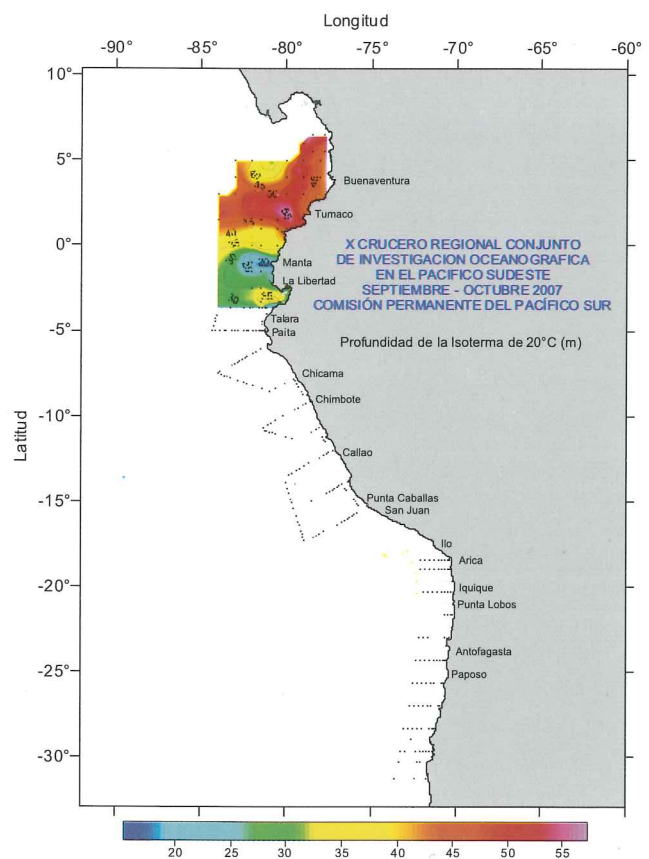
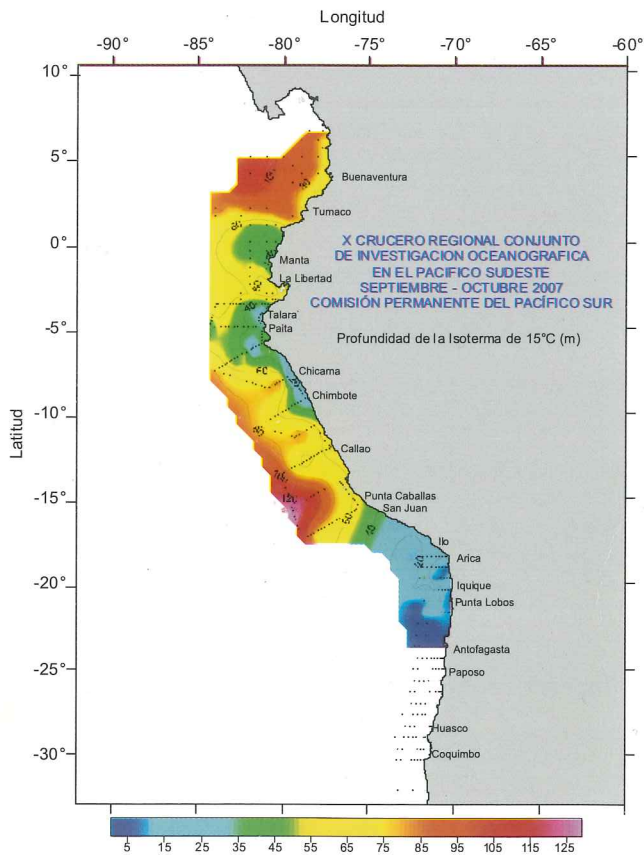


DÉCIMO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2007

TENTH REGIONAL JOINT OCEANOGRAPHIC RESEARCH CRUISE IN THE SOUTH EAST PACIFIC SEPTEMBER - OCTOBER 2007



INFORME FINAL
FINAL REPORT
Guayaquil - Ecuador
2008

La Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) es el Organismo Regional Marítimo Apropriado para la coordinación de las políticas marítimas de sus Estados Miembros: Colombia, Chile, Ecuador y Perú. Nació el 18 de agosto de 1952 con la “Declaración sobre Zona Marítima”, suscrita en Santiago de Chile por los Gobiernos de Chile, Ecuador y Perú. El 9 de agosto de 1979, Colombia adhirió al Sistema.

La CPPS es un sistema marítimo regional y una alianza y opción estratégica, política y operativa en el Pacífico Sudeste para consolidar la presencia de los países ribereños en esta importante zona geográfica y su proyección efectiva y coordinada tanto hacia las zonas aledañas como a la vinculación con la Cuenca del Pacífico.

Su órgano coordinador, promotor y ejecutor es la Secretaría General, cuya sede permanente se encuentra en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

La Secretaría General está apoyada en su gestión por una Subsecretaría, que coordina el área jurídica y la promoción del carácter de organismo marítimo regional que ostenta la CPPS. Igualmente, la Secretaría General cuenta con una Dirección de Asuntos Científicos y una Dirección de Asuntos Económicos. La Secretaría General es al mismo tiempo la Secretaría Ejecutiva del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y las Areas Costeras del Pacífico Sudeste, que vincula además en su estructura temática, jurídica, institucional y financiera a Panamá.

Secretaría General

- Secretario General: Doctor Gonzalo Pereira Puchy (Chile)
Correo electrónico: gpereira@cpps-int.org
- Subsecretario: Doctor Fernando Pardo Segovia (Perú)
Correo electrónico: fpardo@cpps-int.org
- Director de Asuntos Científicos: Biólogo Mario Palacios Moreno (Colombia)
Correo electrónico: mpalacios@cpps-int.org
- Director de Asuntos Económicos: Economista Alfonso Jalil Alvarez (Ecuador)
Correo electrónico: ajalil@cpps-int.org

Comisión Permanente del Pacífico Sur
Avenida Carlos Julio Arosemena Km. 3
Complejo Albán Borja, Edificio Classic, Segundo Piso
Guayaquil, Ecuador
Telfs.: (593-4) 2221202-2221203
Fax: (593-4) 2221201
sgeneral@cpps-int.org
www.cpps-int.org

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

**DÉCIMO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN
OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE
SEPTIEMBRE – OCTUBRE DE 2007**

**Guayaquil, Ecuador
2008**

CONTENIDO

GLOSARIO DE TERMINOS TÉCNICOS	5
PRESENTACIÓN	6
1. RESUMEN EJECUTIVO	7
2. INTRODUCCIÓN	8
3. METODOLOGÍA	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1 Meteorología	9
4.2 Oceanografía	9
4.2.1 Características superficiales del mar	9
4.2.2 Características Sub-superficiales del Mar	13
5. DISCUSIÓN	20
6. CONCLUSIONES	23
7. REFERENCIAS	25
ANEXOS	
Anexo 1. Cruceros efectuados por cada país, fechas, número de estaciones y variables medidas	26
Anexo 2. Instituciones y personal científico participante en el Octavo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre - octubre de 2007	27
Anexo 3. Comité Coordinador del Cuarto Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre - octubre de 2007.	30
Anexo 4. Intercambio de científicos a bordo de los Buques participantes.	31
FIGURAS	
Figura 1. Posición geográfica de las estaciones oceanográficas realizadas por las componentes nacionales. septiembre-octubre de 2007.	8
Figura 2. Distribución superficial de: a) temperatura (°C) y b) anomalía de temperatura (°C). X Crucero Regional. septiembre-octubre de 2007.	10
Figura 3. Distribución superficial de: a) salinidad (ups) y b) anomalía de salinidad (ups). X Crucero Regional. septiembre-octubre de 2007.	11
Figura 4. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) X Crucero regional. septiembre-octubre 2007.	12

