



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

*QUINTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN
OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE,
REALIZADO EN SEPTIEMBRE DE 2002
FIFTH REGIONAL SOUTHEAST PACIFIC JOINT OCEANOGRAPHIC
RESEARCH CRUISE, CONDUCTED IN SEPTEMBER - OCTOBER 2002*

*INFORME FINAL
FINAL CRUISE REPORT*

*Secretaria General
Guayaquil, Ecuador, Mayo de 2003*



**COMISION PERMANENTE DEL PACIFICO SUR (CPPS)
CHILE – COLOMBIA- ECUADOR - PERU**

**QUINTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN
OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE
REALIZADO EN SEPTIEMBRE DE 2002**

**FIFTH SOUTHEASTERN PACIFIC JOINT REGIONAL
OCENOGRAPHIC RESEARCH CRUISE
CONDUCTED IN SEPTEMBER 2002**

INFORME FINAL

FINAL CRUISE REPORT

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

INDICE

	Pág.
PRESENTACIÓN.....	6
1. RESUMEN	7
2. INTRODUCCIÓN.....	8
3. METODOLOGÍA.....	9
4. RESULTADOS.....	10
4.1. Meteorología.....	10
Colombia.....	10
Ecuador.....	11
Perú.....	11
Chile.....	11
4.2. Oceanografía.....	13
4.2.1. Características superficiales del mar:	
Temperatura, salinidad y oxígeno.....	13
4.2.2. Características subsuperficiales:	
Profundidad de las isotermas de 15°C y 20°C.....	17
Distribución vertical de temperatura y salinidad.....	17
5. DISCUSIÓN.....	19
6. CONCLUSIONES.....	23
AGRADECIMIENTOS.....	25
REFERENCIAS.....	26

ANEXOS

I. Cruceros efectuados por cada país, fechas, número de estaciones y variables medidas.....	28
II. Instituciones y personal científico participante en el V Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre 2002.....	29
III. Comité Coordinador del V Crucero Regional, realizado en septiembre y octubre de 2002.....	33
FIGURAS.....	34

CONTENT

	Pág.
PRESENTATION.....	6
1. SUMMARY.....	7
2. INTRODUCTION.....	8
3. METHODOLOGY.....	9
4. RESULTS.....	10
4.1. Meteorology.....	10
Colombia.....	10
Ecuador.....	11
Peru.....	11
Chile.....	11
4.2. Oceanography.....	13
4.2.1. Sea Surface Characteristics:	
Temperature, salinity and oxygen.....	13
4.2.2. Subsurface Characteristics:	
Depth of the 15°C and 20°C Isotherms.....	17
Vertical distribution of temperature and salinity.....	17
5. DISCUSSION.....	19
6. CONCLUSIONS.....	23
ACKNOWLEDGEMENTS.....	25
REFERENCES.....	26
ANNEX	
I. Cruises carried out by country, dates, number of stations and variables measured.....	28
II. Institutions and scientific personnel participating in the V Cruise, carried out in September 2002.....	29
III. Coordinating Committee of the V Cruise, carried out in September 2002.....	33
FIGURES.....	34

GLOSARIO DE TERMINOS TÉCNICOS

ACC: Agua Costera Colombiana	IFOP: Instituto de Fomento Pesquero
ACF: Agua Costera Fría	INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
AES: Agua Ecuatorial Superficial	INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada
AESS: Agua Ecuatorial Subsuperficial	INP: Instituto Nacional de Pesca
AIAA: Agua Intermedia Antártica	INEMAR: Instituto de Investigaciones Marítimas
ARC: Armada Colombiana	IOS: Índice de Oscilación del Sur
ASS: Agua Superficial Subtropical	MN: Millas náuticas
ASAA: Agua Sub Antártica	NMM: Nivel Medio del Mar
ATS: Agua Tropical Superficial	NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
BAC: Boletín de Alerta Climático	OD: Oxígeno Disuelto
B/I: Buque de Investigación	TA: Temperatura del Aire
BIC: Buque de Investigación Científica	TAO: Tropical Arrangement Ocean
CCAR: Colorado Center for Astrodynamics Research	TOGA: Tropical Ocean Global Atmosphere
CCCP: Centro Control de la Contaminación del Pacífico	T-S: Temperatura – Salinidad
CORPESCA: Corporación de Pesca	TSM: Temperatura Superficial del Mar
CPPS: Comisión Permanente del Pacífico Sur	UMNG: Universidad Militar de Nueva Granada
CTD: Conductivity Temperature and Deep	UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura
DHN: Dirección de Hidrografía y Navegación	UPS: Unidades Prácticas de Salinidad
ENOS: El Niño Oscilación del Sur	ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical
HPa: hecto Pascal	
IDEAM: Instituto de Estudios Ambientales	
IMARPE: Instituto del Mar del Perú	

TECHNICAL NAMES GLOSSARY

CW: Colombian Coastal Waters	IFOP: Fisheries Development Institute
CCW: Coastal Cold Water	INAMHI: National Institute of Meteorology and Hydrology
SEW: Surface Equatorial Water	INOCAR: Oceanographic Institute of the Navy
SSEW: Subsurface Equatorial Water	INP: National Fishing Institute
AAIW: Antarctic Intermediate Water	INVEMAR: Marine Research Institute
ARC: Colombian Army	SOI: Southern Oscillation Index
STSW: Subtropical Surface Water	NM: Nautical Mile
SSW: Subantartic Surface Water	MSL: Mean Sea Level
STW: Surface Tropical Water	NOAA: National Oceanographic and Atmospheric Administration
BAC: Climatic Alert Bulletin	DO: Dissolved Oxygen
B/I: Research Vessel	AT: Air Temperature
BIC: Scientific Research Vessel	TAO: Tropical Arrangement Ocean
CCAR: Colorado Center for Astroynamics Research	TOGA: Tropical Ocean Global Atmosphere
CCCP: Pacific Center for Pollution Control	T-S: Temperature – Salinity
CORPESCA: Fishing Corporation	SST: Sea Surface Temperature
CPPS: Permanent Commission for the Southeast Pacific	UMNG: New Granada Military University
CTD: Conductivity Temperature and Deep	UNESCO: United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization
DHN: Hydrographic and Navigation Direction	Psu: practical salinity units
ENSO: “El Niño” Southern Oscillation	ITCZ: Intertropical Convergence Zone
HPa: Hecto Pascal	
IDEAM: Environmental Studies Institute	
IMARPE: Peruvian Marine Research Institute	

PRESENTACION

La Secretaría General de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) tiene el agrado de presentar el Informe Final del Quinto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, cumplido en septiembre y octubre de 2002 y coordinado por la CPPS.

Esta nueva exploración constituyó una continuación de los esfuerzos de los Países Miembros para obtener un mayor conocimiento de la región. El informe contiene la evaluación de las condiciones oceanográficas y meteorológicas en el Pacífico Sudeste durante septiembre y octubre de 2002, período en el cual, el área mostró características normales.

Este Quinto Crucero, enriqueció el valor comparativo con respecto de las condiciones imperantes durante el Primer Crucero, efectuado en mayo de 1998, con la presencia de un Fenómeno El Niño intenso, del episodio frío La Niña evaluado en el Segundo Crucero en mayo de 1999, del episodio La Niña en fase de terminación en el Tercer Crucero y del Cuarto Crucero, ejecutado bajo condiciones de normalidad, debido a que, en este Quinto Crucero Regional, fue posible identificar la presencia de un evento cálido El Niño en el Pacífico Central Ecuatorial, antes de su llegada a aguas del Pacífico Sudeste, lo que facilita la predicción de un evento cálido de débil a moderado, que tendría su etapa de madurez hacia diciembre de 2002 y primeros meses de 2003.

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 Quinta exploración marina, que muestra un creciente mejoramiento en su planificación y realización. La Secretaría General manifiesta además su especial reconocimiento a los integrantes del Comité Coordinador del Crucero.

PRESENTATION

It is a pleasure for the General Secretary of the Permanent Commission for the South Pacific (CPPS) to present the Fifth Regional Southeast Pacific Joint Oceanographic Research Cruise, carried out in september and october 2002 and coordinated by CPPS.

This new exploration constituted a coordinated effort of the Members Countries to improve the knowledge of the region. The report contains the evaluation of the oceanographic and meteorological conditions in the Southeast Pacific between September and October 2002, period in which the area showed normal characteristics.

The Fifth Cruise enriched the comparative value respect to the conditions that prevailed during previous cruises. In the First Cruise, carried out in may 1998, "El Niño" event was present. The cold "La Niña" episode characterized the Second Cruise in may 1999, and its ending phase the Third Cruise. The Fourth Cruise was performed under normal conditions. Since in this Fifth Regional Cruise was possible to identify the presence of a warm "El Niño" event in the Central Equatorial Pacific before its arrive to the Southeast Pacific, the forecast of a weak to moderate event, with a mature stage expected by December 2002, was facilitated.

The General Secretary expresses his acknowledge to the Governments through the CPPS National Sections, the participant technical institutions, scientists, command personnel, technicians and crew, because their valuable contribution to this Fifth marine exploration, that shows a steady improvement in its planning and execution. Moreover, the General Secretary manifests his special acknowledge to the members of the Cruise Coordinating Committee.

Embajador Fernando Alzate Donoso
Secretario General de la CPPS

**QUINTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO
DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN
EL PACÍFICO SUDESTE, REALIZADO EN
SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 2002**

**FIFTH REGIONAL SOUTHEAST PACIFIC
JOINT OCEANOGRAPHIC RESEARCH
CRUISE, CONDUCTED IN SEPTEMBER –
OCTOBER 2002**

**Comportamiento Meteorológico y
Oceanográfico en el Pacífico Sudeste
durante septiembre – octubre de 2002**

**Meteorological and oceanographic
behavior in the Southeastern Pacific during
september – october 2002**

1. RESUMEN

1. SUMMARY

En el presente informe se analizan las condiciones oceanográficas y meteorológicas obtenidas durante los cruceros locales ejecutados, en septiembre y comienzos de octubre de 2002, por Colombia, Ecuador, Perú y Chile, Países Miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), en el marco del Quinto Crucero Regional Conjunto. El principal objetivo de este crucero es la continuación del monitoreo oceanográfico del Pacífico Sudeste. En esta oportunidad se realizaron 280 estaciones oceanográficas cubriendo un área comprendida entre 7°N y 25°S entre la costa y 480 MN mar afuera aproximadamente, en las cuales, se realizaron mediciones de temperatura y salinidad con CTD hasta 500 m de profundidad, muestreos hidroquímicos y biológicos y recopilación de datos meteorológicos.

This report analyses the oceanographic and meteorological conditions found during local cruises carried out between september and early october 2002 by Colombia, Ecuador, Peru and Chile, Countries Members of the Permanent Commission for the South Pacific (CPPS), in the framework of the Fifth Joint Regional Cruise. The main objective of this cruise is to continue the oceanographic monitoring of the Southeast Pacific. In this opportunity, 280 oceanographic stations were performed, covering the area comprised between 7°N and 25°S and between the coast and up to 480 NM offshore approximately. Temperature and salinity measurements with CTD down to a maximum 500 m depth were recorded, as well as hydrochemical and biological sampling and meteorological information.

A nivel superficial, no se observaron condiciones de calentamiento anormal que indiquen la presencia de ondas kelvin propias de la fase cálida del Evento El Niño Oscilación del Sur (ENOS), excepto en la región frente al Ecuador, con anomalías positivas de temperatura del agua de hasta 3°C.

Abnormal warm conditions indicating the presence of Kelvin waves associated to the warm phase of “El Niño” Southern Oscillation were found at surface level, excepting off Ecuador, with positive anomalies of water temperature up to 3°C.

Las anomalías térmicas en la región Niño 3.4 muestran valores de +1°C desde marzo de 2002, identificando un evento cálido El Niño de débil a moderada intensidad.

Thermal anomalies in the region Niño 3.4 showed values of +1°C starting from march 2002, characterizing a warm “El Niño” event with weak to moderate intensity.

La zona norte del área de estudio, presentó las salinidades superficiales más bajas y las temperaturas superficiales más altas de la región, aumentando y disminuyendo los valores respectivamente, hacia latitudes más al sur.

The northern zone of the study area showed the lowest surface salinities and the highest surface temperatures of the region, increasing and decreasing the values respectively toward southern latitudes.

Las aguas superficiales de Chile y Perú presentan un proceso de subducción hacia el Ecuador, produciendo para Ecuador y Colombia, la presencia de aguas subsuperficiales, con los valores más altos de salinidad en la columna de agua.

Surface waters off Chile and Peru showed a subduction process toward Ecuador, causing the presence of subsurface waters with the highest values of salinity in the water column off Ecuador and Colombia.

La circulación superficial encontrada durante el periodo del muestreo, fue de un flujo

The surface circulation found during the sampling period was a predominantly northern

predominante hacia el norte, indicando condiciones de normalidad para la zona (Blanco *et al*, 2001)

flow, indicating conditions of normality for the zone (Blanco *et al*, 2001)

Las masas de agua encontradas para la región del Pacífico Sudeste, con las Aguas de la Cuenca Colombiana (ACC) y Aguas Tropicales Superficiales (ATS) ubicadas en la zona norte; el agua Subtropical Superficial (ASS), Agua Ecuatorial Superficial (AES) y Subsuperficial (AESS), Agua Subantártica (ASAA) y Agua Intermedia Antártica (AIAA) provenientes del Pacífico Central, dominando principalmente el centro y sur de la región.

Water masses found for the Southeast Pacific region were: Colombian Basin Waters (CBW) and Subsurface Tropical Waters (SSTW) located in the northern zone; Subtropical Surface Water (STSW), Surface and Subsurface Equatorial Water (SEW and SEP), Sub Antarctic Surface Water (SSW) and Antarctic Intermediate Water (AAIW) from the Central Pacific, prevailing mainly in the central and southern parts of the region.

La información obtenida de las imágenes de satélite sobre el Pacífico Central Ecuatorial y el sistema de boyas ancladas TOGA-TAO, indican desde abril de 2002, el inicio de una fase cálida El Niño, situación que se mantendrá hasta el primer trimestre de 2003.

The information obtained from satellite images over the Equatorial Central Pacific and from fixed buoys TOGA-TAO, indicated the beginning of a warm phase "El Niño" starting from april 2002, situation that will be present until the first trimester of 2003.

Las anomalías positivas del Nivel Medio del Mar (NMM), en septiembre de 2002, en Colombia, y Perú y la disminución de las anomalías negativas en Ecuador, indicaban que este fenómeno estaba iniciándose en la región Pacífico Sudeste.

Positive anomalies of the mean sea level (MSL) in september 2002 in Colombia and Peru, and the decrease of negative anomalies in Ecuador, indicated that this phenomenon was beginning in the Southeast Pacific region.

2. INTRODUCCION

2. INTRODUCTION

Durante el primer semestre de 2002, se dio inicio a una fase cálida del evento ENOS (El Niño Oscilación Sur), en el Pacífico Central Ecuatorial, presentándose desde abril y por 3 meses consecutivos anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM) de +1°C, Estas observaciones fueron proporcionadas por la información satelital de la NOAA y otras agencias meteorológicas mundiales.

During the first half of 2002, a warm phase ENOS ("El Niño Southern Oscillation) event started in the Central Equatorial Pacific. It showed starting from april, and during three consecutive months, anomalies of Sea Surface Temperature (SST) of +1°C. These observations were proportioned by NOAA from satellite information and by other meteorological agencies of the world.

En el Pacífico Sudeste, en el segundo semestre de 2002, las condiciones oceanográficas obtenidas de imágenes de satélite, indicaron que la TSM estaba dentro de su promedio normal, pero se identificó, desde septiembre, una anomalía positiva en el NMM de hasta 10 cm al norte de la región.

In the second half of 2002, oceanographic conditions for the Southeast Pacific obtained from satellite images indicated that the SST was inside the normal average range. However, starting from September, a positive anomaly of the MSL up to 10 cm in the north of the region was identified.

