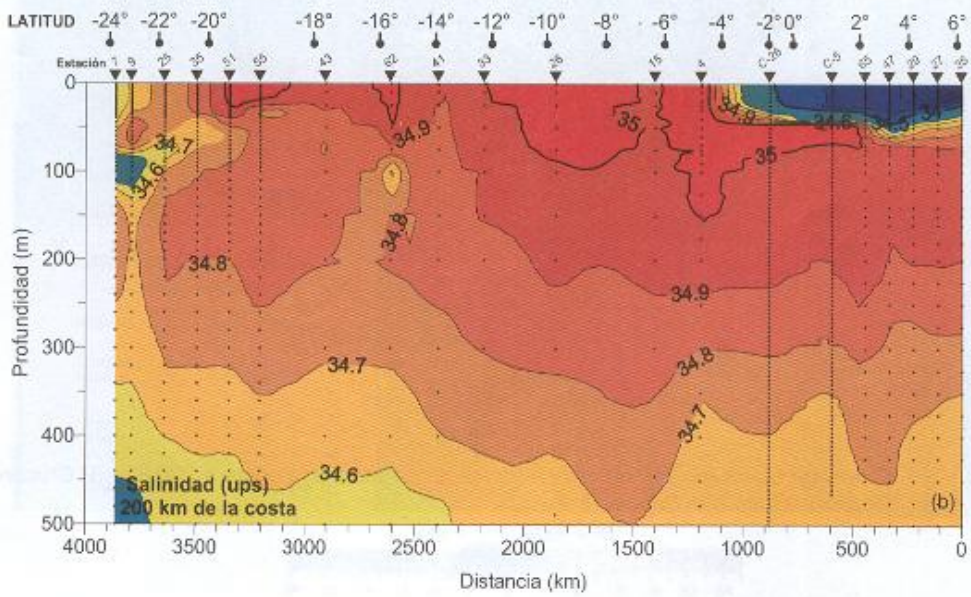
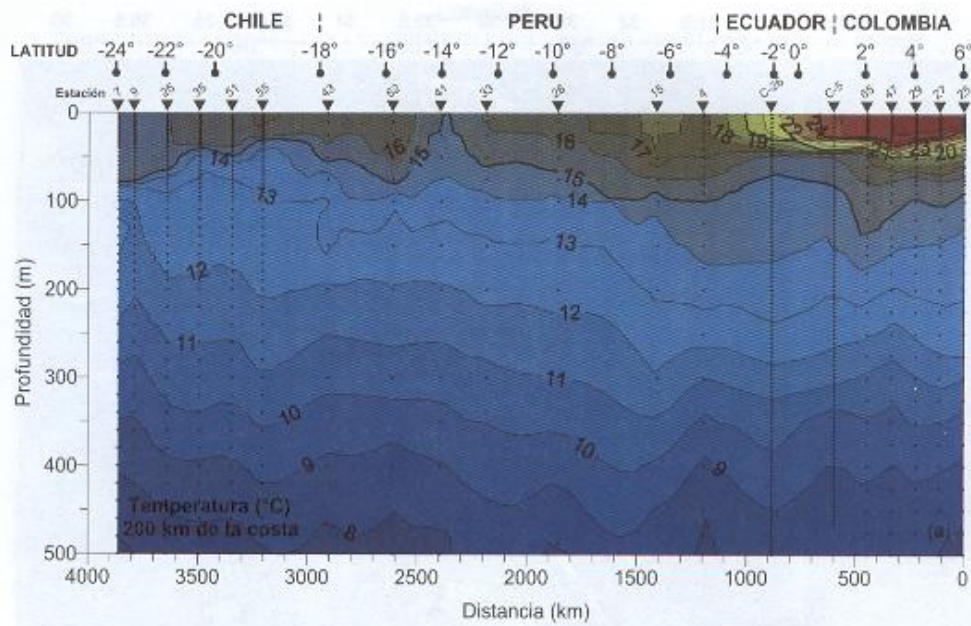


Figura 8.- Distribución vertical (m) de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y b) salinidad (ups) en la transecta paralela a 200 km de la costa de Sudamérica. IV Crucero Regional Conjunto. Septiembre 2001.