Figura 5. Profundidad de la isoterma de a) 15°C y b) 20°C. X Crucero Regional. septiembre - octubre de 2007.	13
Figura 6a. Distribuciones verticales de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa (1 - 8). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007 .	14
Figura 6b. Distribuciones verticales de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa (9 - 16). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007 .	15
Figura 6c. Distribuciones verticales de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa (17 - 19). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007 .	16
Figura 7a. Distribuciones verticales de salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa (1 - 8). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007 .	17
Figura 7b. Distribuciones verticales de salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa (9 - 16). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007 .	18
Figura 7c. Distribuciones verticales de salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa (17- 19). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007 .	19
Figura 8. Distribución vertical de a) temperatura (°C) y b) salinidad (ups) a 100mn a lo largo de la costa sudamericana. X Crucero Regional. septiembre - octubre de 2007.	19
Figura 9. Diagrama T-S de las estaciones oceanográficas en la transecta paralela a 200 km de la costa. X Crucero Regional. septiembre - octubre de 2007.	20
Figura 10. Dirección y velocidad (m/s) del viento, medido durante la realización del X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre de 2007.	21
Figura 11. Distribución Superficial de a) Relación NO ₃ /PO ₄ y b) Utilización Aparente de Oxígeno (ml/L). X Crucero Regional Conjunto. septiembre - octubre, 2007	22

GLOSARIO DE TERMINOS TÉCNICOS

ACC: Agua Costera Colombiana	IMARPE: Instituto del Mar del Perú
ACF: Agua Costera Fría	IFOP: Instituto de Fomento Pesquero (Chile)
ACP: Agua de la Cuenca de Panamá	INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Ecuador)
AES: Agua Ecuatorial Superficial	INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada (Ecuador)
AESS: Agua Ecuatorial Subsuperficial	INP: Instituto Nacional de Pesca (Ecuador)
AIAA: Agua Intermedia Antártica	INVEMAR: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés (Colombia)
ARC: Armada República de Colombia	IOS: Índice de Oscilación del Sur
ASS: Agua Superficial Subtropical	MN: Millas náuticas (mn)
ASTS: Aguas Subtropicales Superficiales	NMM: Nivel Medio del Mar
ASAA: Agua Sub Antártica	NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration (EE.UU.)
ATS: Agua Tropical Superficial	OD: Oxígeno Disuelto
BAC: Boletín de Alerta Climático	TA: Temperatura del Aire
B/I: Buque de Investigación	TAO: Tropical Arrangement Ocean
BIC: Buque de Investigación Científica	TOGA: Tropical Ocean and Global Atmosphere
CCAR: Colorado Center for Astrodynamics Research	T-S: Temperatura – Salinidad
CCCP: Centro Control de la Contaminación del Pacífico (Colombia)	TSM: Temperatura Superficial del Mar
CORPESCA: Corporación de Pesca	UAO: Utilización Aporte de Oxígeno
CPC: Cuenca del Pacífico Colombiano	UMNG: Universidad Militar "Nueva Granada"
CPPS: Comisión Permanente del Pacífico Sur	UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura
CTD: Conductivity Temperature and Depth	UPS: Unidades Prácticas de Salinidad
DHN: Dirección de Hidrografía y Navegación (Perú)	ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical
ENOS: El Niño/Oscilación del Sur	
hPa: hectoPascal	
IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia)	

PRESENTACIÓN

Las importantes labores realizadas por el Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP) de la Dirección General Marítima – DIMAR de Colombia, el Instituto de Fomento Pesquero – IFOP de Chile, el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) de Ecuador y el Instituto del Mar de Perú a través de un mancomunado esfuerzo y acción de equipo, han permitido llevar a buen término el Décimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste (Septiembre – Octubre de 2007), muestra notable de Cooperación Conjunta entre los países Miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS, y de cooperación horizontal e intercambio de conocimiento en el ámbito de las investigaciones Científicas y Técnicas en el Marco del Protocolo sobre el Programa para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste (ERFEN).

También se concreta, con la información recolectada y analizada en este Décimo Crucero Regional Conjunto un paso más en la conformación de la Base de Datos Regional de Cruceros Oceanográficos en el Pacífico Sudeste, del ERFEN, que es un valioso aporte de la Comunidad Científica de los Estados Miembros de la CPPS para servicio de la Comunidad Científica a nivel del Orbe.

Este Informe Final del Décimo Crucero contiene información de beneficio para la región de la CPPS y de la humanidad, a la vez que para la correcta conservación de los ecosistemas marinos y del medio ambiente marino.

La importante información recolectada por los investigadores del ERFEN, de las Instituciones de los estados Miembros de la CPPS comprometidas con este valioso programa de estudios, con el trabajo aportado por las tripulaciones y los buques que tienen dedicados al análisis de las condiciones oceanográficas del océano Pacífico, y de sus recursos y condiciones ambientales, permite que los países y sus estructuras de prevención y atención de desastres, cuenten con valiosas herramientas que orientan las decisiones adecuadas y oportunas, para permitir una acción acertada al interpretar apropiadamente las modificaciones en el clima y en las condiciones del mar, convirtiéndolos en instrumento de primer orden en la toma de decisiones políticas y planificación de nuestras sociedades.

La CPPS como coordinadora del Crucero ha procurado que cada año se acuerde por las instituciones participantes, hacer una investigación que avance en una propuesta siempre más estandarizada y en similares períodos para que la información aportada en cada nueva edición de este esfuerzo de investigación pueda ser muy bien utilizada por los investigadores para sus análisis y aplicaciones, dando conclusiones claras y con buena precisión del estado del mar y la atmósfera, permitiendo muy buenas aplicaciones en el modelamiento y simulación, para prevención de grandes afectaciones generadas en el medio marino y clima de la región.

Asimismo, se ha logrado incorporar con mayor compromiso y permanencia la participación de investigadores de la componente meteorológica. En este mismo orden de ideas, las investigaciones del Crucero Regional referidas al ERFEN se han ido relacionando con las investigaciones y productos generados por las instituciones de investigación marina del área de la CPPS en el enfoque de la GRASP (Alianza Regional del Sistema Mundial de Observación del Océano – GOOS para el Pacífico Sudeste), Alianza de la cual es Secretaría Técnica la CPPS, y se proyecta un estudio mayor integrado con las Alianzas OCEATLAN e IOCARIBEGOOS.

Es oportuno reconocer la participación en este Crucero de investigadores de la Universidad del Valle y de la Universidad del Tolima, de Colombia; de la Escuela Politécnica del Litoral, de Ecuador; y de la Dirección de Hidrografía y Navegación, de Perú, que se han ido incorporando en este Programa Regional de Estudios sobre el fenómeno océano atmosférico de “El Niño”, y que ponen de presente la creciente integración de nuevos enfoques y nuevos actores que permiten una revitalización y crecimiento holístico en torno a las investigaciones del océano y la atmósfera.

Nuestros estudios están al servicio de la población de los Estados Miembros de la CPPS, y de los requerimientos de su vida empresarial, de gestión industrial, en actividades mercantiles, de pesquería, agricultura, ganadería y en concepción general son útiles para una buena prospectiva, planeación, programación, y desenvolvimiento de las actividades y relaciones vitales del quehacer social general.

Gonzalo Pereira Puchy
Secretaría General
Comisión Permanente del Pacífico Sur

COMPORTAMIENTO METEOROLÓGICO Y OCEANOGRÁFICO EN EL PACÍFICO SUDESTE DURANTE EL EVENTO LA NIÑA 2007

De la Cuadra, T.; M. Braun; L. Pizarro y E. Rodríguez

1. RESUMEN EJECUTIVO

Se analizaron las condiciones oceanográficas y meteorológicas obtenidas en los cruceros locales ejecutados por los países miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Colombia, Ecuador, Perú y Chile, en el marco del Décimo Crucero Regional Conjunto, en septiembre y octubre de 2007. Los cruceros, coordinados por la CPPS, son la continuación del monitoreo oceanográfico del Pacífico Sudeste. En esta oportunidad se realizaron 561 estaciones oceanográficas en donde se efectuaron mediciones de CTD hasta 500 metros (m) de profundidad y recopilación de datos meteorológicos. El área de trabajo abarcó la latitud 6°30'N y los 32°,08'S, llegando hasta las 350 mn de la costa como máximo en el sector colombiano y hasta 100 mn como mínimo en el sector chileno.