Para poder conocer las condiciones oceanográficas y meteorológicas *in situ*, en el Pacífico Sudeste y su relación con este evento ENOS, se realizó el V Crucero Regional Conjunto de Investigaciones Oceanográficas, en septiembre y octubre de 2002, permitiendo establecer de manera sinóptica el comportamiento de dichos parámetros del Pacífico Sudeste.

In order know oceanographic and meteorological conditions *in situ* and their relationship with this ENOS event, the V Joint Regional Oceanographic Research Cruise was carried out in september and october 2002, establishing synoptically the behavior of such parameters in the Southeast Pacific.

3. METODOLOGIA

El V Crucero Regional Conjunto de Investigaciones Oceanográficas, realizado en septiembre y octubre de 2002 y coordinado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur, comprendió cruceros oceanográficos conjuntos frente a las costas de Colombia, Ecuador, Perú y Chile, utilizando un total de 5 Buques Oceanográficos (Anexo 1).

El área de estudio estuvo delimitada por los 7°N y 25°S y desde la costa hasta aproximadamente 480 MN hacia el oeste, realizando un total de 280 estaciones oceanográficas, distribuidas en 22 secciones perpendiculares a la costa (Fig. 1).

En cada estación se perfilaron la temperatura y salinidad con un CTD SeaBird 19, midiendo hasta una profundidad máxima de 500 m. La TSM se tomó con un termómetro de cazoleta. También se tomaron muestras de agua con botellas Niskin a profundidades estándares, para análisis de salinidad, oxígeno disuelto, y fitoplancton. En algunas estaciones, se realizaron muestreos biológicos plancton con redes de arrastre y muestreos pesqueros.

Con el procesamiento de la información, se obtuvieron campos horizontales de temperatura (Fig. 2) y salinidad superficial (Fig. 3), así como de oxígeno disuelto superficial (Fig. 4).

Para el estudio de la columna de agua, se graficaron la temperatura y salinidad tomando 8 transectas perpendiculares a la costa (Fig. 6 y 7) y una paralela, a 200 Km de distancia de la costa (Fig. 8). Se realizaron las curvas T-S para definir las masas de agua en la región que abarca la transecta paralela (Fig. 9).

La metodología empleada por cada país durante el desarrollo de los cruceros para la obtención de datos y muestras, y su posterior análisis corresponde a la metodología estándar empleada en oceanografía (UNESCO, 1983).

En lo que respecta a la determinación de las anomalías, éstas fueron reportadas de acuerdo a las normales de Reynolds de 1982.

Los resultados meteorológicos corresponden a aquellos informados por las distintas instituciones pertenecientes a la CPPS y que fueron publicadas a través del Boletín de Alerta Climática (BAC N° 144 de septiembre), notas de prensa e informes preliminares de

3. METHODOLOGY

The V Joint Regional Oceanographic Research Cruise carried out in september and october 2002 and coordinated by the Permanent Commission for the South Pacific, included joint oceanographic cruises off Colombia, Ecuador, Peru and Chile, using five Oceanographic Vessels (Annex 1).

The study area was situated between 7°N and 25°S and between the coast up to 480 NM offshore approximately, performing a total of 280 oceanographic stations distributed in 22 sections perpendicular to the coast (Fig. 1).

Temperature and salinity profiles were obtained in each station with a CTD SeaBird 19, down to a maximum depth of 500 m. The SST was taken with a surface thermometer. Samples of water with Niskin bottles to standard depths for salinity, dissolved oxygen and phytoplankton analysis was also obtained. In several stations, biologicals sampling with plankton trawling nets and fishing samplings were carried out.

Horizontal fields for temperature (Fig. 2), surface salinity (Fig. 3) and surface dissolved oxygen (Fig. 4) were obtained at information processing.

For the water column study, temperature and salinity were plotted, taking 8 transects perpendiculars to the coast (Fig. 6 and 7) and one parallel 200 Km offshore (Fig. 8). T-S curves were drafted in order to define water masses in the region along the parallel transect (Fig. 9).

The methodology used by each country during the cruises for data and sampling gathering and their posterior analysis corresponds to the standard methodology used in oceanographic (UNESCO, 1983)

Regarding the determination of anomalies, they were reported according to the normal of Reynolds 1982.

Meteorological results described in this report correspond to those informed by different institutions belonging to the CPPS and were published through the Climatic Alert Bulletin (BAC N° 144, september), press notes and similar reports in

cada país.

each country.

4. RESULTADOS

4. RESULTS

4.1 Meteorología en las estaciones costeras de la región

4.1 Meteorology in coastal stations of the region

Las condiciones atmosféricas durante septiembre de 2002 en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central registraron vientos típicos de un evento El Niño en desarrollo, en el Pacífico Sudoriental, éstos se mantuvieron con características muy cercanas a la normalidad (NOAA, 2002). En septiembre, el Índice de Oscilación del Sur (IOS) por sexto mes consecutivo registró valores negativos decreciendo con relación al mes anterior y alcanzando un valor de $-0,7$. Los vientos de superficie mostraron anomalías de hasta $3,0$ m/s (en dirección este), en el Pacífico Occidental y Central desde 140°E hasta 140°W . Los vientos alisios en el Pacífico Sudeste mantuvieron valores muy cercanos al promedio para la época, con ligeras anomalías positivas que fluctuaron entre 0 m/s y $2,0$ m/s (Fig. 10) (BAC N° 144).

Atmospheric conditions observed during september 2002 in the Western and Central Equatorial Pacific showed typical winds of an "El Niño" event at stage of development, but in the South Western Pacific, winds maintained normal characteristics (NOAA, 2002). In september, the Southern Oscillation Index (SOI) for six months in a row showed decreasing negative values respect to the former month, reaching a value of $-0,7$. Surface winds showed anomalies up to $3,0$ m/s (east direction) in the Western and Central Pacific from 140°E to 140°W . Southeastern Pacific Trade Winds maintained values close to the average for the season, with slight positive anomalies between 0 and $2,0$ m/s (Fig. 10) (BAC N° 144).

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se presentó en forma irregular en la parte oriental del Océano Pacífico, influenciando con actividad convectiva de ligera a moderada los países de Centro América, las costas occidentales de Colombia y en forma ocasional el norte de la región Interandina de Ecuador. Su eje relativo promedio se ubicó entre los 9° y 12° de latitud norte (BAC N° 144)

The Intertropical Convergence Zone (ITCZ) was irregular in the Eastern Pacific Ocean, influencing with a slight to moderate convective activity to Central America countries, the Western Colombian coast and occasionally the northern Inter-andean region of Ecuador. Its relative axis was located between 9 and 12°N (BAC N° 144).

Colombia

Colombia

La ZCIT, en septiembre de 2002, mantuvo su influencia en el área norte del Pacífico colombiano, entre 5°N y 7°N , caracterizándose por presentar actividad convectiva moderada a fuerte, dispersa, afectando principalmente la región marítima y costera de los departamentos de Chocó y norte del Valle, con lluvias moderadas a fuertes y tormentas eléctricas aisladas.

In september 2002, the ITCZ maintained its influence in the northern area of the Colombian Pacific, between 5°N and 7°N , presenting a moderate to strong convective activity, disperse, affecting mainly the marine and coastal regions of Chocó and north of Valle Departments, with moderate to strong rains and isolated electric storms.

En la estación meteorológica en Tumaco ($1^{\circ}50'\text{N}$ y $78^{\circ}45'\text{W}$), se registró un promedio mensual de temperatura del aire (TA) de $25,7^{\circ}\text{C}$, presentando una variación de $+0,1^{\circ}\text{C}$, con relación al valor histórico mensual. En la misma estación, se registró un total de precipitación de $76,6$ mm, cuando el promedio histórico des mes es de $133,4$ mm; se presentaron 16 días con precipitación, de ellos 10 días con valores superiores a $1,0$ m; el registro máximo en 24 horas fue de $23,8$ mm,

At the meteorological station in Tumaco ($1^{\circ}50'\text{N}$, $78^{\circ}45'\text{W}$), a monthly average for air temperature (AT) of $25,7^{\circ}\text{C}$ was recorded, showing a variation of $+0,1^{\circ}\text{C}$ respect to the historical monthly mean value. In the same station, a total precipitation of $76,6$ mm was recorded, whereas the historical average is with values above $1,0$ mm; the maximum in a 24 hours period was $23,8$ mm, recorded on the 29th day. The MSL peaked at $1,61$ m, a value 11 cm above the average.

registrados el día 29. El NMM alcanzó un registro de 1,61 metros, presentando un valor de 11 centímetros por encima del promedio.

Ecuador

Septiembre de 2002, se caracterizó por la escasez de lluvias a lo largo de todo el litoral ecuatoriano, habiéndose presentado pequeñas garúas, lo cual es característico para esta época del año. En septiembre, la TA en la estación costera de La Libertad (2°08'S y 81°00'W) fue de 22,3°C, una anomalía de +1,2°C, un incremento de las anomalías positivas con respecto a lo reportado para el mes anterior (+0,1°C de TA durante agosto).

La anomalía del NMM en promedio durante septiembre fue de -4,5 cm, observándose una lenta disminución de las anomalías negativas prevalecientes frente a la costa de Ecuador.

Perú

Durante septiembre de 2002, el NMM presentó anomalías positivas a lo largo del litoral peruano. La máxima anomalía positiva se registró en la estación de Paita con un valor de 20 cm.

La TA en las estaciones costeras del litoral, presentaron anomalías con un valor de hasta -1,1°C en Chimbote (9°00'S) y un máximo de +0,3°C en Mollendo (17°S). No se registraron lloviznas en las estaciones del litoral, excepto en el Callao con ligera precipitación de 0,6 mm y Mollendo que presentó trazas de lloviznas.

La dirección predominante del viento durante este mes fue del sur, excepto en la estación de Mollendo, donde predominaron direcciones del sur-este. En cuanto a la velocidad del viento, presentó ligeras anomalías positivas en todas las estaciones, excepto Talara (4°00'S) con una anomalía negativa de -0,2 m/s.

Chile

Se mantuvo la tendencia alrededor de condiciones normales en la TSM y el NMM, en la red de estaciones ambientales que mantiene a lo largo de la costa de Chile, especialmente entre Arica (18°29'S) y Talcahuano (36°41'S).

La temperatura máxima del aire se caracterizó por presentar anomalías negativas en la primera región del país, con valores de hasta -0,5°C por debajo de la media mensual. Desde

Ecuador

September 2002 characterized because the scarcity of rain along the Ecuadorian coast with only isolated drizzling rains, typical for this season. The AT in September at La Libertad coastal station (2°08'S and 81°00'W) was 22,3°C, an anomaly of +1,2°C. The positive anomaly increased 0,1°C respect to august.

The MSL during september was -4,5 cm, showing a slow decreasing of negative anomalies prevailing off the coast of Ecuador.

Peru

During september 2002, the MSL showed positive anomalies along the peruvian coast. The maximum positive anomaly was recorded at Paita station with a value of 20 cm.

The AT in coastal stations, showed anomalies with values up to -1,1°C at Chimbote (9°00'S) and a peak of +0,3°C at Mollendo (17°S). Drizzling rains in the coastal stations were not recorded, excepting at Callao with a slight rainfall of 0,6 mm and at Mollendo where only traces were recorded.

Southerly winds prevailed during this month; excepting at Mollendo station, where South Easterly winds prevailed. Regarding wind speed, slight positive anomalies in all stations, excepting at Talara (4°00'S) with a negative anomaly of -0,2 m/s, were recorded.

Chile

The tendency toward normal conditions of both SWT and MSL was a constant in the grid of environmental stations along the coast of Chile, especially between Arica (19°29'S) and Talcahuano (36°41'S).

The maximum air temperature was characterized by a negative anomaly in the first region of the country, with values up to -0,5°C below the monthly average. From 36°S toward

los 36°S hacia el sur, las anomalías negativas alcanzaron un valor de hasta $-1,1^{\circ}\text{C}$ en la estación de Osorno (40°S). Las anomalías positivas se concentraron desde los 20°S hasta los 36°S, con un valor máximo registrado en Santiago (33°S) de $+0,8^{\circ}\text{C}$. La temperatura mínima del aire registró en gran parte del país, anomalías positivas.

En la zona norte, el máximo lo registró Arica (18°S) con $+1,0^{\circ}\text{C}$ por sobre lo normal. En la zona central, Santiago registró $+1,5^{\circ}\text{C}$. En la zona sur, la anomalía positiva más significativa se registró en Osorno, con $+1,6^{\circ}\text{C}$. La temperatura media del aire presentó anomalías positivas en gran parte del país. En las zonas norte y centro del país, con valores positivos que alcanzaron los $+0,8^{\circ}\text{C}$. La zona sur y austral del país, registró valores positivos de hasta $+1,4^{\circ}\text{C}$.

El comportamiento de la presión a nivel medio del mar presentó anomalías negativas en gran parte del país, las cuales se extendieron desde los 18°S hasta los 33°S, con valores que alcanzaron los $-0,8$ hPa por debajo del valor normal. Un segundo centro de anomalías negativas se ubicaron en la X Región (40°S) con valores de $-0,8$ hPa. En la zona central del país, se registraron anomalías positivas de hasta $+1,8$. Hacia la zona austral, las presiones registraron anomalías positivas al igual que en agosto, aunque un poco más débiles. El valor máximo se registró en Punta Arenas (53°S) con una anomalía de $+0,5$ hPa. En general, esta condición está asociada al debilitamiento de la alta subtropical a nivel de superficie y al paso de frentes de frentes en la zona central del país, los cuales afectaron especialmente durante la última quincena de septiembre de 2002.

El régimen pluviométrico durante septiembre, se concentró principalmente desde los 29°S hacia el sur durante la primera quincena del mes, con tres eventos significativos, los cuales dejaron un superávit de 44.3 mm en la estación de Temuco (38°S), principalmente en la zona central del país. Otros dos eventos de precipitación se registraron durante la segunda quincena del mes, en que se vieron afectadas las regiones ubicadas desde los 30° hacia el sur. Las estaciones ubicadas en la zona norte del país, son las únicas estaciones que hasta este momento registran déficit de precipitación.

south, negative anomalies reached a maximum value of $-1,1^{\circ}\text{C}$ at Osorno station (40°S). Positive anomalies concentrated between 20°S toward 36°S, with a maximum value recorded at Santiago (33°S) of $+0,8^{\circ}\text{C}$. The minimum air temperature showed positive anomalies in most of the country.

In the northern zone, the maximum was recorded at Arica (18°S) with $+1,0^{\circ}\text{C}$ above the normal. In the central zone, Santiago showed $+1,5^{\circ}\text{C}$. In the southern zone, the most significant positive anomaly was found at Osorno ($+1,6^{\circ}\text{C}$). The mean air temperature showed positive anomalies in most of the country. The northern and central zones showed positive values up to $+0,8^{\circ}\text{C}$. The southern and austral zones showed positive values up to $+1,4^{\circ}\text{C}$.

The behavior of the pressure at sea mean level showed negative anomalies in most of the country extending from 18°S toward 33°S, with values up to $-0,8$ hPa below the normal value. A second center of negative anomalies was located in the X Region (40°S) with values of $-0,8$ hPa. In the central zone of the country, positive anomalies up to $+1,8$ hPa were recorded. Toward the austral zone, the pressures showed positive anomalies, in the same way as in august, although slight weaker. The maximum values of $+0,5$ hPa was recorded at Punta Arenas (53°S). In general, this condition was associated to the weakening of the High Subtropical at surface level and the pass of front trains in the central zone of the country, which affected especially during the second half of September 2002.

The rainfall regimen during september was mainly concentrated from 29°S toward the south during the first half of the month, with three significant events which produced a superavit of 44.3 mm at Temuco station (38°S), in the central zone of Chile. Other two rainy events during the second half of the month were recorded affecting regions located from 39°S toward the south. Only stations located in the northern zone of the country showed a rainy deficit.