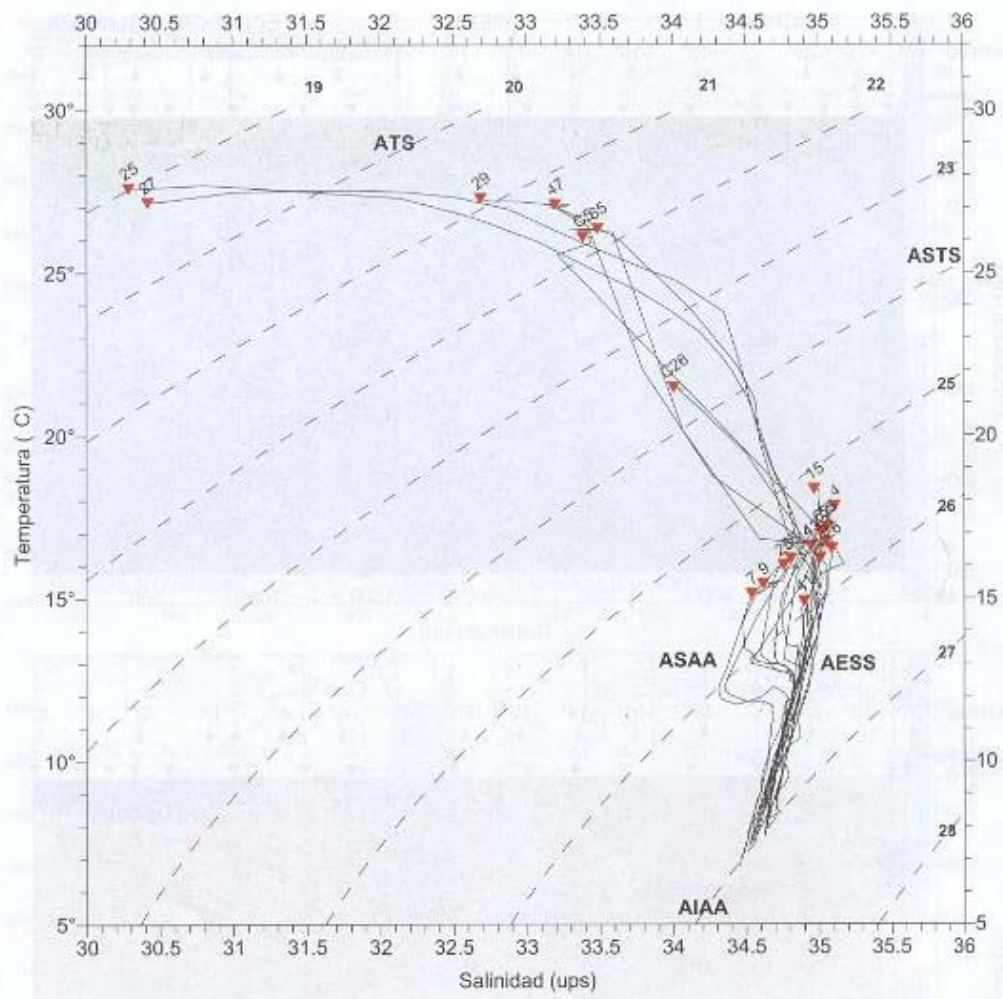


Figura 9.- Diagrama t-s de las estaciones en transecta paralela a la costa a 200 km. IV Crucero Regional Conjunto. Septiembre 2001.