Durante el período del crucero la Cuenca Colombiana presentó un comportamiento acorde a la variabilidad estacional de la región; sin embargo las temperaturas registradas en la zona sur y suroeste de la misma, indicaron una estratificación homogénea y la presencia de anomalías negativas, que pudieran asociarse a condiciones "La Niña".

El Frente Ecuatorial se ubicó desplazado hacia el sur del Ecuador y norte de Perú, definido entre las isotermas de 19° y 23°C, y con un fuerte gradiente termohalino hacia la costa que se debilita hacia el oeste de 82°W. Los menores valores de TSM en el extremo Suroeste del área ecuatoriana, se debieron al ingreso de aguas frías transportadas por la corriente costera de Humboldt. Las anomalías positivas de TSM medidas en el extremo Sureste de este sector, serían producto de la presencia de aguas continentales, propia de condiciones locales.

Frente al Perú las condiciones ambientales fueron predominantemente frías, con intensificación de los vientos principalmente al sur de Callao, procesos de afloramiento muy fuertes al sur de Pta. Bermejo asociados a temperaturas frías en la zona costera, producto de la intensificación de la Corriente Costera Peruana, en tanto que al norte de Pta. Falsa se apreciaron algunos núcleos con ligeras anomalías térmicas positivas, producto del desplazamiento de aguas ecuatoriales que luego presentaron su repliegue hacia el norte.

La circulación superficial y subsuperficial estuvieron asociadas a la intensidad de la Corriente de Humboldt, (Corriente Costera y Oceánica) interactuando con la Contracorriente Peruana Subsuperficial por fuera de las 70 mn de la costa.

El sector chileno se encontró bajo una situación fría y de baja salinidad. En el área oceánica predominó ampliamente la presencia de anomalías negativas que superaron la unidad, formando algunos núcleos de anomalía menores a -1,5°C, principalmente en el extremo suroeste de la zona. Un máximo de temperatura (+0,2°C) fue ubicado a 5 mn en la bahía Moreno, frente a Antofagasta, siendo el único valor positivo calculado para la zona de estudio.

Durante la realización del X Crucero regional, los indicadores atmosféricos y oceánicos señalaron la presencia de anomalías que estarían asociadas a la fase fría del ciclo ENOS que se encuentra latente en el Pacífico tropical desde mediados del 2007.

2. INTRODUCCIÓN

La realización de los cruceros regionales conjuntos de investigación oceanográfica en el Pacífico Sudeste, desde su comienzo en 1998, ha permitido observar casi de manera simultánea diferentes condiciones del océano, de la siguiente manera: el Niño 1997-1998; La Niña 1999; relativa normalidad 2001; signos de El Niño 2002 en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central; condiciones de plena normalidad 2003, y con anomalías positivas de temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central en el 2004, este hecho constituye un aporte muy importante en el proceso que lleve al cabal cumplimiento del objetivo general del Programa Estudio Regional del Fenómeno de El Niño-ERFEN, de poder lograr predecir los cambios océano-atmosféricos, con anticipación suficiente como para permitir políticas de adaptación o de emergencia frente a variaciones en el rendimiento pesquero, agrícola e industrial y decisiones de mercadeo, manejo de recursos hidrobiológicos y otras.

En esta ocasión la realización del Décimo Crucero Regional permitió conocer condiciones meteorológicas y oceanográficas (superficiales y sub-superficiales hasta 500 m.) del mar en las aguas jurisdiccionales de Chile, Colombia, Ecuador y Perú, desde la latitud 6°30' Norte hasta 32°08' Sur, durante los meses de septiembre y octubre de 2007. El análisis de dichas condiciones ha permitido emitir conclusiones y pronósticos sobre el comportamiento del Océano Pacífico en un horizonte de tiempo de meses, que se aspira a poder ampliar prontamente.

En general el análisis de los resultados del X Crucero Regional evidenciaron indicadores atmosféricos y oceánicos de la presencia de una fase fría del ciclo ENOS.

3. METODOLOGÍA

El X Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica, coordinado por la CPPS, se realizó entre el 4 de septiembre y el 21 de octubre de 2007.

En el crucero participaron un total de 4 naves pertenecientes a instituciones de investigación de Colombia, Ecuador, Perú y Chile (Anexo 1).

Durante el Crucero se realizaron 561 estaciones oceanográficas distribuidas, en su mayoría, en 29 cortes perpendiculares a la costa. El área de estudio abarcó las latitudes 6°N y 32°2'S y desde la costa hasta las 375 mn en Colombia, 165 mn en Ecuador, 225 mn en Perú y 125 mn en Chile (Fig. 1).

En la mayoría de las estaciones se realizaron observaciones de variables entre la superficie y los 500 metros de profundidad, para lo cual se utilizaron perfiladores de temperatura y salinidad (CTD) modelo SBE 19. En las estaciones se tomaron muestras de aguas con botellas

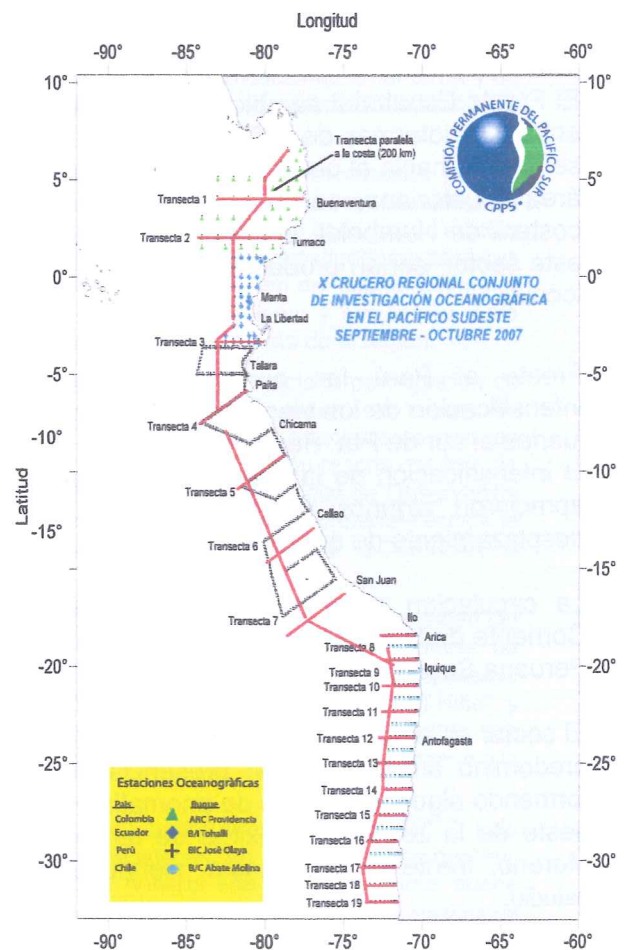


Figura 1. Trayecto del X Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica Septiembre - Octubre, 2007. Estaciones realizadas por las componentes nacionales.

oceanográficas Niskin para realizar análisis de concentración de oxígeno disuelto (OD), salinidad y clorofila "a" (clo_a); y se realizaron arrastres biológicos de fito, zoo e ictioplancton. Tanto los muestreos como los análisis de cada variable se efectuaron con los métodos estándares convencionales.