4.2. Oceanografía

4.2.1. Características superficiales del mar

Temperatura

En el Pacífico Sudeste, durante septiembre y octubre de 2002, se presentó un rango de variación de Temperatura Superficial del Mar (TSM) entre 16°C y 27,5°C, siendo los valores máximos encontrados en la costa de Colombia, sobre los 3° latitud norte y los mínimos en la región costera de Perú y Chile (Fig. 2).

Los valores de TSM fueron casi constantes para toda la Cuenca Pacífica Colombiana, con valores de 27°C, encontrándose valores máximos frente a las costas de Buenaventura (4°N) y Bahía Solano (6°30'N). Estas condiciones se encuentran cuasi-normales para la época de septiembre, cuando la ZCIT se encuentra al norte, y las corrientes provenientes del sur, abarcando una mayor extensión, enfriando considerablemente la Cuenca. La anomalía de temperatura, presentó valores de +0,5°C en el área oeste de la región oceánica y sobre la región costera de Buenaventura hasta Tumaco.

La TSM en Ecuador, fluctuó entre 19,0°C hacia el suroeste del área de estudio y 26,0°C al noreste. Se observó la presencia del Frente Ecuatorial (delimitado por la isoterma de 23°C) que marcaba la separación entre las aguas de menor temperatura del sur y las de mayor temperatura al norte. De manera general, la disposición de las isotermas sigue el mismo patrón de orientación diagonal del Frente Ecuatorial. Cerca de la costa, hasta 83°W se apreció un gradiente horizontal de temperatura moderado, que va desde 26°C al norte hasta 23°C al sur. Esta distribución es a consecuencia de la presencia de la corriente fría de Humboldt que viene del sur y se dirige hacia el oeste a partir de 83°W; desde el norte existe un flujo de agua cálida, entre la costa y 83°W.

Las mayores anomalías de temperatura se dieron a partir del 85°W hacia la costa, en mayor magnitud desde 1°S hacia el sur, donde se encontraron importantes anomalías térmicas positivas (+3°C).

Hacia el oeste de 85°W la anomalías mostraron una tendencia negativa muy pequeña, que puede ser calificada como normal; igualmente, hacia el norte se apreciaron anomalías positivas poco

4.2. Oceanography

4.2.1. Sea surface characteristics

Temperature

In the Southeast Pacific, during september and october 2002, the Sea Surface Temperature (SST) ranged between 16 and 27,5°C. The highest values were found off the coast of Colombia, above 3°N, and the lowest in the coastal regions of Peru and Chile (Fig. 2).

Values for SST were almost constant in the whole Colombian Pacific Basin (27°C). The maximum values were found off the coast of Buenaventura (4°N) and Bahía Solano (6°30'N). These conditions are quasi-normal for September, when the ITCZ is located to the north, and the southern currents embrace a larger extension, cooling considerably the basin. The temperature anomaly showed values of +0,5°C in the western area of the oceanic region as well as over the coastal region from Buenaventura to Tumaco.

The SST off Ecuador ranged between 19°C in the southwestern part of the study area and 26°C in the northeast. The presence of the Equatorial Front (limited by the 23°C isotherm) marked the separation between southerly lower temperature waters and northerly higher temperature waters. In general, the isotherm disposition follows the same pattern of diagonal direction of the Equatorial Front. From the coast up to 83°W a moderated horizontal temperature gradient appeared, from 26°C by north toward 23°C by south. This distribution is a consequence of the presence of the southerly cold Humboldt Current moving west starting from 83°W. By north, a warm water flow was between the coast and 83°W.

Major temperature anomalies occurred starting from 85°W toward the coast, mainly from 1°S toward the south, where important thermal positive anomalies met (+3°C).

West of 85°W anomalies showed a slight negative tendency that could be referred as normal. Moreover, toward the north little significant positive anomalies were found. The thermal anomalies configuration would

significativas. La configuración de anomalías térmicas obedecía a la presencia de la corriente de Humboldt, alejada de la costa (Golfo de Guayaquil), lo que permitió el ingreso de aguas cálidas del norte cerca de la costa, que se incrementaron con el aporte de las aguas del Golfo de Guayaquil.

El ambiente marino en la superficie del mar de Perú presentó temperaturas entre 14,9° y 19,6°C. Las anomalías térmicas variaron de -0,7°C a +2,3°C, el menor valor se ubicó frente a Pisco (13°40'S) asociado a la presencia de las Aguas Costeras Frías (ACF) por las surgencias propias de la región y el mayor valor se ubicó al sur de San Juan (15°20'S) a 60 MN de la costa, asociado a la presencia de las Aguas Subtropicales Superficiales.

La temperatura superficial durante el crucero en Chile, exhibió valores habituales para septiembre, con un bajo gradiente térmico costero y en general para toda el área. La franja costera de las primeras 20 MN registró un valor mínimo de 14,5°C ubicado a 2MN al oeste de la punta norte de la Península de Mejillones, mientras que la máxima fue de 17,7°C y se ubicó a 20 MN frente al puerto de Pisagua (19°40'S). El área con agua más cálida (>17°C), se ubicó en la parte norte desde Arica a Iquique, prologándose hacia el sur en forma de una extensa lengua cálida mayor a 17°C y de 20 MN de ancho, que alcanza hasta Punta Grande (sur de Tocopilla) y centrada entre las 40 y 50 MN de la costa. Los menores valores de temperatura se localizaron hacia el extremo sur de la zona, con temperaturas menores a 16°C entre Antofagasta y Pta. Tres Picos, valores que alcanzaron también hasta la costa.

Las anomalías de temperatura muestran, en general para la zona sur, desviaciones en torno al promedio entre $\pm 1^\circ\text{C}$, con un amplio sector con valores que oscilan en $\pm 0,5^\circ\text{C}$, situación que ocurre tanto en la franja costera como en el sector oceánico.

Exceptuando el área oceánica ubicada al oeste de las 160 MN, donde el valor de anomalía fue levemente mayor a $+1^\circ\text{C}$. El sector oceánico al norte de los 20°30'S tiene valores de anomalía negativa que se extienden hacia la costa y abarcan el área entre Cta. Camarones (19°10'S) y Pta. Grande (22°30'S). En el sector costero se presentaron algunos núcleos de anomalía negativa mayores a $+0,5^\circ\text{C}$, los que abarcaron el área entre Pisagua e Iquique y desde Pta. Lobos hasta Tocopilla, indicando que estos

respond to the presence of the Humboldt Current, away from the coast (Gulf of Guayaquil), which allowed the entry of northern warm waters close to the coast, increased with the contribution of waters from the Gulf of Guayaquil.

The surface marine environment of Peruvian sea showed temperatures between 14,9 and 19,6°C. Thermal anomalies ranged between -0,7 to +2,3°C with the lowest value found off Pisco (13°40'S), associated to the presence of Coastal Cold Waters (CCW) from local upwelling, and the highest value was found south of San Juan (15°20'S), 60 NM offshore, associated to the presence of Subtropical Subsurface Waters.

The surface temperature recorded during the Chilean cruise exhibited normal values for september, showing a coastal low thermal gradient in general for the whole area. The 20 NM coastal strip showed a minimum value of 14,5°C located 2 Nm west to the northernmost point of the Mejillones Peninsula, whereas the maximum of 17,7°C was located 20 NM off Pisagua (19°40'S). The warmest water (>17°C) was found in the northern part of the oceanic zone, from Arica to Iquique, extending southward in the form of a warm tongue above 17°C and 20 NM width, reaching Punta Grande (south of Tocopilla) and centered between 40 to 50 NM offshore. The lowest values of temperature in the oceanic sector were recorded toward the southernmost zone, showing temperatures lower than 16°C between Antofagasta and Punta Tres Picos, values that were also found on the coast.

Historic average values of anomaly temperatures show in general deviations of $\pm 1^\circ\text{C}$ for the southern zone, with a wide sector ranging $\pm 0,5^\circ\text{C}$. This situation occurs in both coastal and oceanic sectors.

Excepting in the oceanic area located 160 NM west, where the anomaly value was slightly above $+1^\circ\text{C}$. The oceanic sector north of 20°30'S had values of negative anomalies approaching upon the coast, and included the area between Cta. Camarones (19°10'S) and Punta Grande (22°30'S). In this coastal sector several nucleus of negative anomalies above $0,5^\circ\text{C}$ were found, including the areas between Pisagua to Iquique and between Punta Lobos to Tocopilla, indicating that they corresponded to upwelling centers of higher intensity. Values

corresponden a centros de surgencia de mayor intensidad. Los valores de anomalía positiva registrados en el sector oceánico desde los 20°30'S hacia el sur son menores a 1°C. El sector costero desde Antofagasta hasta Pta. Tres Picos (24°20'S) tiene anomalías positivas indicando con ello la presencia de aguas oceánicas más cercanas a la costa, las que se ubican en el sector debido a una disminución de los procesos de surgencia.

Salinidad

La salinidad superficial del mar fluctuó entre 28,0 y 35,4 unidades prácticas de salinidad (ups) (Fig. 3). El valor mínimo fue registrado en la zona costera de Colombia, al norte de la latitud 6°N, y longitud 77°50'W, mientras que los máximos valores fueron encontrados en Perú y Chile entre 10° y 20°S.

Los menores valores de salinidad, que corresponden a Colombia, son producto de la presencia de una gran cantidad de ríos que desembocan en la Cuenca del Pacífico Colombiana y a las precipitaciones que predominaron en la región norte del litoral pacífico colombiano, se pudo observar la presencia de un fuente salino con valores que aumentaron hacia el sector oceánico, con máximos de 33,5 ups en la región sur occidental de la Cuenca.

La distribución de la salinidad en Ecuador, presentó los mayores valores (35,2 ups) en el extremo suroeste y los menores (33,5) al noreste del área cubierta. El Frente Ecuatorial se evidenció igualmente con respecto a la salinidad, mostrando valores entre 33,6 ups al norte y 35,3 ups al sur, con ubicación cuasi zonal (orientación E-W) respecto a la costa.

Los valores de salinidad en Perú, se presentaron con valores entre 34,7 a 35,4 ups, a lo largo de toda la región. Los menores valores se asociaron a las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que se ubicaron al norte de los 5°S en la zona costera y los mayores a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en el sector oceánico, al sur de los 9°S. Las aguas costeras frías (ACF) se ubicaron al sur de los 12°S, en la zona nerítica.

La salinidad superficial en Chile, presentó los máximos valores al noroeste de la zona oceánica, desde donde se aprecia la entrada de aguas de mayor salinidad en sentido sureste. El máximo salino se registró en la estación a 100 MN frente a Arica, con 35,2

of positive anomalies recorded in the oceanic sector from 20°30'S toward the south were lower than 1°C. The coastal sector from Antofagasta to Punta Tres Picos (24°20'S) had positive anomalies, indicating the presence of oceanic waters closer to shore because a decreasing upwelling process.

Salinity

Surface salinity ranged between 28,0 and 35,4 practice units of salinity (psu) (Fig. 3). The minimum value was recorded in the coastal zone of Colombia, north of latitude 6°N and longitude 77°50'W, whereas the maximum values were found in Peru and Chile between 10 and 20°S.

The lowest values of salinity corresponded to Colombia and were caused by the great amount of rivers ending in the Colombian Pacific Basin and because the rainfall that predominated in the northern region of the pacific Colombian littoral. The presence of a saline front with values increasing toward the oceanic sector was observed in the southwestern region of the basin with maximum values of 33,5 psu.

The distribution of the salinity in Ecuador showed the highest values (35,2 psu) in the southeastern extreme and the lowest (33,5) to the northeastern of the surveyed area. The Equatorial Front was even evident regarding to the salinity, showing values between 33,6 psu and 35,3 psu by south, with a quasi zonal localization (East to West) respect to the coast.

Salinity in Peru showed values between 34,7 and 35,4 psu along the whole region. The lowest values were associated to Equatorial Surface Waters (SEW) located north of 5°S on the coastal zone, and the highest to the Subtropical Surface Waters (STSW) in the oceanic sector, south of 9°S. Coastal Cold Waters (CCW) were located south of 12°S, in the neritic zone.

Surface salinity in Chile showed maximum values in the northwestern oceanic zone, where the entry of higher saline water moving southeast was observed. The maximum salinity was recorded in the station 100 NM off Arica with 35,2 psu and the minimum of 34,6

ups, y el mínimo a 100 MN frente a Pta. Tres Picos (24°20'S) y fue de 34,6 ups. La franja costera de las primeras 25 MN no presentó un gradiente salino importante, mostrando esta variable un comportamiento similar a la temperatura en lo que se refiere a la homogeneidad de sus valores superficiales.

La anomalía de salinidad, exhibe valores negativos entre Arica y Pta. Grande con un valor levemente significativo mayor a 0,1 ups (absoluto) en el sector central de esta área. Al oeste de las 100 MN los valores de salinidad muestran anomalías positivas, las que alcanzan hasta +0,2 ups al occidente de las 170 MN, coincidiendo con las anomalías térmicas de +0,1°C. Desde Antofagasta hacia el sur, las anomalías son negativas, alcanzando los -0,1 ups en las estaciones más oceánicas.

Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno disuelto superficial de la región Pacífico Sudeste (Fig. 4) presentó valores comprendidos entre 2,3 y 7,34 ml/L, observándose los menores valores frente en la zona costera de Perú, en las áreas de afloramiento y los máximos frente a Arica (18°25'S)

En Colombia, la concentración de oxígeno disuelto fue máxima (5 ml/L) al norte de Buenaventura entre los 4° y 5°N y desde la costa hasta los 83°W y mínimos (4,5 ml/L) sobre el área de Isla Gorgona (3°N y 79°W), debido a las surgencias propias de esta región

En Ecuador, la distribución de oxígeno superficial fue homogénea (4,5 ml/L) disminuyendo éstos valores hacia el Golfo de Guayaquil.

En Perú, fluctuó entre 2,30 y 6,23 ml/L. Valores por debajo de 5,0 ml/L, asociado a los afloramientos costeros, se ubicaron dentro de las 40 MN, entre los 5° y 12°S, apreciándose también en zonas muy costeras al sur de los 14°S. Valores mayores de 5,0 ml/L estuvieron asociados a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que mostraron una gran aproximación a la costa entre Punta Bermejo y Callao (11° a 12°S) con una capa promedio de 60 metros.

En Chile, la máxima concentración de oxígeno fue de 7,34 ml/L, al norte de Arica, a partir de donde fue disminuyendo para mantenerse alrededor de los 6 ml/L, hacia el sur de la región.

psu 100 NM off Punta Tres Picos (24°20'S). The coastal strip up to 25 NM width did not present an important saline gradient. This homogeneity of surface water values was similar to what happened with the temperature.

The salinity anomaly showed negative values between Arica and Punta Grande with a value slightly significant higher than 0,1 psu (absolute) in the central sector of this area. West of 100 NM, salinity values showed positive anomalies reaching up to +0,2 psu west of 170 NM, coinciding with thermal anomalies of +1°C. From Antofagasta toward the south, negative anomalies reached -0,1 psu at more oceanic stations.

Dissolved Oxygen

The concentration of dissolved oxygen at surface in the Southeast Pacific region (Fig. 4) showed values ranging between 2,3 and 7,34 ml/L, with minimum values off the coast of Peru, in upwelling zones, and maximum values off Arica (18°25'S).

In Colombia, the concentration of dissolved oxygen peaked north of Buenaventura (5,0 ml/L) between 4° and 5°N, and from the coast toward 83°W, and the minimum values (4,5 ml/L) around Gorgona Island (3°N, 79°W), due to local upwelling.

In Ecuador, dissolved oxygen at surface had a homogeneous distribution (4,5 ml/L), with values decreasing toward de Gulf of Guayaquil.

In Peru, ranged between 2,3 and 6,23 ml/L. Values below 5,0 ml/L associated to the coastal upwelling were located mainly inside 40 NM, between 5° and 12°S, noticing also in coastal zones south of 14°S. Values above 5,0 ml/L were associated to the presence of Subtropical Surface Waters (STSW) that approached to the coast between Punta Bermejo and Callao (11-12°S) with a layer of 60 m on the average.