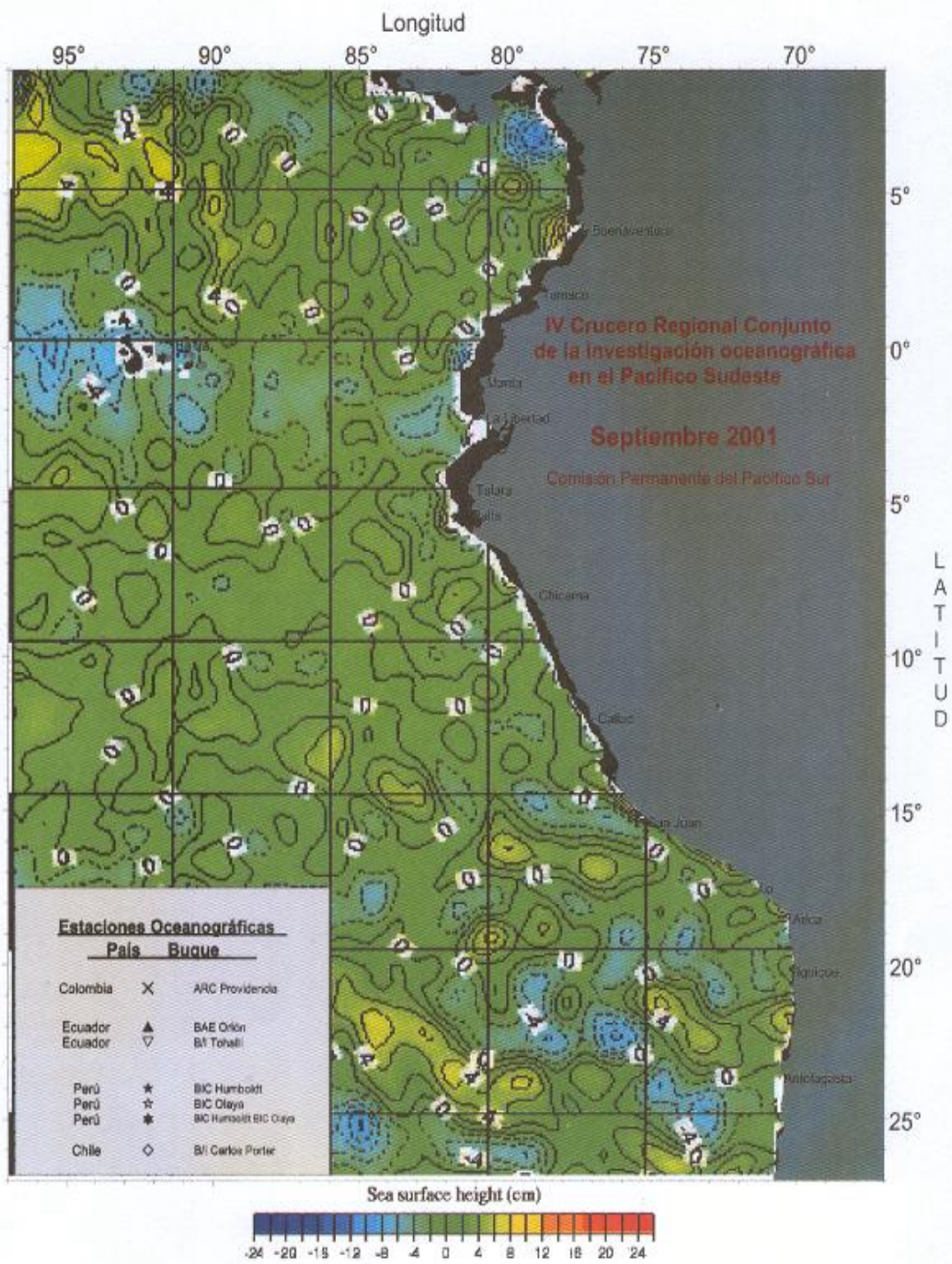


Figura 10.- Anomalia del nivel del mar (cm). Satélites TOPEX y ERS-2. Análisis del CCAR