Con la información registrada se elaboraron cartas de distribución superficial de temperatura, salinidad, OD y clo_a, cartas de profundidad de las isotermas de 15° y 20°C y cartas de distribución de anomalías de temperatura y salinidad superficial. Las anomalías térmicas y salinas de superficie se confeccionaron basados en la climatología de Levitus (Levitus *et al.*, 1998, WOA-98). Para el estudio de la columna de agua se graficaron las variables temperatura y salinidad hasta una profundidad de 500 m a lo largo de 19 transectas perpendiculares a la costa con estaciones hasta una distancia máxima de 375 mn, y a lo largo de una transecta paralela a ella con estaciones ubicadas a 100 mn (Fig. 1).

Los datos de salinidad se expresan en unidades prácticas de salinidad (ups) (UNESCO, 1981).

4. RESULTADOS

4.1 Meteorología

En el mes de septiembre, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), en el océano Pacífico Oriental, se presentó como una banda nubosa, con su eje central ubicado alrededor de los 8°N, con presencia de activas celdas convectivas; que ejercieron su mayor influencia sobre la región de Centro América, Norte de Colombia y el Caribe. En octubre la ZCIT alcanzó los 10°N, ejerciendo aún mayor influencia sobre la región de Centro América.

El Índice de Oscilación del Sur (IOS), se mantuvo en su fase positiva con un valor de 0,6. Respecto a las anomalías de presión atmosféricas, Tahiti y Darwin alcanzaron valores de 0,3 y -0,6 respectivamente.

Los vientos superficiales registrados durante el crucero, presentaron velocidades entre 0,6 y 30 m s⁻¹ durante el crucero. Las máximas velocidades fueron encontradas frente a Chile con una componente sur muy fuerte, especialmente a la altura de Pichilanguí; mientras que las mínimas velocidades fueron ubicadas frente al Perú entre las zonas de Callao y San Juan. Frente a Colombia los vientos tuvieron velocidades entre 1,54 y 6,68 m s⁻¹, con una dirección predominante del sureste; mientras que frente al Ecuador, los vientos tuvieron intensidades entre 3 y 8 m s⁻¹, con direcciones provenientes del sureste-suroeste.

4.2 Oceanografía

4.2.1 Características Superficiales del Mar

Temperatura y Salinidad

La temperatura observada frente a Colombia presentó valores por debajo de los 26°C en gran parte del borde sur occidental de la Cuenca del Pacífico Colombiano, lo cual se relaciona con los valores mas altos de salinidad encontrados para la misma zona. Por otro lado se observó a lo largo de la zona costera entre Gorgona y la frontera con Panamá una gran zona con salinidades por debajo de los 30 ups, lo que indica un gran aporte de agua dulce en esta zona. El valor mínimo de temperatura para este mes fue de 24,8°C, el máximo estuvo en 28,0°C y el valor medio para la cuenca fue de 26,7°C. Para la salinidad el valor mínimo fue de 25,84 ups, el máximo de 33,72 ups y el valor medio para la Cuenca del Pacífico Colombiano se estimó en 31,15 ups.

Las anomalías calculadas, muestran la presencia de valores negativos ingresando por el costado suroccidental de la CPC, con valores inferiores a 0,5°C. La presencia de esta anomalía indica la influencia de condiciones La Niña en la CPC, lo cual se ha observado como un efecto de enfriamiento en todo el Pacífico Tropical Oriental.

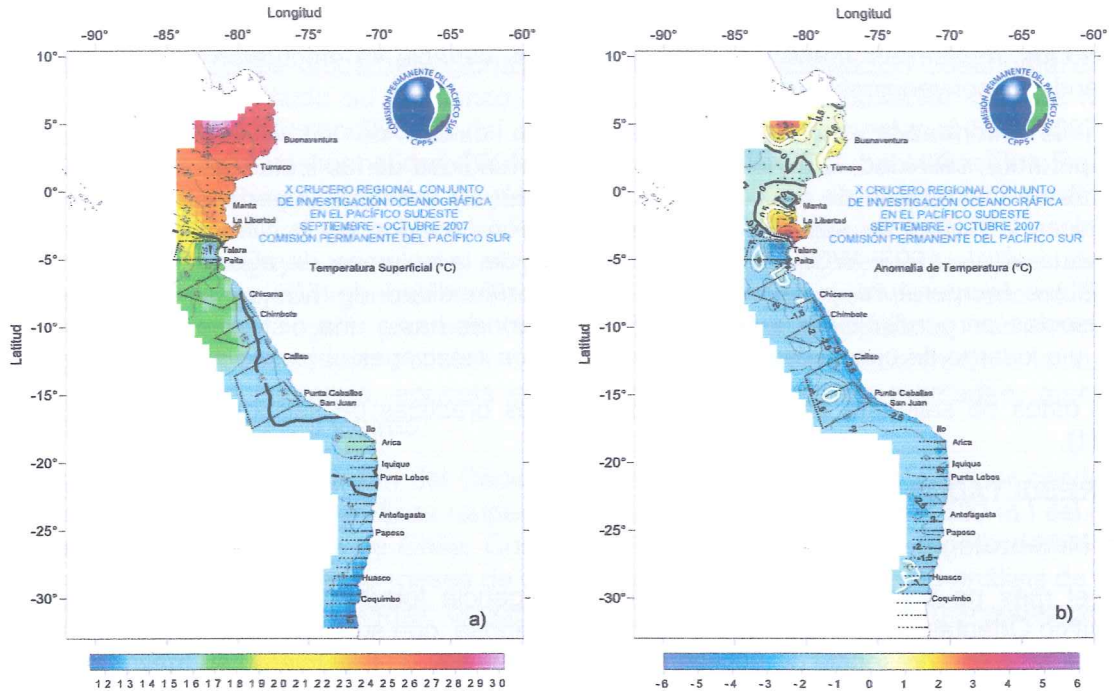


Figura 2. Distribución de a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y b) Anomalia de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).
X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

Frente al Ecuador la temperatura superficial del mar osciló entre $18,7^{\circ}$ y $26,5^{\circ}\text{C}$, valores que al ser comparados con las normales de Levitus (1998) determinarían anomalías entre $-1,2^{\circ}\text{C}$ y $4,3^{\circ}\text{C}$. Los mínimos valores fueron encontrados hacia el suroeste del área de estudio, mientras que los máximos valores estuvieron concentrados en el Golfo de Guayaquil. Por su parte la salinidad del agua de mar estuvo distribuida en sentido noreste – suroeste en un rango entre 32,6 y 34,2 ups que determinó anomalías entre $-0,6$ y $0,6$ ups. En general las anomalías halinas positivas fueron determinadas desde Manta hacia el noroeste en forma de banda, mientras que las anomalías negativas estuvieron concentradas desde $1^{\circ}30'S$ hacia el sur. La distribución de la TSM y la SSM estaría indicando que el frente ecuatorial (FE) se encontraría desplazado hacia el sur.

Al sur de Callao (Perú), se incrementaron los valores de la anomalía negativa en $1,0^{\circ}$ a $1,5^{\circ}\text{C}$, mientras que al norte mantuvieron sus ATSM negativas de $-1,5^{\circ}\text{C}$, respecto al Crucero Biomasa Desovante de septiembre – octubre/2007. Se presentaron pequeños núcleos de ATSM positivos de $+1,1^{\circ}\text{C}$ (frente Pta. Falsa) debido a una ligera proyección de aguas del norte; otro núcleo positivo de $+1,0^{\circ}\text{C}$ al norte de Pta. Sal debido al desplazamiento de las aguas tropicales. Las temperaturas más bajas (14°C) se registraron en la zona costera al sur de Punta Bermejo, asociadas a los procesos de afloramiento costero, mientras que las más cálidas (mayores a 17°C) estuvieron asociadas a proyección de aguas del norte frente de Punta Falsa.