In Chile, the maximum concentration of oxygen was 7,34 ml/L at north of Arica. Starting from this point in was decreasing to around 6 ml/L, toward the southern region.

4.2.2. Características Subsuperficiales

4.2.2. Subsurface Characteristics

Profundidad de la isoterma de 15°C y 20°C

Depth of the 15°C and 20°C isotherms

La distribución de la isoterma de 15°C da una idea aproximada de la base de la termoclina en la región (Fig. 5), ésta se ubicó menos profunda (3 m) en cercanías de la costa y al sur de la región en Antofagasta (23°40'S), profundizándose hacia el norte, alcanzando su máxima profundidad (150 m) alrededor de los 0° de latitud.

The distribution of the 15°C isotherm gives an idea of the base of the thermocline in the region (Fig. 5). It was found shallower (3m) close to the shore and south of the Antofagasta region (23°40'S), deepening toward the north, reaching a maximum depth (150 m) around latitude 0°.

La profundidad de la isoterma de 15°C en Chile, presentó un amplio rango de profundidades, comprendido entre 3 y 91 m, aumentando desde el sector costero hacia el oceánico. El mínimo de 3 m se registró a 10 MN frente a Antofagasta. En Pta. Copaca (22°20'), se presentó el máximo de profundidad, siendo éste igual a 91 m, a 160 MN al oeste de la costa.

The 15°C isotherm in Chile presented a wide range of depths, between 3 and 91 m, deepening from the coastal sector toward the ocean. The minimum depth was found 10 NM off Antofagasta and the maximum 160 NM off Punta Copaca (22°20'S).

Perú mantuvo el mismo comportamiento que Chile, con la isoterma de 15°C alrededor de los 50 m sobre el litoral y a más de 70 m a 50 MN de distancia de la costa.

Peru had the same behavior than Chile, with the 15°C isotherm by about 50 m on the coastal region and more than 70 m at 50 NM offshore.

En Ecuador se destaca la presencia de un foco de máxima profundidad de la isoterma de 15°C hasta 150 m, el cual se extiende al norte de 2°S.

In Ecuador was remarkable the presence of a point of maximum depth up to 150 m for the 15°C isotherm located north of 2°S.

En Colombia, la isoterma de 15°C se ubicó alrededor de los 95 m en la costa profundizándose hacia mar abierto, ubicándose sobre los 84°W y entre 2 y 4°N, la máxima profundidad de 125 m.

In Colombia, the 15°C isotherm was located by about 95 m depth in the coast, deepening toward open waters. The maximum depth of 125 m was found at 84°W, between 2 and 4°N.

La isoterma de 20°C (Fig. 5) fue encontrada al norte de la región hasta los 3°S con valores de profundidad entre 15 y 55 m. Las máximas profundidades se encontraron frente a la región costera de Buenaventura, Colombia y las mínimas en el sector oceánico frente a la estación La Libertad en Ecuador.

The 20°C isotherm (Fig. 5) was found in the northern region up to 3°S with depth values between 15 and 55 mm. Maximum depths were found off Buenaventura, Colombia, and the minimum in the oceanic sector off La Libertad station in Ecuador.

Distribución vertical de temperatura y salinidad

Vertical distribution of temperature and salinity

En la región norte (transectas 1, 2 y 3) la estructura vertical de temperatura (Fig. 6) presentó una capa isotermal en los primeros 25 m, con los valores más altos (27°C) en el litoral al frente de Buenaventura y Tumaco. La termoclina se encontró bien definida (transecta 1), entre la isoterma de 27°C y 15°C hasta una profundidad de 120 m. Esta se encontró un poco más profunda en la costa que en mar abierto. En la transecta 2, al norte del

In the northern region (transects 1, 2 and 3) the vertical thermal structure (Fig. 6) showed a isothermal layer above 25 m, with de highest values (27°C) in the coastal area off of Buenaventura and Tumaco. The thermocline was well defined (transect 1), between 27°C and 15°C isotherms up tp 120 m depth. It was found slight deeper near the coast than in opne waters. The transect 2, north of Ecuador, the lower limit of the seasonal thermocline (16°C

Ecuador, el límite inferior de la termoclina estacional (isoterma de 16°C), se hunde a medida que se aleja de la costa. La termoclina se presentó más o menos marcada hacia el sur del Frente Ecuatorial (transecta 3) con un gradiente térmico más débil y menos definido.

En la región central (transectas 4 y 5), se observó una capa superficial más fría en la costa que en la región oceánica con un gradiente térmico menos marcado que en la región norte. En la transecta 5, la termoclina se presentó entre los 50 y 100 m de profundidad, con isotermas que fluctuaron de 17° a 14°C.

En la región sur (transectas 6, 7 y 8) la temperatura disminuyó hacia el sur, hasta alcanzar la capa superficial de los 16°C. La termoclina varió en su profundidad, disminuyendo de norte a sur, tanto en su gradiente como en su espesor.

La sección de San Juan e Iquique (transectas 6 y 7) presentaron la termoclina (14° - 17°C) sobre los 100 m de profundidad. Al extremo sur, la termoclina estuvo demarcada por las isotermas de 13°C a 15°C, por encima de los 50 m.

En toda el área de estudio, bajo la termoclina se observó un área de mínimo gradiente de temperatura (termosdad), con descensos de temperatura de 2°C cada 150 m, representado por las isotermas de 15°C a 13° al norte y 14°C a 12°C al sur; con isotermas casi horizontales excepto algunas regiones donde se aprecian hundimientos y ascensos, producto de flujos paralelos a la costa (transecta 4, 5, 7 y 8).

La distribución vertical de salinidad (Fig. 7) mostró una haloclina muy marcada, especialmente al norte de los 0° latitud (transectas 1 y 2), con un frente salino superficial, cuyos valores van desde 31 ups a 33 ups en la costa norte de Colombia, debido a la presencia de una gran cantidad de afluentes y la alta precipitación, propia del área. En la transecta 3 se aprecia claramente un núcleo bien definido alrededor de los 100 m de profundidad con valores que fluctuaron entre 35,4 y 35,6 ups. Hacia el sur (transectas 4 a 8), la haloclina superficial se observó menos marcada, con capas superficiales homogéneas y núcleos de salinidad entre 40 y 80 m de profundidad.

En la transecta paralela al litoral (Fig. 8), realizada aproximadamente a 200 Km de la

isotherm), deepened as it moved away from the coast. Southward of the Equatorial Front (transect 3), the thermocline had a weaker and less defined thermal gradient.

In the central region (transects 4 and 5), a colder surface layer was observed closer to the coast rather than in the oceanic region, with a thermal gradient less defined than in the northern region. In the transect 5, the thermocline laid between 50 and 100 m depth, with isotherms ranging from 17 to 14°C.

In the southern region (transect 6, 7 and 8) the temperature decreased toward the south to reach the 16°C surface layer. The thermocline depth decreased in a north to south direction in both gradient and thickness.

The section San Juan and Iquique (transects 6 and 7) showed the thermocline (14 – 17°C) laying above 100 m depth. At the southernmost part, the thermocline was defined by 13°C and 15°C isotherms, above 50 m depth.

A zone with a minimal temperature gradient (thermostat) below the thermocline was found in the whole study area. It had 2°C decrements each 150 m, represented by 15°C to 13°C isotherms by north and 14°C to 12°C by south, with isotherms almost horizontal excepting in several regions where sinks and rises were observed as a result of flows parallel to the coast (transects 4, 5 7 and 8).

The vertical distribution of salinity (Fig. 7) showed a well defined halocline, especially north of latitude 0° (transects 1 and 2), with a surface saline front. Values ranged between 31 to 33 psu in the northern coast of Colombia due to the presence of runoffs and heavy rainfall, typical of this area. In transect 3 a well-defined nucleus by about 100 m depth with values ranging between 35,4 and 35,6 psu was observed. By the south (transects 4 and 8), the surface halocline was less defined, with homogeneous surface layers and nucleus of salinity between 40 and 80 m depth.

In the transect parallel to the coast (Fig. 8), carried out approximately 200 km offshore, the

costa, se pudo identificar la presencia de aguas frías y salinas provenientes del sur, que se desplazan por la superficie hasta que se encuentran con aguas superficiales más cálidas y poco salinas, provenientes del norte, alrededor de la latitud 10° Sur, por lo que son deslizadas hacia profundidades intermedias siguiendo su propia superficie isopycnal.

5. DISCUSION

Las condiciones atmosféricas en septiembre 2002 reportadas por las estaciones costeras, en la región del Pacífico Sudeste, al igual que las observaciones globales, sugieren para este mes condiciones propias del desarrollo de un evento cálido. Los índices oceanográficos en el Pacífico Ecuatorial NIÑO 4 y NIÑO 3, evidencian anomalías cálidas con tendencia hacia el incremento, en contraste, la región NIÑO 1+2, muestra anomalías negativas durante septiembre. Pese a esta observación global, los datos registrados en el crucero regional presentan anomalías de hasta +3°C frente a las costas de Ecuador y en general anomalías entre +0,5°C y +1,0°C en las costas de Colombia, Perú y Chile. Así mismo, se evidencia la influencia de la ZCIT al norte de la región (5° a 7°N), ocasionando una intensa nubosidad y altas precipitaciones. La TA se caracterizó por la presencia de anomalías positivas de +0,5 a 1°C en la región central del litoral Pacífico Colombiano, valores normales en el Ecuador y anomalías positivas entre 0,3°C y 1,4°C entre Perú y Chile.

El viento dominante se mantuvo del Sur y Sudeste, propio de la época, y que responde a la presencia del Sistema de Alta Presión del Pacífico Sur. El promedio de la intensidad de los vientos fue entre 3 y 10 m/seg (Fig. 10).

Para el mes de septiembre, el IOS mantenía un valor de -1,0, pese a que este parámetro globalmente sugería la evolución del evento cálido, las observaciones de viento durante el crucero evidencian vientos con anomalías positivas en la región del Pacífico Sudoriental e igualmente se pudieron observar surgencias débiles en Perú y normales en Chile. Esta situación sugiere, que el forzamiento atmosférico asociado al evento cálido que se desarrollaba en el Pacífico Central y Occidental, no fue evidenciado durante este mes en el Pacífico Sudoriental y que la variabilidad climática a nivel regional estuvo modulada principalmente por el ciclo estacional.

El nivel medio del mar presentó anomalías

presence of cold and saline waters from the south were identified. They moved at surface up to meet with low salinity warmer subsurface waters from the north, by about latitude 10°S, that is why they are subducted toward intermediate waters following its own surface isopycnal.

5. DISCUSSION

Atmospheric conditions in september 2002 reported by coastal stations in the Southeast Pacific region, in the same way as global observations, suggested typical conditions of a warm event at stage of development. Oceanographic indexes along the Equatorial Pacific NIÑO 4 and NIÑO 3, showed warm anomalies with an increasing tendency. In contrast, the region NIÑO 1+2 showed negative anomalies during September. Despite this global observation, data obtained during the regional cruise showed anomalies up to +3°C off the coast of Ecuador and in general anomalies between +0,5 and +1,0°C off the coasts of Colombian, Peru and Chile. Likewise, it is evident the influence of the ITCZ in the north (5-7°N), causing cloudy skies and heavy rainfall. Positive anomalies of +0,5 to 1°C in the central region of the Colombian littoral, normal values in Ecuador and positive anomalies (0,3° to 1,4°C) between Peru and Chile characterized the AT.

South and southeast winds prevailed, typical for the season, as a response to the presence of the South Pacific High Pressure System. The average wind intensity was between 3 and 10 m/sec (Fig. 10).

For september, the SOI maintained a value of -1,0, despite this parameter globally suggested the evolution of a warm event. During the cruise, the wind showed positive anomalies in the Southeastern Pacific. At the same time, weak upwelling off Peru and normal off Chile were detected. This situation suggested that the atmospheric force associated to the warm event at stage of developing in the Central and Western Pacific, was not evident during this month along the Southeast Pacific, being the climatic variability modulated at regional level mainly by the seasonal cycle.

The mean sea level showed positive

positivas en Colombia y Perú. En Chile, las condiciones del NMM se mantuvieron normales. En Ecuador, las anomalías negativas disminuyeron acercándose más a situaciones de normalidad.

anomalies in Colombia and Peru, in Chile, MSL conditions were normal. In Ecuador, negative anomalies decreased and approached to normal values.

En cuanto a la TSM, es necesario destacar las anomalías positivas de temperatura de hasta +3°C en la región costera ecuatorial, las cuales indican la presencia de una corriente del noroeste transportando aguas tropicales hasta 2°S, desplazando a la Corriente de Humboldt fuera de la costa, hacia el oeste de 85°W. Esto trajo como consecuencia el aumento en la temperatura del mar y del aire en la región litoral, estando sujeto al debilitamiento de los vientos del sur que aún son intensos en la región estudiada. Al sur de la región, las anomalías están en general entre valores de ±1°C. Los mayores valores de anomalía de tipo positivo para ambas variables se localizaron en el sector oceánico de Chile, por sobre las 150 MN y frente a la costa de San Juan, en el Perú (Fig. 2).

Regarding the SST, positive anomalies up to 3°C were present in the coastal equatorial region, which indicates the presence of a current from the northeast carrying tropical water up to 2°S, displacing the Humboldt Current off the coast, west of 85°W. As a consequence, there was an increase of both air and water temperatures in the coastal region, tied to the weakening of the still intense southern winds. Toward the south of the region, anomalies generally were in the order of ±1°C. the highest values of positive anomalies for both variables were located in the oceanic sector of Chile and 150 NM off San Juan in Peru.

En comparación con septiembre de 2001, se observan mayores temperaturas en toda la región de estudio, con la disminución de la surgencia costera frente al Perú, por el ingreso de aguas provenientes del oeste (Agua Subtropical Superficial, ASS), favorecido por el relajamiento de los vientos alisios del SE y por la transición del cambio de estación.

Respects to september 2001, in this cruise higher temperature in the whole study area and a reduction of the coastal upwelling off Peru were found. This was a consequence of the entry of waters from the west (Surface Subtropical Waters, SSTW), increased by the relaxing of the SE trade winds, and because the transition of the seasonal change.

La salinidad superficial del mar (Fig. 3) presentó una situación similar a septiembre de 2001, con los mínimos (30 ups) encontrados en la región costera de Colombia por efecto de las fuertes lluvias y la gran cantidad de afluentes, propios de la región y la época del año y un aumento gradual hacia el sur, con máximos de 35,2 ups.

Sea surface salinity (Fig. 3) showed a similar situation respect to september 2001, with minimum values (30 psu) found on the coast of Colombia due to heavy rainfall and runoffs, typical of the region and the season, and a gradual increase toward the south, with maximum values of 35,2 psu.

Las anomalías de salinidad superficial, en toda la región indican el mantenimiento de condiciones normales, excepto en la región costera de Buenaventura, donde se pudieron apreciar anomalías positivas de hasta 2 ups.

Surface salinity anomalies indicated that normal conditions prevailed in the whole region, excepting on the coast of Buenaventura, where positive anomalies up to 2 psu were found.

Subsuperficialmente, las secciones obtenidas en el crucero regional, así como la sección meridional obtenida a lo largo de la costa sudamericana, no evidencia profundización anómala de las isotermas, lo que es consistente con la información global reportada por la NOAA. Sin embargo, de la sección meridional de salinidad y el análisis de masas de agua, se evidencia en el centro de la región una muy superficial presencia de aguas oceánicas asociadas con agua ecuatorial

At surface level, sections obtained in the regional cruise, as well as the meridional one obtained along the South American coast, did not show anomalous deepening of isotherms, what is consistent with the global information provided by NOAA. However, the meridional section of salinity and the analysis of water masses show the region associated with surface equatorial waters, which could influence the displacement of the Equatorial Front toward the south. This is a consistent

superficial, que podría haber influido en desplazar hacia el sur del frente ecuatorial. Esto es consistente con las anomalías del nivel del mar reportadas por las estaciones costeras de Colombia, Ecuador y Perú que representan el efecto dinámico del paso de una onda Kelvin generada en el Pacífico Central.

La estructura subsuperficial observada durante el crucero presentó la influencia de un flujo de aguas cálidas y de baja salinidad, provenientes del norte, que se extienden hasta los 10°S, donde se encuentra con aguas superficiales frías y salinas, provenientes del sur, lo que produce un deslizamiento de las aguas más densas a profundidades intermedias, siguiendo su propia superficie isopycnal (Fig. 8). Este comportamiento fue similar a septiembre de 2001, presentándose en septiembre de 2002, mayores temperaturas y menores salinidades al norte de la región.

Se observa la presencia de dos masas de agua, la primera corresponde a una delgada capa de aguas ecuatoriales superficiales cálidas, poco saladas, en la región de alta precipitación, asociada a la ZCIT; y la otra a aguas subtropicales relativamente cálidas y altamente salinas, producidas por el exceso de evaporación sobre la precipitación. Este límite corresponde al Frente Ecuatorial descrito por Wooster (1969).

La isoterma de 20°C se distribuyó sobre los primeros 55 m (Fig. 5), a lo largo de la zona norte de la región, hasta los 3°S, a diferencia de septiembre de 2001, cuando ésta se ubicó a una profundidad máxima de 50 m.

La distribución superficial mostró ascenso de la isoterma de 15°C al norte de la región costera de Colombia, Perú y Chile y descenso en la región costera ecuatorial (Fig. 5). Este comportamiento fue similar en septiembre de 2001 para el sur de la región, pero a diferencia del año 2001, esta isoterma se ubicó más profunda, indicando la influencia de aguas cálidas superficiales sobre el área de estudio, especialmente sobre la región ecuatorial.

Por debajo de la termoclina, al norte de la región, se ubicaron las aguas ecuatoriales subsuperficiales con un núcleo de alta salinidad. Fue evidente la presencia de la Subcorriente Ecuatorial (Cromwell), de acuerdo a los flujos observados, cuyo núcleo se encontró alrededor de 60 m, con velocidades entre 30 y 40 cm/s, donde además se presentaron características

with anomalies at sea level reported by coastal stations in Colombia, Ecuador and Peru that showed the dynamic effect of the pass of a Kelvin wave generated in the Central Pacific.

The subsurface structure observed during the cruise showed the influence of northerly warm and low salinity flows extending up to 10°S where met southerly cold saline surface waters, producing a subduction of the denser waters to intermediate depths, following their own isopycnal surface (Fig. 8). Such a behavior was similar to September 2001, although September 2002 showed higher temperatures and lower salinity in the northern region.

The presence of two masses of water was observed. The first one correspond to a thin layer of equatorial subsurface warm and low saline in the rainy region associated to the ITCZ, and the second one to subsurface waters relatively warm and more saline, produced when the evaporation exceeded the rain. This limit corresponds to the Equatorial Front described by Wooster (1969).

The 20°C isotherm distributed over the first 55 m (Fig. 5) along the northern zone of the region up to 3°S, unlike September 2001, when it reached a maximum depth of 50 m.

The subsurface distribution showed the rise of the 15°C isotherm north of the coastal region of Colombia, Peru and Chile, and its deepening of the coast of Ecuador (Fig. 5). This behavior was similar to September 2001 for the southern region, but differently than in 2001, the isotherm was located deeper, indicating the influence of surface warm waters over the study area, especially on the equatorial region.

Equatorial subsurface waters were located in the northern part of the region, below the thermocline, with a high salinity nucleus. Observed flows evidenced the presence of the Equatorial Under Current (Cromwell) with a nucleus found by about 60 m and with speeds ranging between 30 to 40 cm/sec. Thermohalin characteristic of this subcurrent with nucleus of high salinity (35,2 ups) and low

termohalinas típicas de esta subcorriente, con núcleos de alta salinidad (35,2 ups) y bajas temperaturas (15°C a 20°C). El fuerte ingreso de las ASS provenientes del oeste se observó al sur de los 9° latitud sur, notándose su mayor acercamiento frente a las costas de Callao (12°S).

En la sección Callao (Fig. 6, transecta 5) el ASS se ubicó desde las 160 MN hasta las 30 MN de la costa, teniendo un espesor de 60 m, asociado a valores de oxígeno mayores a 5ml/L. Dentro de las 20 MN se observan débiles indicios de las Aguas Costeras Frías (ACF). Entre estas dos masas de agua se ubican aguas de mezcla. La isoterma de 15°C se ubicó a los 75 m aproximadamente ligado a isohalinas de 35,0 ups (Fig. 7, transecta 5).

Al sur de Iquique, es habitual encontrar valores de anomalía significativas en los primeros 100 m de la columna, los que están determinados principalmente por la mayor presencia de agua ASAA o ATS, la segunda de una mayor temperatura y salinidad respecto de la primera, lo que origina que ante una mayor participación de una de ellas se produzcan importantes diferencias en ambas variables. El agua tipo ASAA es identificada como un núcleo frío y de baja salinidad (Fig. 6 transecta 7 y Fig. 7 transecta 7).

Bajo el núcleo frío, las anomalías se mantienen negativas, pero de menor valor, llegando hasta una profundidad de 130 m. la profundización recién mencionada es producto que el núcleo de AESS, se ha separado en dos, origen o consecuencia de la mayor participación de ASAA. En general, bajo los 150 m de profundidad y hasta los 500 m las anomalías son positivas pero no llegan a ser significativas, es decir son <1°C.

En la variable salinidad, entre los 18° y 24°S, las anomalías presentan en los primeros 100 metros un valor significativo con -0,1 ups e incluso se presenta un núcleo de -0,2 ups entre las 20 y 100 MN. Bajo el nivel de 100 m, las anomalías son positivas con dos núcleos con valor >0,1 ups, cuyo origen es un núcleo de AESS de máxima salinidad subsuperficial (<34,9 ups). La AESS está participando a este nivel de profundidad con una intensidad no observada anteriormente ya que aún en los eventos El Niño 1997 – 1998 no se registraron anomalías >0,1 ups bajo los 150 m y en el sector oceánico, registrándose en aquella oportunidad anomalías positivas de este valor sólo en las primeras 25 MN asociado al hundimiento de la termoclina y una mayor

temperaturas (15 to 20°C) were also present. The strong incoming of STSW from the west at 9°S was observed upon approaching to the coast of Callao (12°S).

At Callao section (Fig. 6, transect 5) the STSW was located between 160 and 30 NM offshore, with a thickness of 60 m, associated to oxygen values higher than 5 ml/L. Weak signals of Coastal Cold Waters (CCW) were observed inside the 20 NM. Between these water masses mixed waters were found. The 15°C isotherm was located approximately 75 m depth linked to isohalines of 35,0 ups (Fig. 7, transect 5).

Significant negative anomalies in the upper 100 m of the column because the presence of SAW or STW was found of Iquique, being the second one of higher temperature and salinity respect to the former. Important changes in both variables occurred depending on the contribution of each one. The water type SAW was identified as a cold nucleus of low salinity (Fig. 6, transect 7 and Fig. 7, transect 7).

Anomalies keep negative below the cold nucleus up to 130 m depth. The mentioned deepening is produced by the division in two of the SSEW nucleus, due to the higher contribution of SAW. In general, below 100 m depth and up to 500 m, anomalies are positives but not significant (<1°C).

Regarding salinity, anomalies showed a significant value of -1,0 ups in the upper 100 m, and even a 0,2 psu nucleus between 20 and 100 NM at 18 – 24°S. Below 100 m depth, anomalies are positives with two nucleus >0,1 psu created by a SSEW nucleus of maximum subsurface salinity (>34,9 psu). SSEW participated at this depth with intensity not observed before. Not even during “El Niño” event 1997 – 1998 when anomalies were >0,1 psu below 150 m in the oceanic sector; showing such values only in the first 25 NM associated to the thermocline deepening and a larger presence of STSW on the coast.

presencia de ASS en la costa.

El oxígeno disuelto superficial disminuye de sur a norte. En la región ecuatorial, hasta los 5°N, se pueden observar los mínimos valores de oxígeno disuelto superficial (Fig. 4), debido a la gran cantidad de materia orgánica que es acarreada por los afluentes y a las altas temperaturas propias de la región, lo que facilitan la acción bacteriana y el consumo de oxígeno. En las costas de Perú y Chile, los mínimos valores de temperatura y oxígeno disuelto encontrados, han sido asociados al afloramiento costero, mientras que las máximas salinidades y oxígeno están ligadas con Aguas Subtropicales Superficiales (ASS).

La distribución de masas de agua se caracterizó por la presencia de Aguas de la Cuenca Colombiana (ACC) características de la región norte por sus bajas salinidades y altas temperaturas, Aguas Tropicales Superficiales (ATS) distribuidas entre Colombia y norte de Ecuador, Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) en Ecuador y suroeste de Colombia, Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en la región central y sur, provenientes de la región oceánica; Aguas Costeras Frías (ACF) en la región costera de Perú, Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en Chile y la parte superior de Aguas Intermedias del Antártico (AIAA), en toda la región de estudio (Fig. 9) (Wooster & Gilmartin, 1961; Wyrski, 1967; Zuta y Guillén, 1972; Mamayev, 1973 y 1975; Silva & Konow, 1975; Cucalón, 1983; Blanco & Díaz, 1986; Grados, 1989).

6. CONCLUSIONES

Las condiciones atmosféricas observadas en el Pacífico Ecuatorial muestran desde abril de 2002, la evolución a nivel global del evento El Niño, lo que se evidenció en la inversión de los vientos en el Pacífico Occidental y Central, los índices atmosféricos como el IOS y la Temperatura Superficial del Mar (TSM) a lo largo del Océano Pacífico Ecuatorial, que alcanzó en septiembre valores de anomalías positivas alrededor de 1,3°C en la región Niño 3.4 (120W – 170W y 5°N – 5°S). Pese a esta observación global, los datos registrados en el crucero regional presentan anomalías de hasta 3°C frente a las costas de Ecuador y en general anomalías entre +0,5°C y + 1°C en las costas de Colombia, Perú y Chile.

El comportamiento oceanográfico y atmosférico observado durante septiembre y parte de octubre de 2002, indica el inicio de un

The surface dissolved oxygen decreased from southern to northern hemisphere. The lowest values of dissolved oxygen were recorded in the equatorial region up to 5°N (Fig. 4), due to the amount of organic matter carried by runoff and because the high temperatures typical of the region, which increases the bacterial action and oxygen consumption. On the coast of Peru and Chile, the lowest values of temperature and dissolved oxygen found were associated to the coastal upwelling, whereas the highest salinity and dissolved oxygen were linked to Subtropical Surface Waters (STSW).

The distribution of water masses was characterized by the presence of Colombian Basin Waters (CBW), typical of the northern region because their low salinity and high temperature. Tropical Surface Waters (STW) distributed between Colombia and the north of Ecuador. Equatorial Surface Waters (SEW), in Ecuador and Southwest of Colombia, Subtropical Surface Waters (STSW), from the oceanic region, in the central and southern areas. Coastal Cold Waters (CCW), on the coast of Peru; Equatorial Subsurface Waters (SSEW), in Chile; and the upper part of Antarctic Intermediate Waters (AIW) in the whole study area (Fig. 9). (Wooster and Gilmartin, 1961; Wyrski, 1967; Zuta and Guillen, 1972; Mamayev, 1973, 1975; Silva and Konow, 1975; Cucalón, 1983; Blanco and Díaz, 1986; Grados, 1989).

6. CONCLUSIONS

Atmospheric conditions observed in the Equatorial Pacific starting from april 2002 showed an “El Niño” event at stage of developing. This was also evident by the inversion of the winds in the Central and Western Pacific and by the atmospheric indexes such as the SOI. The Sea Surface Temperature (SST) along the Equatorial Pacific Ocean, that reached in September values of positive anomalies by about 1,3°C, in the region El Niño 3.4 (120°W – 170°W and 5°N – 5°S). Data recorded in this regional cruise showed anomalies up to 3°C off the coast of Ecuador and in general +0,5 and +1°C off the coasts of Colombia, Peru and Chile.

The oceanographic and atmospheric behavior observed during September and part of October 2002, indicated the beginning of an “El

evento El Niño en la región norte y centro del Pacífico Sudeste y condiciones de normalidad en Chile.

Niño” event in the northern and central region of the Southeast Pacific and normal conditions in Chile.

La influencia del evento El Niño para septiembre 2002, se reflejó regionalmente, básicamente en la superficie del mar, principalmente en el sur de Colombia y las costas de Ecuador.

The influence of “El Niño” event in september 2002 was reflected regionally mainly at sea surface, especially south Colombia and the coast of Ecuador.

Los efectos atmosféricos del evento El Niño en la región del Pacífico Sudoriental fueron imperceptibles, evidenciando en contraste, la influencia del ciclo estacional en la costa sudamericana.

Atmospheric effects of “El Niño” event in the Southeast Pacific were unperceived, showing rather the influence of the seasonal cycle in the South American coast.

En Colombia, se identificó en septiembre 2002, una anomalía positiva en el NMM de más de 10 cm, anomalías positivas de TSM de 0,5°C en el sector suroeste de la región y una profundización de la termoclina, en relación con los promedios históricos de este mes. La TA también presentó leves aumentos con anomalías de +0,1°C. La precipitación disminuyó al sur del litoral y aumentó en la región norte, por efecto de la ZCIT.

In Colombia, a positive anomaly of the MSL higher than 10 cm, positive anomalies for SST of 0,5°C in the southwestern sector and the deepening of the thermocline were found respect to the historical average for this month. The AT also presented slight increases with anomalies of +0,1°C. Rainfall decreased in the southern coastal region and increased in the north due to the ITCZ.

En la región costera del Ecuador se observó la presencia de ligeras precipitaciones, particularmente hacia el interior de la región, de igual manera se incrementó la temperatura del aire y del mar, en aproximadamente 1°C por encima de lo normal para la época, y fluctuaciones irregulares en la intensidad y dirección del viento. De otra parte en el sector oceánico se observaron anomalías positivas de hasta 3°C y profundización de las isotermas de 15° y 20°C, así mismo el Frente Ecuatorial en su extremo oeste se encontró desplazado hacia el sur a consecuencia del ingreso de Aguas Costeras Colombianas (ACC).

In the coastal region of Ecuador, the presence of drizzly rain was observed, especially toward the interior of the country. The air temperature increases approximately 1°C above the normal for the season and irregular fluctuations in the intensity and direction of winds were present. On the other hand, the oceanic sector showed positive anomalies up to 3°C and the deepening of the 15°C and 20°C isotherms. The Equatorial Front in its westernmost part moved to the south as a consequence of the entry of Colombian Coastal Waters (CCW).

En Perú, el NMM presentó anomalías positivas a lo largo del litoral de hasta 20 cm, anomalías negativas de TA de -1,1°C hasta 0,3°C, no se registraron lloviznas en el litoral, excepto frente al Callao (0,6 mm) y anomalías positivas de TSM de 1°C frente a la costa entre Paita y Chicama y de San Juan, además de una disminución en la intensidad de las surgencias costeras, con respecto a septiembre de 2001.

In Peru, the MSL showed positive anomalies up to 20 cm along the coast, negative AT anomalies from -1,1°C to 0,3°C, no drizzly rains excepting at Callao (0,6 mm), and positive SST anomalies of 1°C off the coast Paita, Chicama and San Juan. Besides, the intensity of the coastal upwelling decreased respect to September 2001.

En Chile se mantuvo la tendencia alrededor de condiciones normales del NMM, de TSM, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C

In Chile, a tendency to normal conditions for MSL, SST, salinity and depth of the 15°C isotherm, was found.

La distribución de las masas de agua en el área de estudio, muestran condiciones normales para la época, excepto en el mar

The distribution of water masses in the study area showed normal conditions for the season excepting off Ecuador, where oceanic waters

ecuatoriano, donde se evidenció la presencia de aguas oceánicas, probablemente asociadas con la actividad de ondas Kelvin registrada durante el crucero regional en las estaciones costeras.