Las condiciones superficiales del mar, presentaron una distribución halina al norte de Talara (Perú) con una fuerte gradiente horizontal, siendo notoria la intromisión de Aguas Superficiales (AES) por fuera de las 120 mn de la costa y se proyectó hacia el sur hasta frente a Punta de Punta Sal. Cabe notar que esta intromisión replegó hacia el norte los últimos (5) días del crucero, dejando un pequeño núcleo de AES frente a Punta Falsa, Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASTS) con salinidades mayores de 35,1 ups estuvieron asociadas a temperaturas mayores 16°C , las que presentaron una fuerte proyección hacia la costa desde Punta Falsa (120 mn de costa), por fuera de 70 mn, y hasta las 45 mn de Chicaiza ($7^{\circ}25'S$).

La presencia de las ACF al sur de Callao hasta las 180 mn frente a San Juan ($15^{\circ}30'S$), mientras que entre Callao ($12^{\circ}50'S$) y Pimentel () estuvieron en la zona costera hasta una amplitud de 40 mn de la costa. La TSM frente a Chile registró un rango total de $12,8$ a $16,5^{\circ}C$ en la zona que va de Arica ($18^{\circ}25'$) a Antofagasta ($23^{\circ}40'S$), disminuyendo de valor gradualmente de norte a sur, y registrando mínimos en la franja costera, especialmente entre caleta Patillos y Tocopilla, en el área central, y también entre Arica ($18^{\circ}25'$) y punta Madrid (), en el extremo norte de la zona.

El área oceánica entre Arica e Iquique registró los máximos térmicos relativos del período, en donde se superó los $16^{\circ}C$. Los valores de TSM señalados estuvieron asociados a valores de anomalía en el rango de $-2,6^{\circ}$ a $0,2^{\circ}C$. El máximo de anomalía negativo se midió en la estación de 1 mn frente a Punta Madrid (), mientras que el máximo fue en la estación de 5 mn en la bahía Moreno, frente a Antofagasta ($23^{\circ}40'S$), el que es el único valor positivo calculado para la zona. En el área oceánica predominó ampliamente la presencia de anomalías negativas que superaron la unidad, formando algunos núcleos de anomalía mayor a 1,5 (absoluto), principalmente en el extremo sur-oeste de la zona.

La Salinidad Superficial

Esta por su parte, registró un rango total de valores en la zona que fue de 34,3 a 34,81 ups, midiéndose los máximos en el área norte, en donde una lengua de agua de valores $> 34,8$ psu abarcó desde Arica ($18^{\circ}25'$) a Iquique ($20^{\circ}S$) por sobre las 50 mn. Los mínimos salinos se midieron en el área oceánica de la sección de los $25^{\circ}S$, en donde se ubicó un núcleo de valores menores a 34,5 ups. Una franja costera de aguas de mayor salinidad, respecto de la oceánica, se registró a lo largo de toda la zona. Los valores de salinidad antes indicados se asociaron a anomalías negativas significativas en prácticamente toda la zona, siendo la excepción el sector de bahía Moreno frente a Antofagasta ($23^{\circ}40'S$), en donde se ubicaron algunas anomalías positivas no significativas. La anomalía de salinidad estuvo en el rango total de $-0,46$ a $0,2$ psu. Prácticamente toda el área oceánica de la zona registró anomalías negativas mayores a 0,2 psu (absoluto), destacándose el intenso núcleo de anomalías negativas mayores a 0,3 psu que se ubicó en el sector noroeste de la zona, específicamente entre Arica e Iquique.

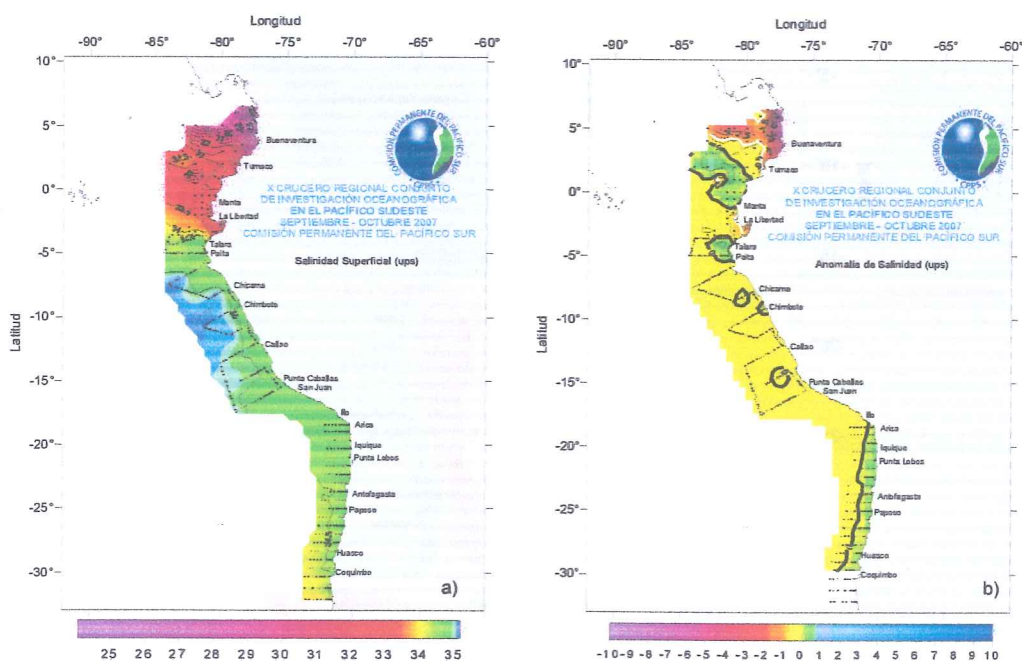


Figura 3. Distribución Superficial de a) Salinidad (ups) y b) Anomalia de Salinidad (ups) x Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

Oxígeno Disuelto

Frente a Colombia, el oxígeno disuelto superficial tuvo concentraciones entre 4 y 4,5 mL L⁻¹. Los mayores valores estuvieron asociados a focos con niveles relativamente altos de oxígeno, que se mostraron tanto en el área costera como en el área oceánica.

Frente al Ecuador, las concentraciones de oxígeno disuelto a nivel superficial fluctuaron entre 4 y 5 ml L⁻¹, aumentando en sentido noreste - suroeste. En el área oceánica, los valores superiores a 4,7 ml L⁻¹ se observan asociados al borde sur del Frente Ecuatorial; mientras que en el área costera frente al Golfo de Guayaquil, la distribución de oxígeno disuelto muestra una marcada influencia de los procesos de afloramientos del sur.

En Perú las concentraciones de oxígeno disuelto oscilaron entre 2,01 y 6,85 mL L⁻¹, localizándose el menor valor a 8 mn de la costa frente a Paita y el mayor valor corresponde a las ASTS a 100 mn frente a Pisco (Fig. 4). Los procesos de afloramiento estuvieron restringidos a las zonas próximas a la costa entre Chicama y San Juan, con valores de oxígeno disuelto menores a 4,0 ml/L. En la zona oceánica los valores fueron mayores a 6,0 ml/L entre San Juan (15°30') – Salaverry () y estuvieron asociados a aguas oceánicas.

En Chile, el oxígeno disuelto presentó concentraciones que fluctuaron entre 4,0 y 6,5 ml L⁻¹. Los mayores valores fueron ubicados en el sector oceánico desde Iquique (20°S) hasta Pichilanguí (32°08'S); mientras que el área costera tuvo valores subóxicos (<5 ml L⁻¹), principalmente frente a Paposó (25°S) y Coquimbo (30°S).