La variabilidad oceanográfica en el Pacífico Sudoriental, no se mostró consistente con la registrada en las regiones NIÑO 4 y NIÑO 3, debido probablemente a otras variables globales cuyos efectos en la región fueron de mayor importancia que el propio desarrollo del evento El Niño, a nivel oceánico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la CPPS, en especial a la Secretaría General y a la Dirección Científica por la coordinación realizada para que este Quinto Crucero Regional fuese una realidad.

También se agradece a las instituciones que en cada país financiaron cada uno de los cruceros:

En Colombia: a la Armada Nacional por medio de la Dirección General Marítima por su apoyo en la programación del crucero. Al Centro Control Contaminación del Pacífico por su aporte técnico y la coordinación del Informe del Crucero Regional.

En Ecuador: al Instituto Oceanográfico de la Armada.

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

En Chile: al Instituto de Fomento Pesquero y al Fondo de Investigación Pesquera.

Así mismo, a los Comandantes, tripulación y personal científico participante de los buques de investigación: ARC Malpelo de Colombia, B/I Orión de Ecuador, BIC Humboldt y BIC José Olaya de Perú, y B/I Carlos Porter de Chile, por su valiosa contribución en la ejecución del Quinto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste.

were present, probably associated with the activity of Kelvin waves recorded at coastal stations during the regional cruise.

The oceanographic variability in the Southeast Pacific was not consistent respect to what was recorded in regions NIÑO 4 and NIÑO 3, probably due to the effect of other more important global variables at oceanic level than the stage of development of "El Niño" event itself.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thank you to CPPS, especially to the General Secretary and to the Scientific Direction, for their coordination efforts to become true this Fifth Regional Cruise.

It is also recognized the contribution of the following institutions that financed the cruise in their countries:

In Colombia: The Armada Nacional through the Dirección General Marítima for their support at programming the cruise. The Centro Control Contaminación del Pacífico for their technical support and coordination of the Regional Cruise Report.

In Ecuador: the Instituto Oceanográfico de la Armada.

In Peru: the Instituto del Mar del Peru and the Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

In Chile: the Instituto de Fomento Pesquero and the Fondo de Investigación Pesquera.

In the same way, to the Commanders, crew and scientific staff aboard the research vessels: ARC Malpelo, Colombia; B/I Orion, Ecuador; B/C Humboldt and BIC José Olaya, Peru; and B/I Carlos Porter, Chile, because their valuable contribution for the accomplishment of the Fifth Regional Southeast Pacific Joint Oceanographic Research Cruise.

REFERENCIAS

- BAC N° 139 a 144. Boletín de Alerta Climática. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Abril a septiembre 2002.
- Reporte Final de Crucero. 2001. Cuarto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste – septiembre 2001. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Quito, Ecuador.
- Blanco, J.L., A.C. Thomas, M.E. Carr y P.T. Strub. 2001. Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. *J. Geophys. Res.* 106, C6, 11451 – 11467.
- Blanco J.L. & M. Díaz, 1986. Características oceanográficas y desarrollo de El Niño 1982 – 1983 en la zona norte de Chile. *Investig. Pesquera (Chile)* 32:53-60.
- Cucalón, E. 1983. Temperature, salinity and water mass distribution off Ecuador during an El Niño event 1976. *Rev. Cien. Mar. Limn.* Vol. 2 N° 1. 1-25.
- Grados, M.C. 1989. Variabilidad del régimen hídrico del codo peruano – chileno. *Rev. Com. Pacífico Sur (número especial)*. 95 – 104.
- 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.
- Mamayev, O.I. 1973. Water Masses of the Southeast Pacific Ocean. *Oceanography of the South Pacific* 1972 71-73 pp.
- Mamayev, O.I. 1975. Temperature – Salinity Analysis of the World Ocean Waters. Elsevier Oceanog. Series, 11:374 pp.
- NOAA, 2002. Compilación El Niño. www.elnino.noaa.gov
- Reynolds, 1982.
- Silva N. & D. Konow, 1975. Contribution to the knowledge of water masses in the southeast Pacific. Krill Expedition. Cruise 3-4. July – august 1974. *Rev. Com. Per. South Pacific*, 3:63-75.
- Strub, P.T., J. Mesías, V. Montecinos, J. Rutland and S. Salinas, 1998. Coastal Ocean Circulation off western south America. *Coastal Segment (6E), The Sea*, Vol. 11.
- Tsuchiya M., & L.D.Talley.1998. A Pacific hydrographic section at 88° W. *Res.*, Vol. 103, N° C6, pp12, 899 – 12,918.
- UNESCO 1983. Manual de técnicas para análisis de parámetros oceanográficos.
- Wooster, W & M. Gilmartin, 1961. The Peru – Chile Undercurrent, *J. Mar. Res.* 19:3, 97-122
- Wooster, W.S. 1969. Equatorial front between Peru and Galapagos, *Deep Sea Res. Oceanogr. Abstr.*, 16, suppl., 407-419.
- Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *International Journal Oceanology and Limnology*, 1 (12): 117 – 147.
- Xuta, s y O. Guillén, 1972. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Inst. del Mar. Callao – Perú*.

ANEXOS

ANEXO 1

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

País	Buque	Fechas de Inicio/término	Instituciones Participantes	Variables Medidas	Estaciones Realizadas
Colombia	ARC Malpelo	03/09/02 – 23/09/02	CCCP	Meteorológicas, CTD, OD, Fito-zooplancton (red), fito agua, nutrientes, clorofila, transparencia	44
Ecuador	B/I "Orion"	12/09/02 – 27/09/02	INOCAR	Meteorológicas, TSM, CTD, OD, Fito-zooplancton (red), fito agua, nutrientes, clorofila, transparencia	33
Perú	B/I "Humboldt" B/I "José Olaya"	10/09/02 – 20/09/02 18/09/02 – 24/09/02 01/10/02 – 11/10/02 16/10/02 – 21/10/02	IMARPE DHNM	Meteorológicas, CTD, OD, Fito-zooplancton (red), fito agua, nutrientes, clorofila, transparencia	141
Chile	B/I "Carlos Porter"	15/09/02 – 03/10/02	IFOP	Temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila a, huevos y larvas de peces, Bomba de huevos (CUFES), Hidroacústica, zooplancton, transparencia	62

ANEXO 2

INSTITUCIONES Y PERSONAL CIENTÍFICO PARTICIPANTES EN EL QUINTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO SUDESTE REALIZADO EN SEPTIEMBRE – OCTUBRE DE 2002

1. INSTITUCIONES EJECUTORAS

COLOMBIA:

CCCP Dirección General Marítima – Centro Control Contaminación del Pacífico

ECUADOR:

INOCAR Instituto Oceanográfico de la Armada

PERU:

IMARPE Instituto del Mar del Perú
DHN Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina

CHILE

IFOP Instituto de Fomento Pesquero

COORDINACIÓN GENERAL.

CPPS Comisión Permanente del Pacífico Sur

2. PERSONAL PARTICIPANTE (Embarcados y encargados del análisis)

COLOMBIA: “ARC MALPELO”

LUIS OTERO DIAZ, CC JEFE DE CRUCERO, CCCP

PERSONAL DEL CENTRO DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN DEL PACIFICO – CCCP

ANDREA DEVIS MORALES, OCEANOLOGA; INGRID HANSEN GARCIA, BIOLOGA MARINA, SJNHI PINTO TOVAR CESAR, S2MOF FULLEDA BARANDICA LEON, S3MOF PAUL YUBER, S3MOF FAJARDO OSCAR.

PERSONAL DEL IDEAM: JORGE SOLER. PERSONAL DE INVEMAR: EDGAR ARTEAGA S. CARLOS GUERRERO, TN DEL DHN – PERU MILES HERNAN, BIÓLOGO IFOP - CHILE

ECUADOR: “B/I ORION”

TNFG-SU Edwin Pinto U. Jefe Científico – INOCAR

Personal de INOCAR

Eduardo Zambrano, Juan José Nieto, EMCI Magda Mindiola, Katuska Briones, Freddy Hernández, Christian Naranjo, Luis Burgos, Antonio Rodríguez, Juan Regalado, SGOP-HI Newton Chamba, SGOP-HI Francisco Vilaña, SGOP-HI Carlos Paucar. **Blg. César Fernández Ojeda (IMARPE – Perú)**

Personal de la Universidad de Guayaquil, Universidad Central de Quito y Universidad SEK del Ecuador y Universidad del Chimborazo

Sr. César Correa, Sr. Leonardo Palomeque, Sr. Francisco Murrieta, Ma. Fernanda Laprea, Teodoro Cerezo Falcones, Ma. Cristina Urrutia, Sra. Alexandra Lombeida, Erika Martínez

Personal de INAMHI

Sr. Carlos Naranjo, Sr. Fausto Malucín

PERU : “BIC HUMBOLDT”

Blgo. Raúl Castillo
Ing. Meriano Gutiérrez Torero
Ing. Francisco Ganoza Chozo
Blgo. Teobaldo Dioses Romero

Jefe de Crucero – IMARPE
Jefe de Crucero I Etapa
Jefe de Crucero II Etapa
Coordinador

Personal del IMARPE

Ing. Octavio Morón, Ing. José Tenorio, Blgo. Luis Quipuzcoa, Ing. Martín Salazar, Ing. Mariano Gutiérrez, Ing. Julio Alarcón, Blga. Rosa Dávalos, Dr. Manuel Samame, Blgo. José Wasiw, Blgo. José Zavala, Blgo. Miguel Romero, Blgo. Jorge Mostacero, Luis Pérez, Samuel Mori, Blgo. Angel Perea, Ing. Luis Vásquez Espinoza, Téc. Marcelo Crispin, Téc. Martín Campos, Ing. Walter García Díaz, Ing. Enrique Tello Alejandro, Téc. Miguel Sarmiento Díaz, Blga. Carmela Nakasaki Lao, Ing. Martín Salazar, Ing. Salvador Peraltilla Neyra, Ing. Gabriel Gaviola Del Río, Ing. Ketty Ferrel de los Rios, Téc. Héctor Casanova Segovia, Blgo. José Márquez de Lara, Blgo. Daniel Takahashi Haneda, José Pellón Farfán, Iván Navarro Alzamora, Ing. Luis Mariategui, Blga. Gladys Castillo

BIC JOSE OLAYA

Ing. Marceliano Segura Zamudio – Jefe de Crucero

Ing. Luis Vásquez Espinoza, Blgo. Roberto Quesquen Liza , Ing. Ramiro Castillo Valderrama, Ing. Bernardo Saravia, Téc. Jairo Calderón Martell, Téc. Jorge Pazos Fiestas, Blgo. Andrés Chipollini Montenegro, Blga. Sandra Cahuin, Téc. Alejandro Echevarria, Miguel Perea de la Mata

Personal invitado

Dr. Arnaud Bertrand, Dra. Sophie Bertrand, Ing. Eloy Rodríguez (DHN), OM Willy Salvador Yactayo, OM Aldom Llanos Marín, **Dra. María Elena Tapia - INOCAR**

CHILE : B/I CARLOS PORTER

Mauricio Braun A. Jefe de Crucero – IFOP

Personal del IFOP

Hernán Reyes R., Vivian Valenzuela C., Victor Catasti B., Patricio Gálvez, Jorge Castillo P., Guillermo Pizarro Ch. Técnico Pesquero – CORPESCA, **Raúl López, Biólogo Marino, UMNG/CCCP - Colombia**

3. EDICIÓN INFORME PRELIMINAR Y FINAL

- a. Recepción de datos, procesamiento y preparación del Informe Preliminar y Final

Centro Control Contaminación del Pacífico, CCCP
Carlos E. Tejada Vélez, Oceanógrafo físico
Andrea Devis Morales, Oceanóloga
Yuber Paul, S3MOF Tecnólogo en Ciencias del Mar

- b. Entrega de Informes Nacionales

Colombia:	Oce. Andrea Devis Morales
Chile:	Blgo. Mauricio Braun
Ecuador:	TNFG.-SU Edwin Pinto
Perú:	Ing. Luis Pizarro

- c. Coordinación General

CPPS/Secretaría General
Director Científico, Manuel Flores P.

ANEXO III

COMITÉ COORDINADOR DEL QUINTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE, REALIZADO EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 2002

COLOMBIA: CF. Carlos Enrique Tejada Vélez (Coordinador Regional)

ECUADOR: TNFG.-SU Edwin Pinto Usocovich

PERU: Ing. Luis Pizarro Pereyra

CHILE: Blgo. Mauricio Braun Alegría

CPPS: Dr. Manuel Flores Palomino (Coordinador General)

ANEXO IV

INTERCAMBIO DE CIENTÍFICOS A BORDO DE LOS BUQUES

CIENTÍFICO DE	EMBARCADO EN
CHILE Miles Hernán, Biólogo, IFOP	COLOMBIA: ARC Malpelo
COLOMBIA Raúl López, Biólogo Marino, UMNG/CCCP	CHILE: B/I "Carlos Porter"
ECUADOR Dra. María Elena Tapia, INOCAR	PERU: BIC José Olaya
PERU Blgo. César Fernández Ojeda, IMARPE	ECUADOR: B/I Orión

FIGURAS

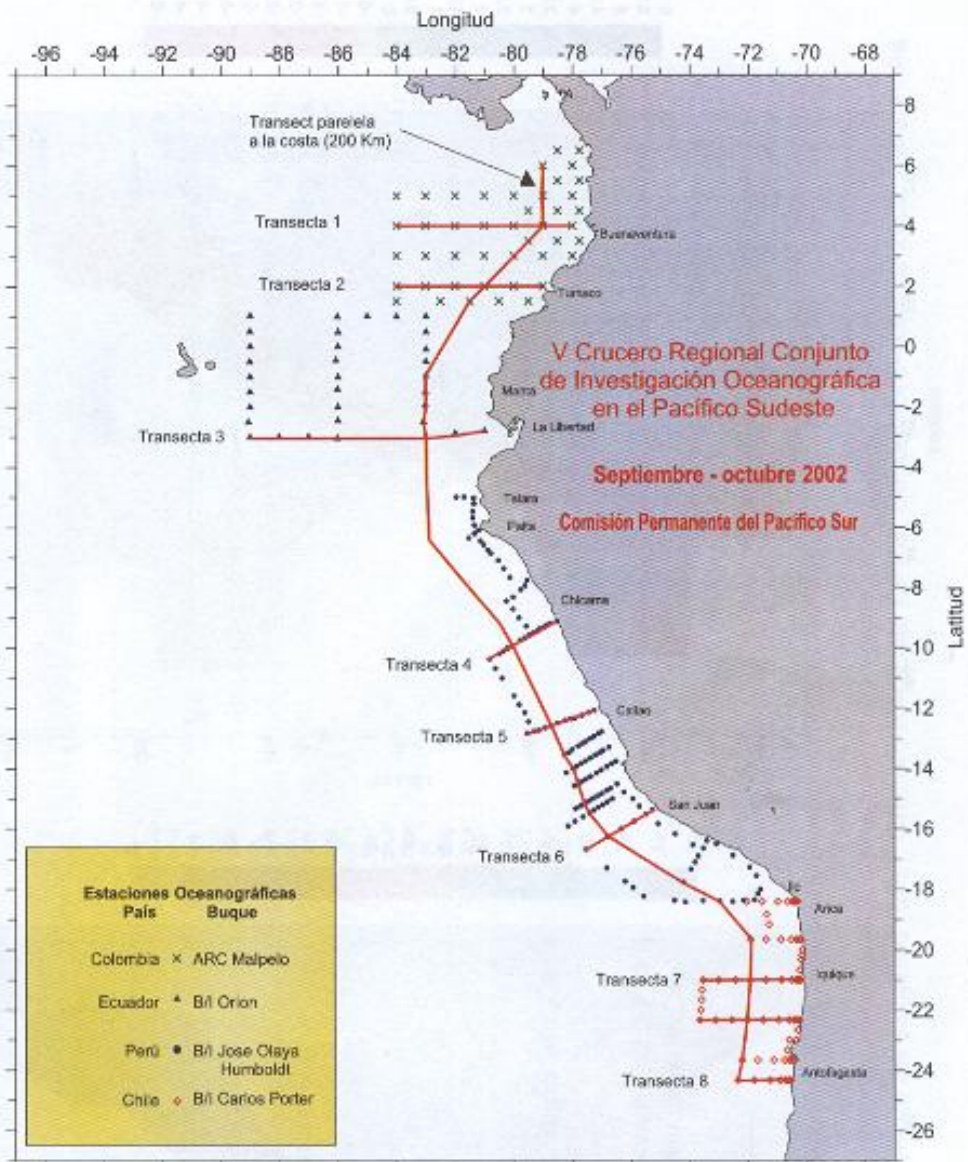


FIGURA 1. Trayecto del V Crucero Regional Conjunto. Septiembre-octubre 2002. Estaciones realizadas por las componentes nacionales.

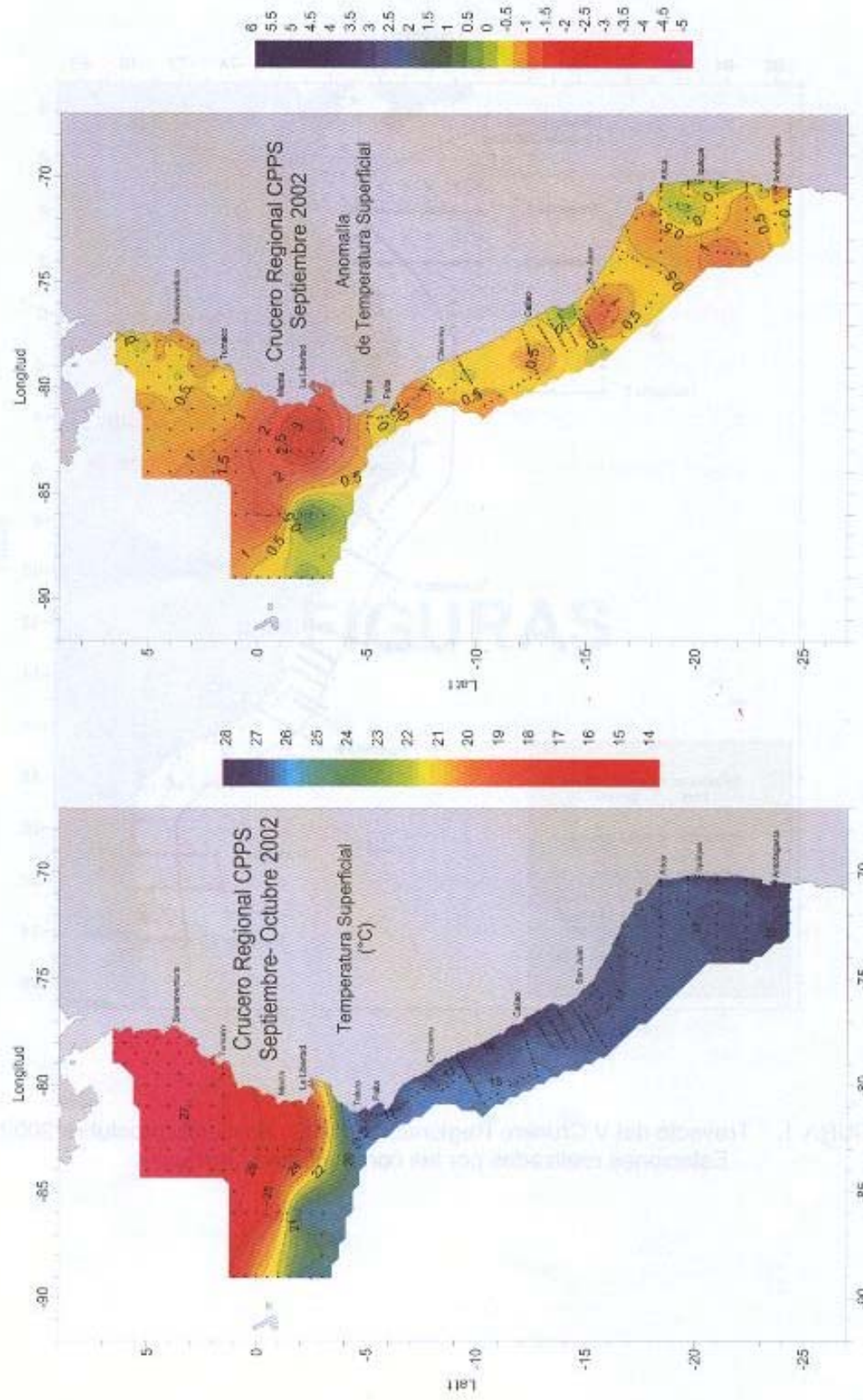


FIGURA 2. Distribución superficial de temperatura (°C). Crucero Regional CPPS. Septiembre-octubre 2002 y anomalía.

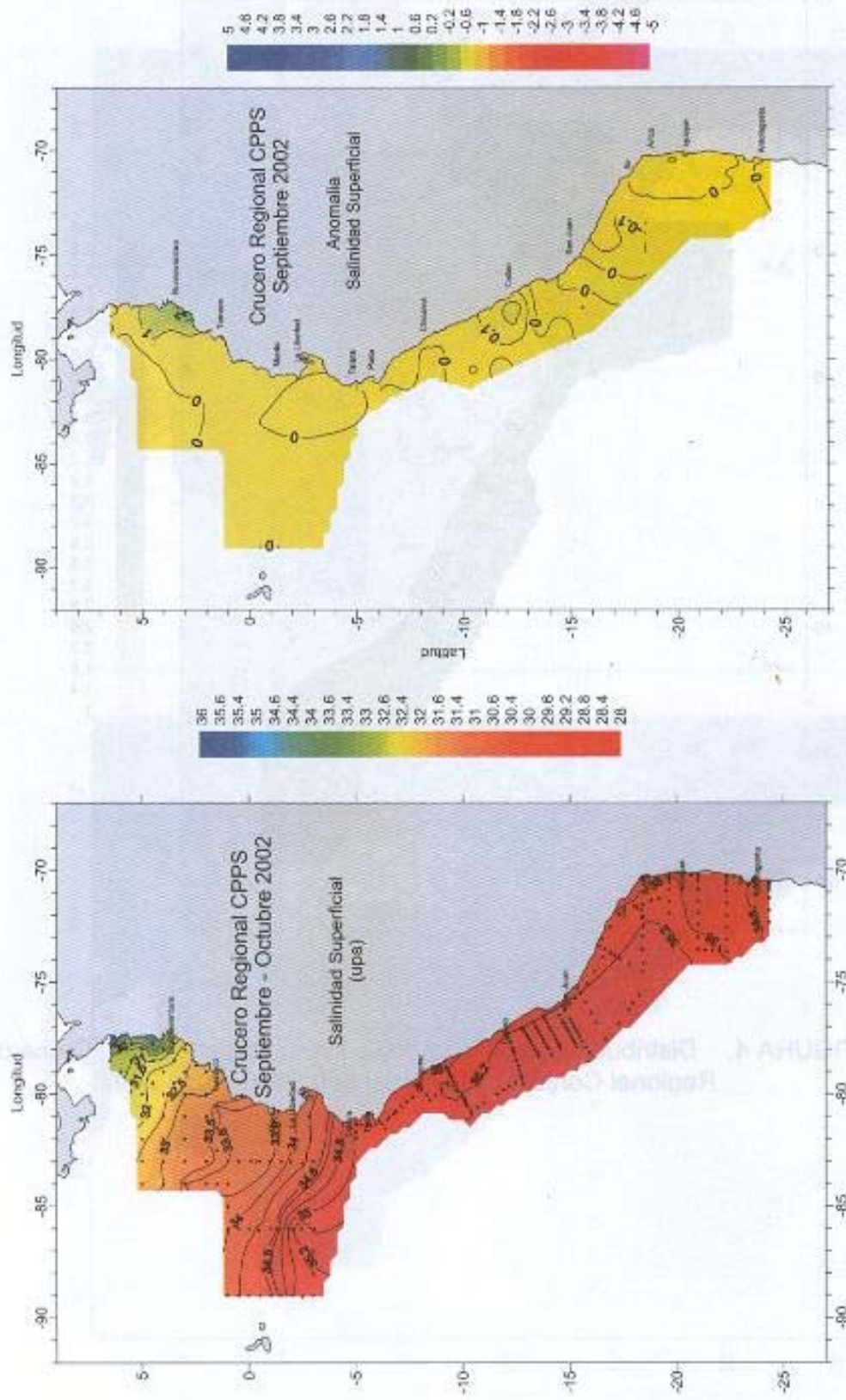


FIGURA 3. Distribución superficial de salinidad (ups). Crucero Regional CPPS, Septiembre-octubre 2002 y anomalía.

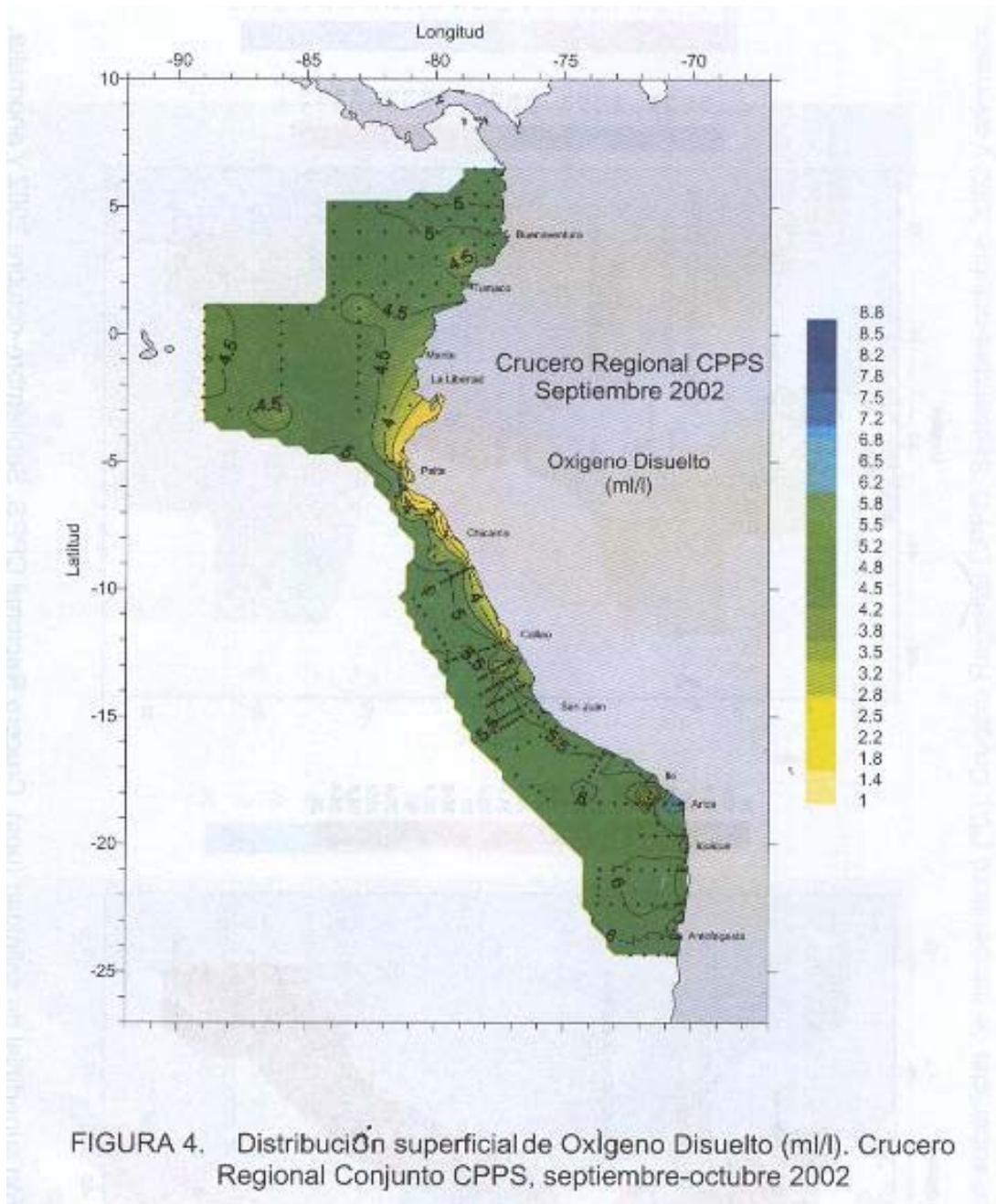


FIGURA 4. Distribución superficial de Oxígeno Disuelto (ml/l). Crucero Regional Conjunto CPPS, septiembre-octubre 2002

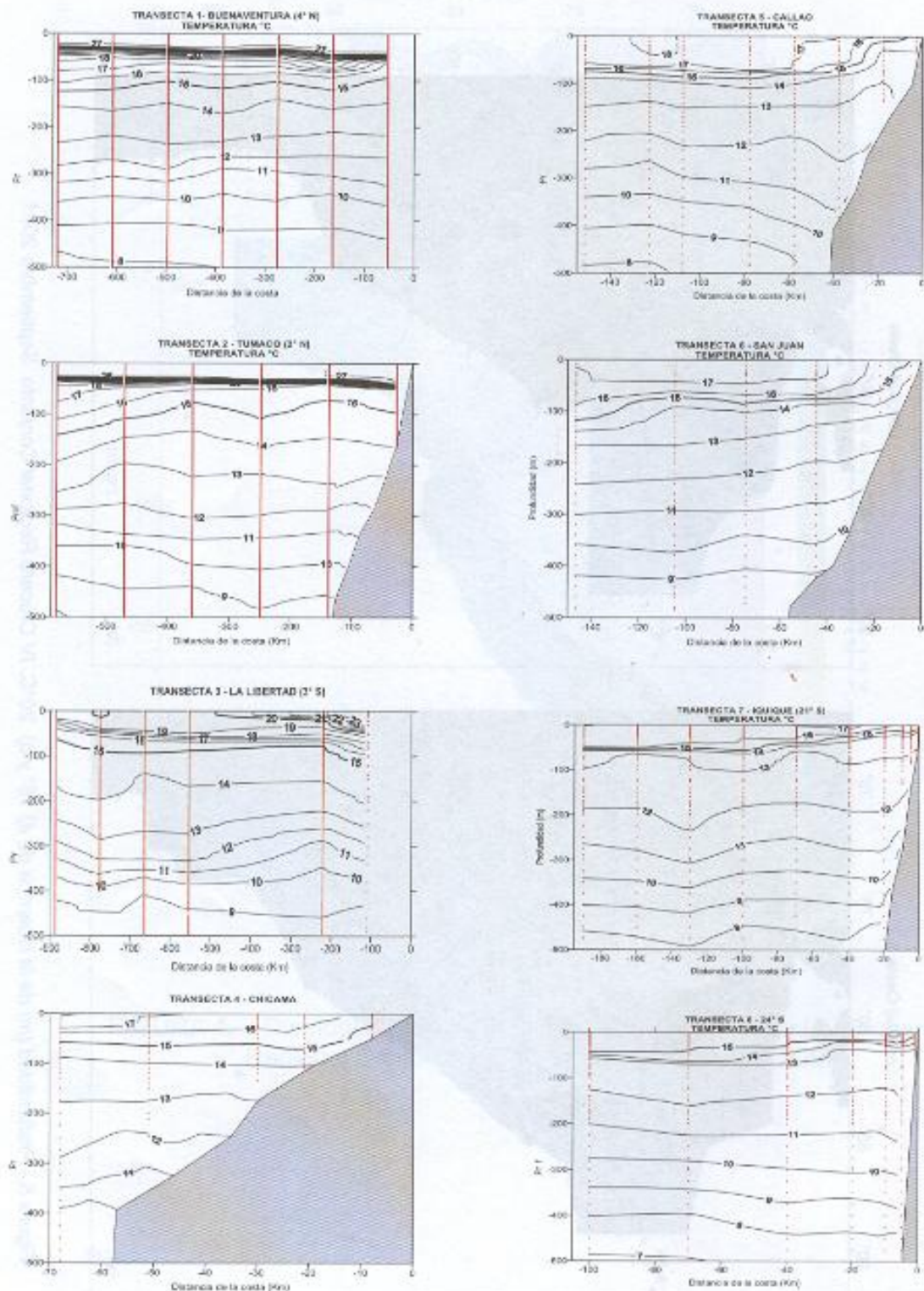


FIGURA 6. Distribución vertical de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa. Septiembre - octubre 2002