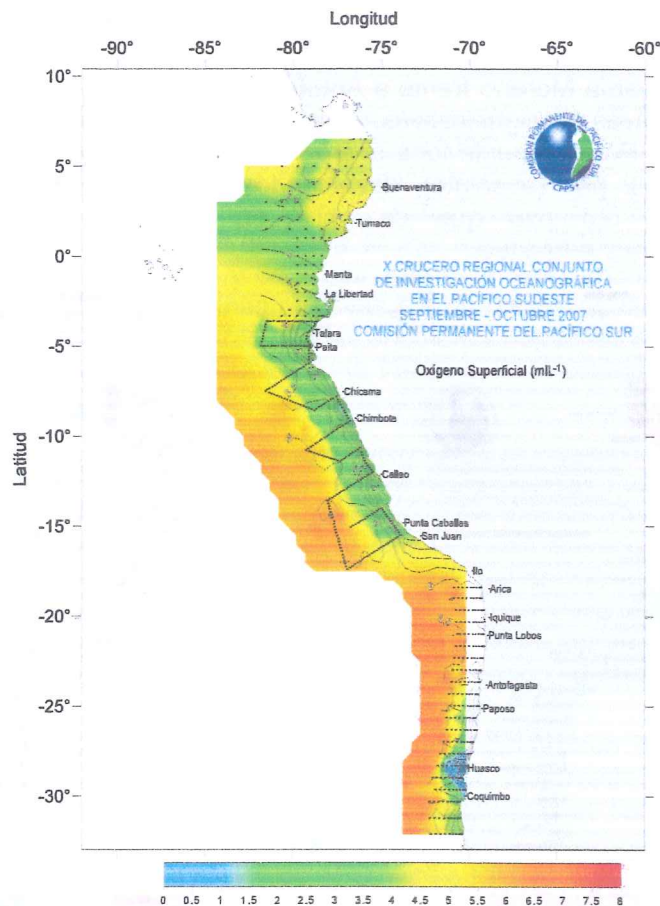


Figura 4. Distribución Superficial de Oxígeno (mL/L¹). X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

4.2.2 Características Subsuperficiales del Mar

Profundidad de las Isothermas de 15°C y 20°C

La profundidad de la isoterma de 15°C no se mostró distribuida de manera homogénea. Así en el área correspondiente a Colombia, la isoterma de 15°C se ubicó entre 60 y 100 metros de profundidad, incrementándose en sentido sureste – noroeste. Profundidades por encima de los 100 metros fueron alcanzadas por esta isoterma a partir de las 100 mn de distancia del Puerto de Buenaventura.

Frente al Ecuador la isoterma de 15°C se mostró más superficial, alcanzando valores entre 40 y 60 metros de profundidad. Dicha isoterma mostró un ascenso hacia el área costera frente a Manta y Esmeraldas, y una profundización hacia el sur en el área del Golfo de Guayaquil y hacia el área oceánica.

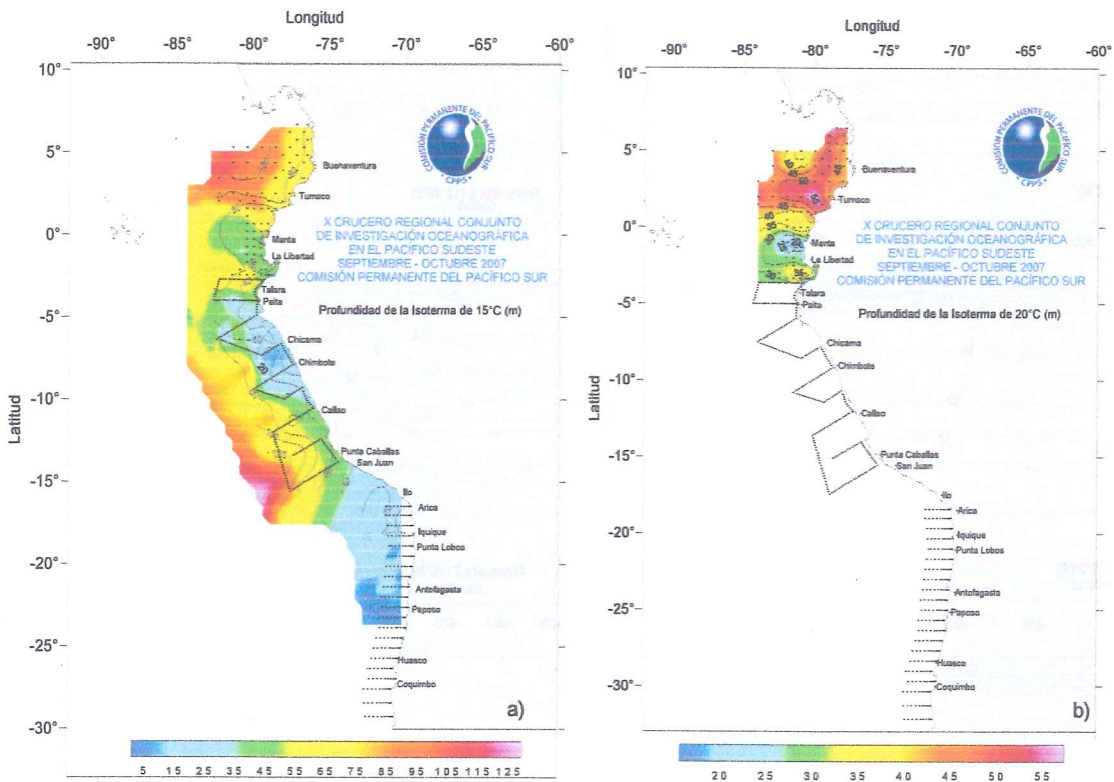


Figura 5. Profundidad (m) de la Isotherma de a) 15° C y b) 20° C. X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