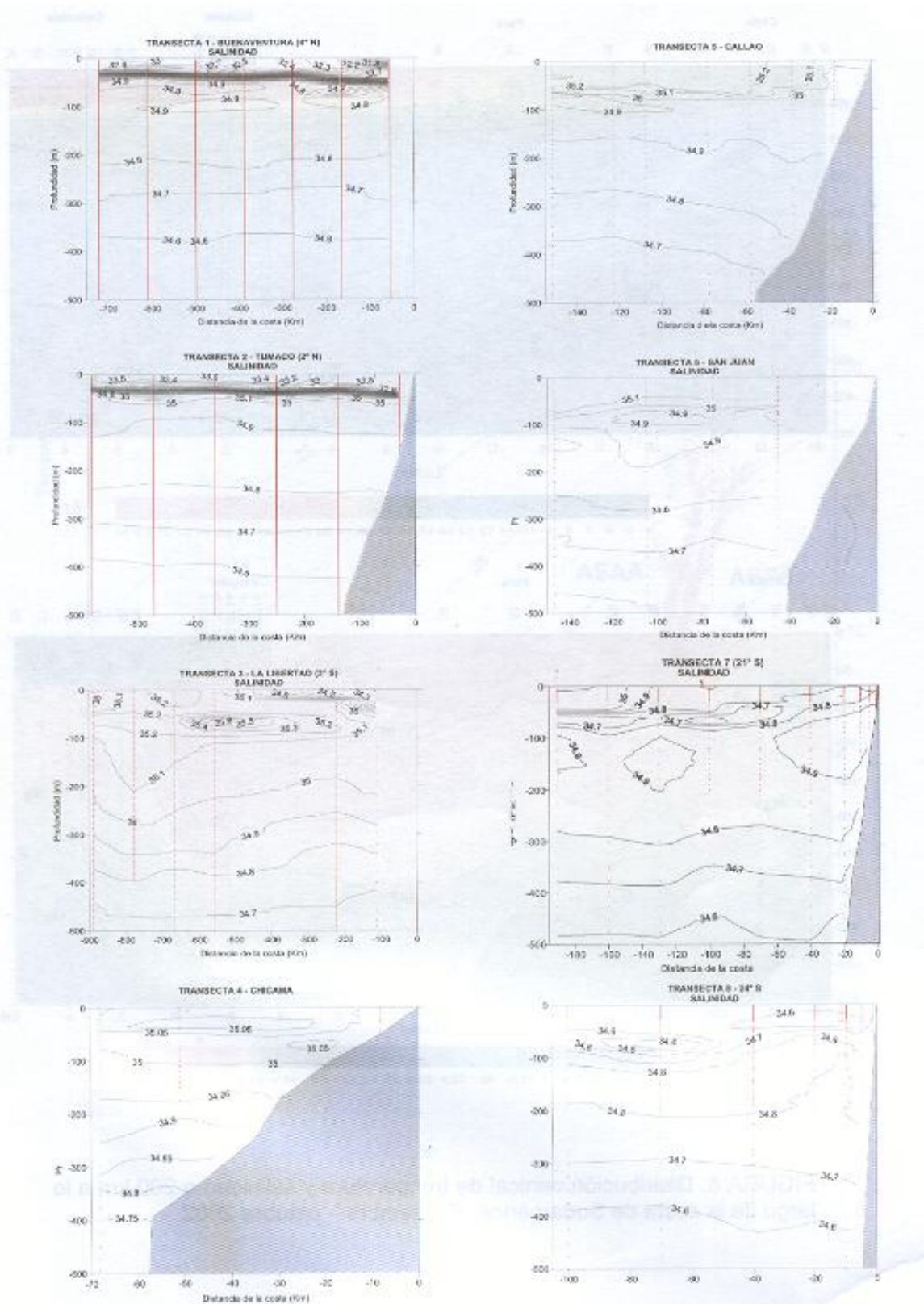


FIGURA 7. Distribución vertical de salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa. Septiembre -octubre 2002.

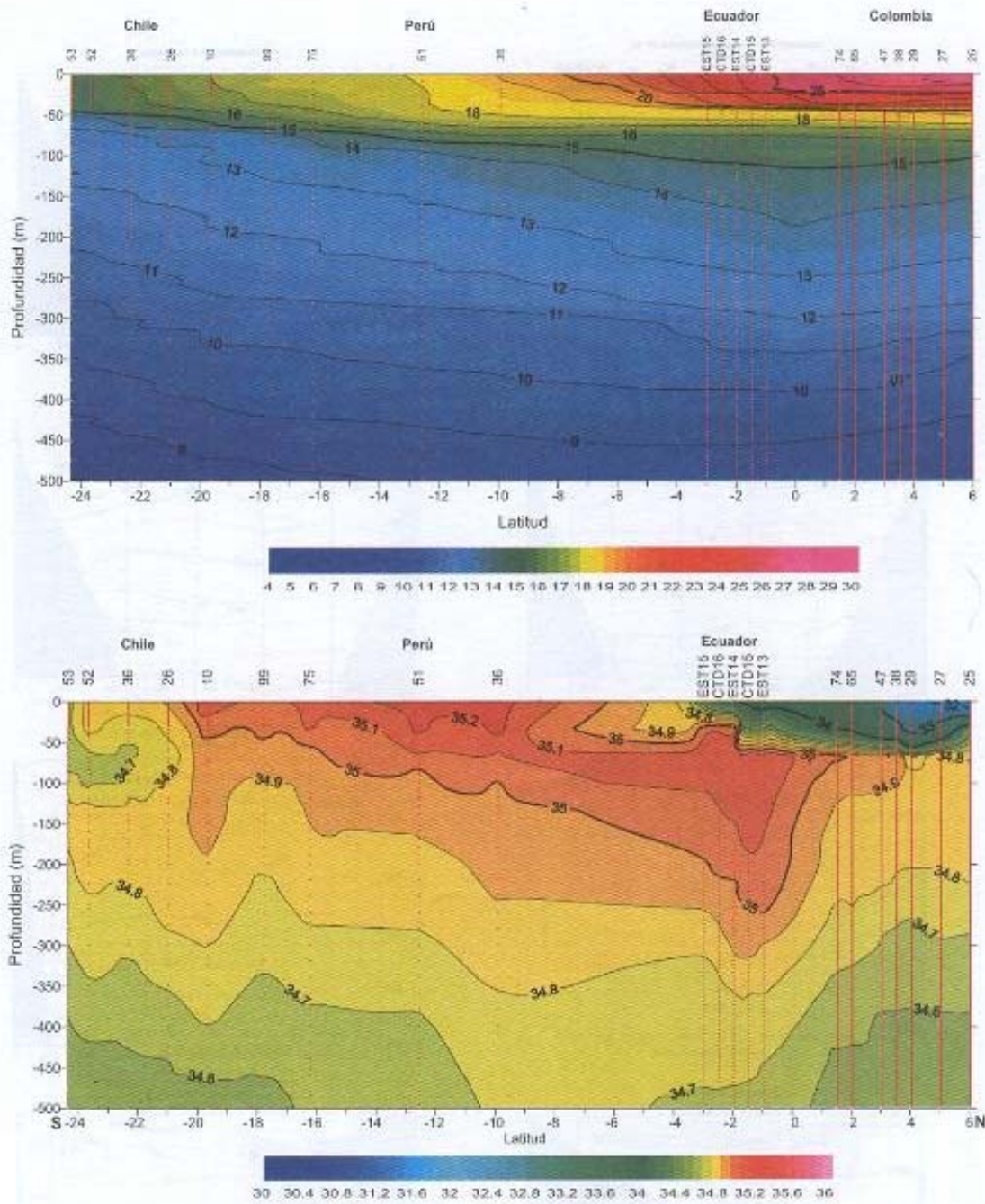


FIGURA 8. Distribución vertical de temperatura y salinidad a 200 km a lo largo de la costa de Sudamérica. Septiembre – octubre 2002.

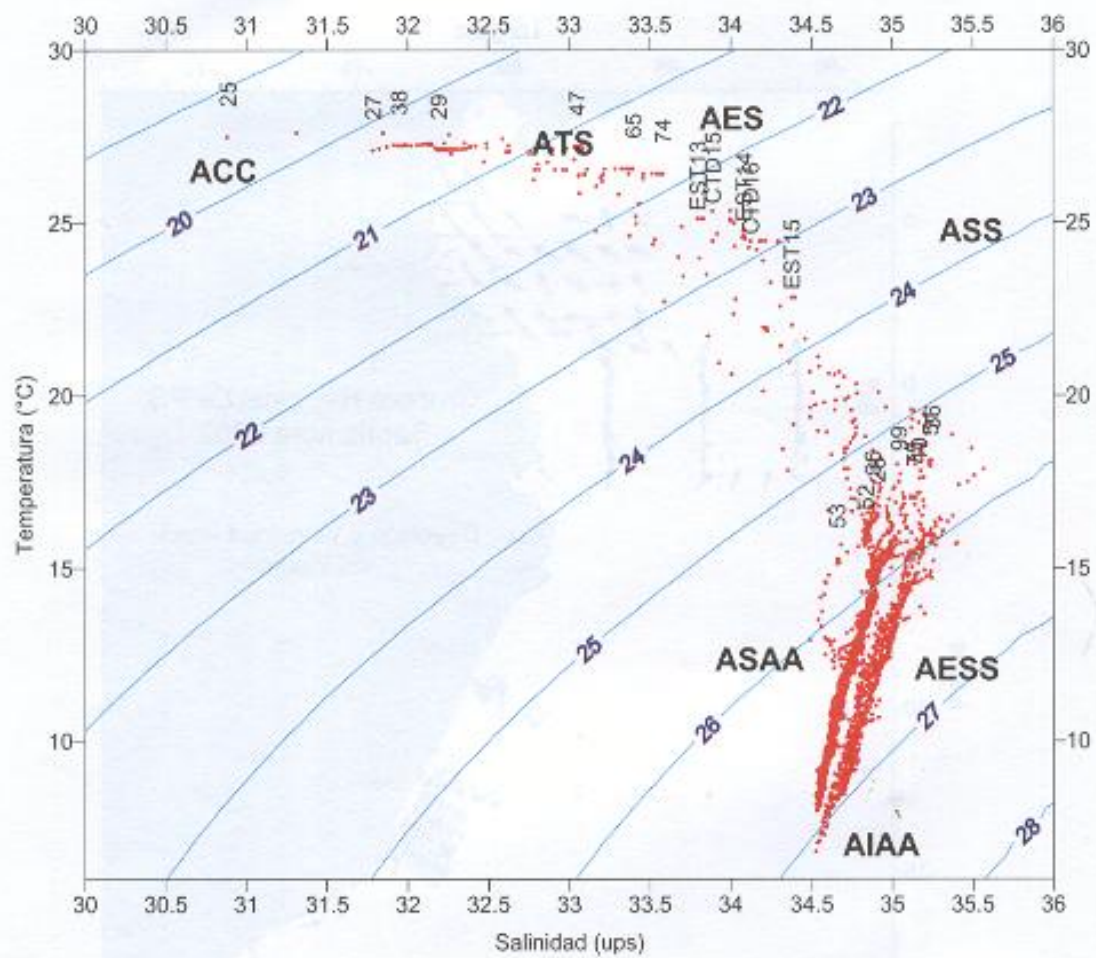


FIGURA 9. Diagrama t-s de las estaciones en transecta paralela a la costa a 200 km. Septiembre – octubre 2002.

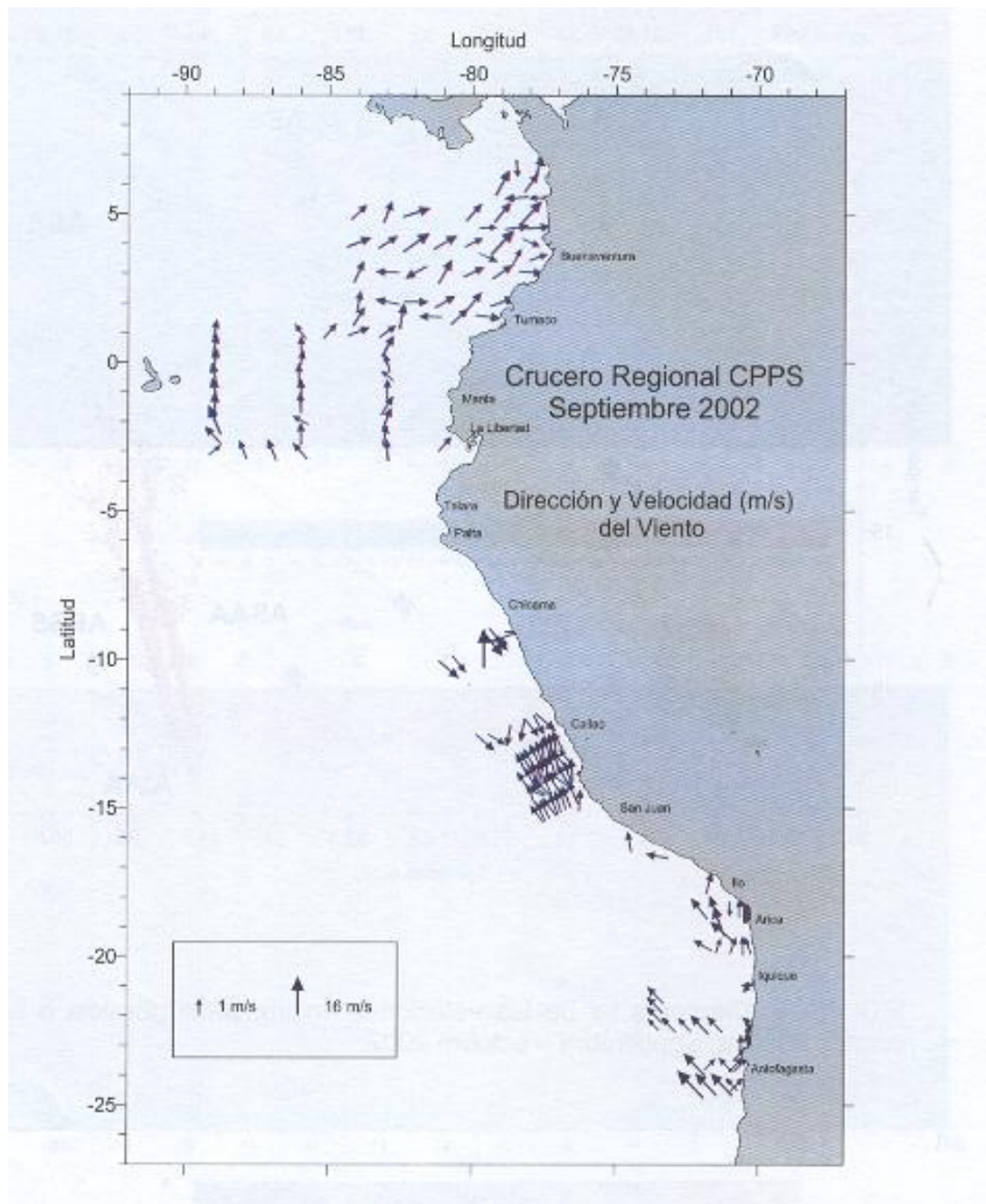


FIGURA 10. Dirección y velocidad (m/s) del viento. Crucero Regional Conjunto, septiembre – octubre 2002.