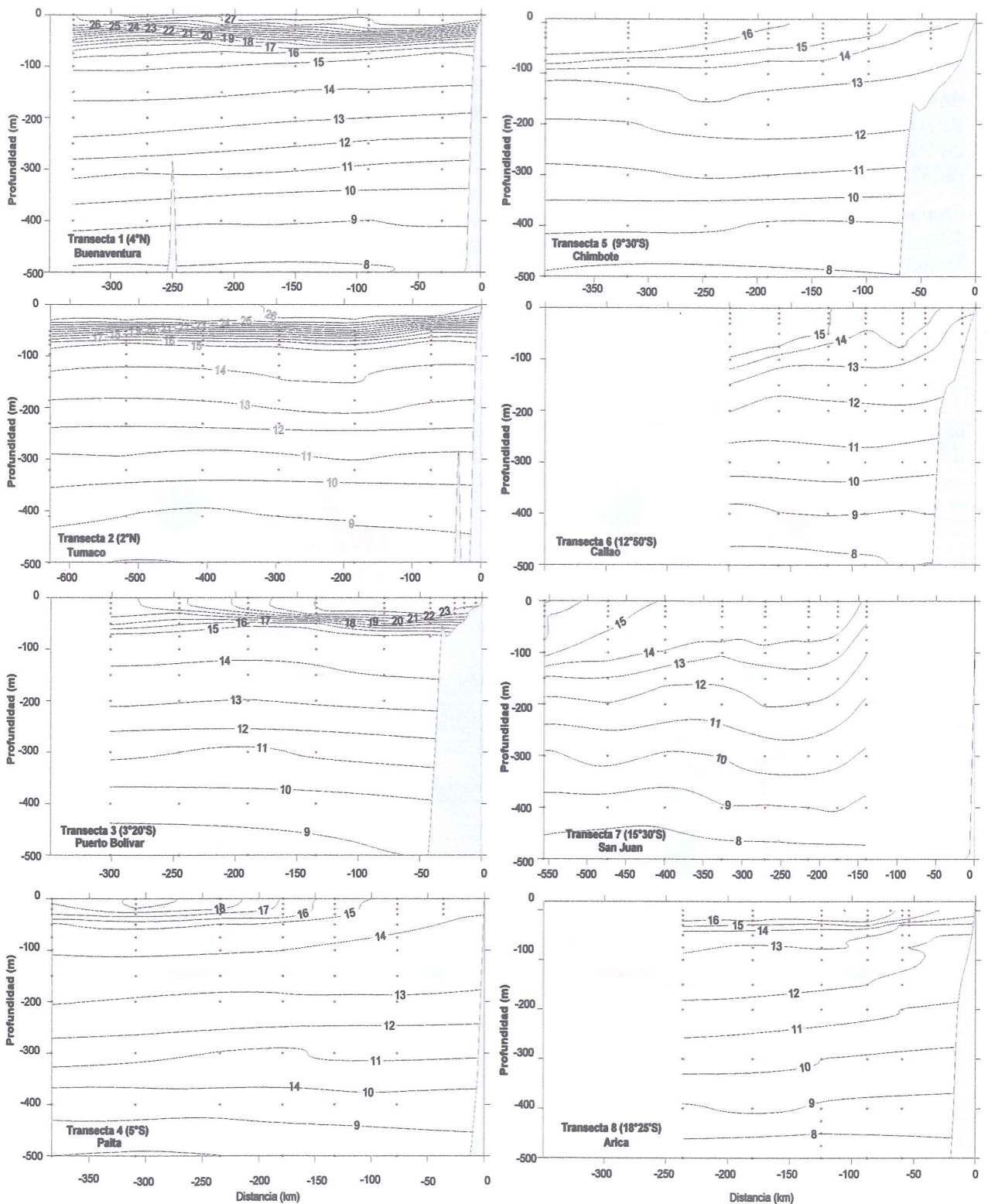


Figura 6a. Distribuciones verticales de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa (1-8). X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

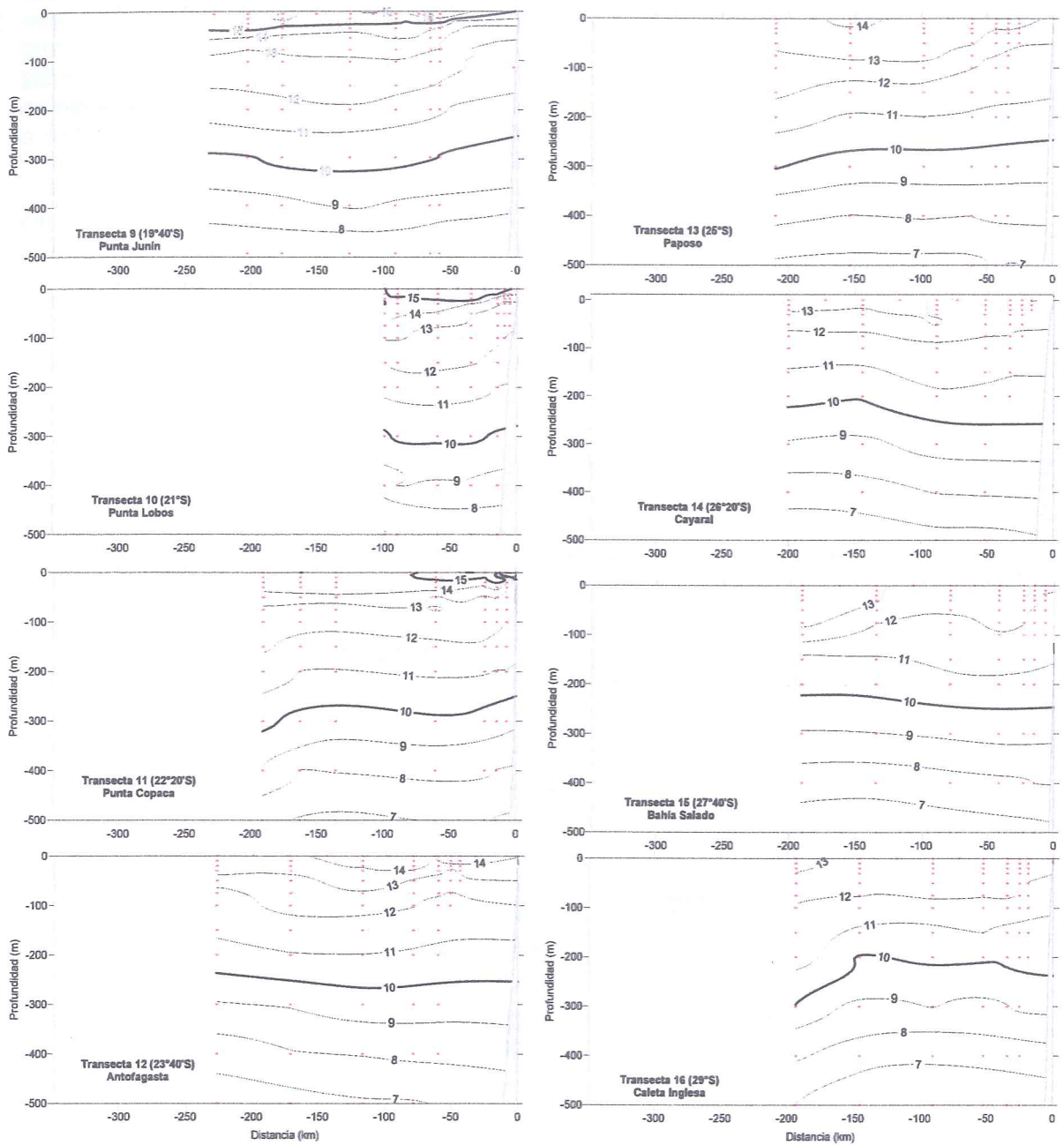


Figura 6b. Distribuciones verticales de temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la Costa(9-16).
X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

Frente al Perú, la isoterma de 15°C se ubicó a profundidades bastantes someras (20 y 40 metros) en el área costera frente a Talara y Chimbote; mientras que unos 200 km hacia el suroeste de Callao, dicha isoterma alcanzó los 120 metros de profundidad. En lo que corresponde a lo observado frente a Chile, la isoterma de 15°C se mostró muy somera con profundidades inferiores a los 20 metros, especialmente frente a Antofagasta. La isoterma de 20°C se ubicó a profundidades entre 45 y 55 metros frente a Colombia, y entre 20 y 45 metros frente al Ecuador. Profundidades de 35 metros alcanzó frente al Golfo de Guayaquil, y en la zona frente a Esmeraldas que limita con Colombia. Profundidades más someras fueron alcanzadas por esta isoterma en la zona frente a Manta y la Península de Santa Elena.

Profundidad de la termoclina y capa de mezcla

A lo largo de la latitud 4°N se pudo observar los mayores registros de temperatura en las regiones cercanas a la costa (79°W), con valores de 26°C , disminuyendo gradualmente en superficie hasta los 25°C . La termoclina presentó una profundidad entre los 30 y 50 metros a través de todo el transecto, siendo más somera en las regiones cercanas al litoral (79°W).

La distribución vertical de temperatura frente a Puerto Bolívar ($3^{\circ}20'\text{S}$) muestra a la isoterma de 20°C en unos 40 metros de profundidad frente a la costa, pero aflorando hacia la superficie en $82^{\circ}30'\text{W}$; la isoterma de 15°C estaría ubicada a 60 metros de profundidad. Anomalías positivas de temperatura y negativas de salinidad obtenidas a partir de la climatología de Levitus fueron ubicadas desde la superficie hasta los 60 metros de profundidad, disminuyendo gradualmente hacia el oeste de $82^{\circ}30'\text{W}$.

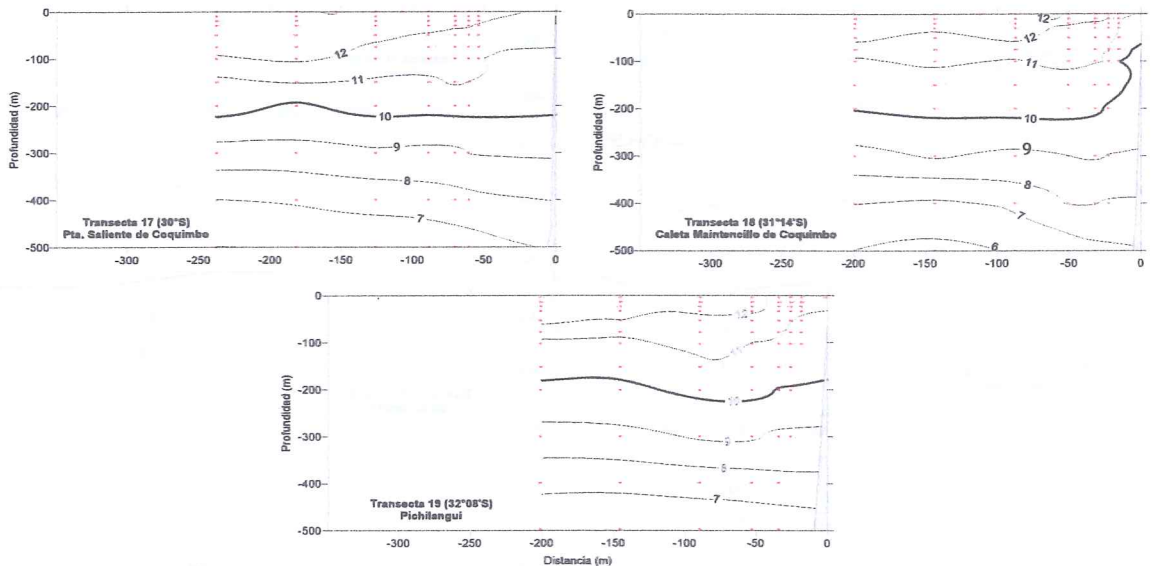


Figura 6c. Distribuciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Transectas perpendiculares a la Costa(17-19).
X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

Una sección realizada frente a Paita-Perú (5°S) no registró una termoclina definida, la isoterma de 15°C se ubicó sobre los 55 m de profundidad aflorando a la superficie por fuera de las 50 mn de costa. La isoterma de 14°C es la que se ubicó entre 70 a 110 m de profundidad, mientras que la de 13°C mostró una ligera profundización en la zona costera pero por debajo de los 180 m de profundidad. Aguas relativamente calidas ($> 17,0^{\circ}\text{C}$) se presentan por fuera de las 90 mn de costa asociadas a la proyección hacia el sur de las aguas ecuatoriales. Las salinidades indicaron presencia de las ACF con procesos de mezcla (ASS) en la zona costera hasta las 50 mn de la costa, asociados a una debilitada ESCC, debido a una ligera profundización de la isohalina de 34,9 ups, y de la isoterma de 13°C , indicativo de un flujo hacia el sur. Las AES estarían presentes por fuera de las 90 mn asociadas a valores térmicos mayores a 17°C , hasta una profundidad de 25 m.

Frente a Pta. Falsa ($6^{\circ}15'S$) la termoclina tampoco se presentó definida, ubicando a la isoterma de $15^{\circ}C$ entre los 70 m de profundidad en la zona oceánica y a 50 m en la zona costera. Las concentraciones halinas registraron a las ACF hasta las 90 mn de costa interactuando con las AES y las ASS; las ASS se encontraron sobre los 75 m de profundidad y por fuera de 115 mn de costa, se observó una ligera proyección de las AES entre las 30 y 70 mn de la costa hasta una profundidad de 15 m, originando un ligero aumento térmico ($>18^{\circ}C$).

Chimbote ($9^{\circ}30'S$), al igual que Pta. Bermejo, no presentaron una termoclina definida, observándose una estratificación de las isotermas. La isoterma de $15^{\circ}C$ se ubicó sobre los 70 m, aflorando a la superficie a 30 mn de la costa, indicador de los fuertes procesos de afloramiento costero. Las concentraciones halinas indicaron la presencia de las ACF hasta las 50 mn de la costa, que estarían asociadas a ligeros procesos de mezcla (ACF y ASS), mientras que las ASS se presentaron sobre los 70 m y por fuera de las 100 mn de costa similar a la registrada en el invierno último (Cr. 0708-09).

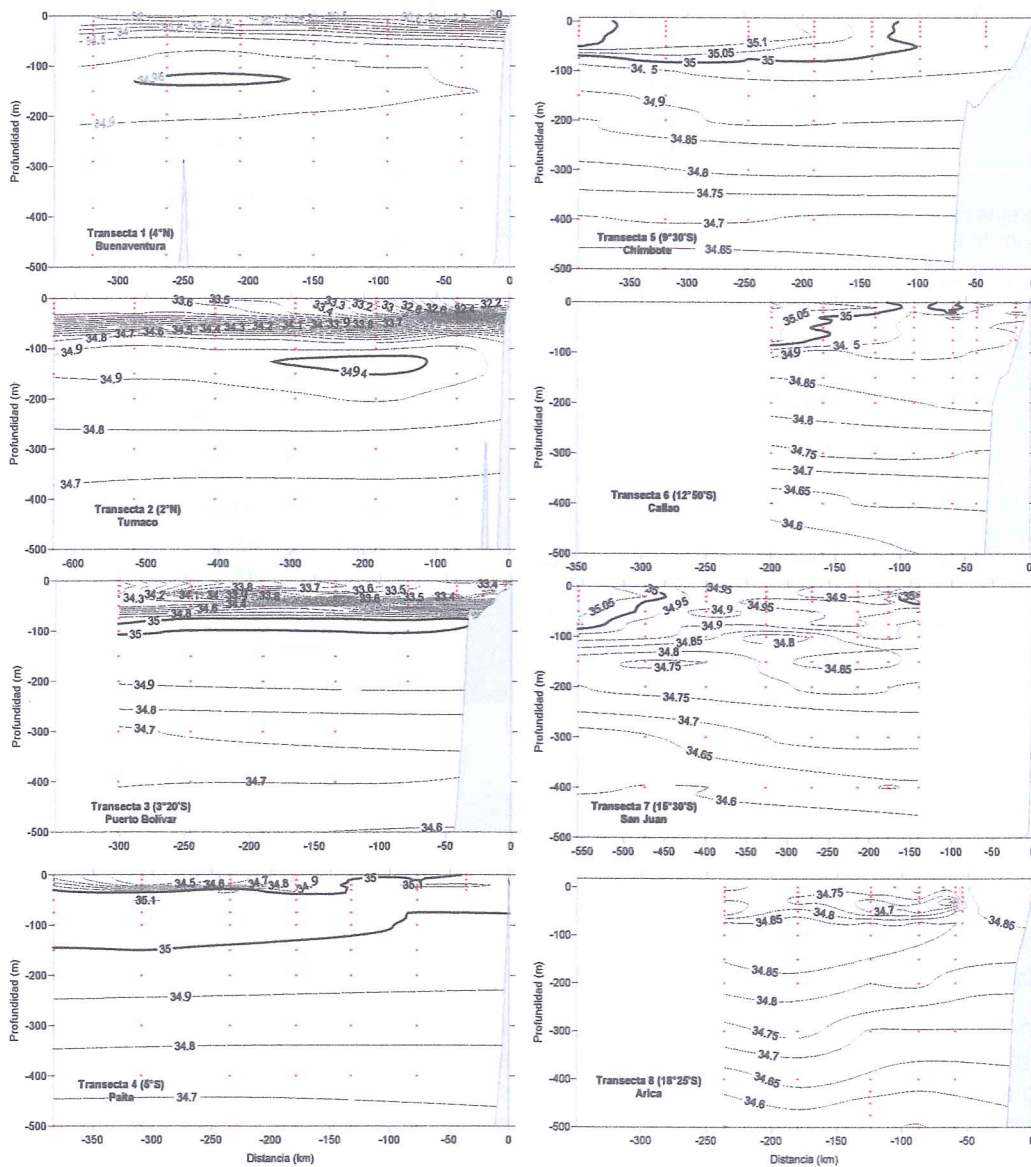


Figura 7a. Distribuciones verticales de Salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la Costa(1-8). X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

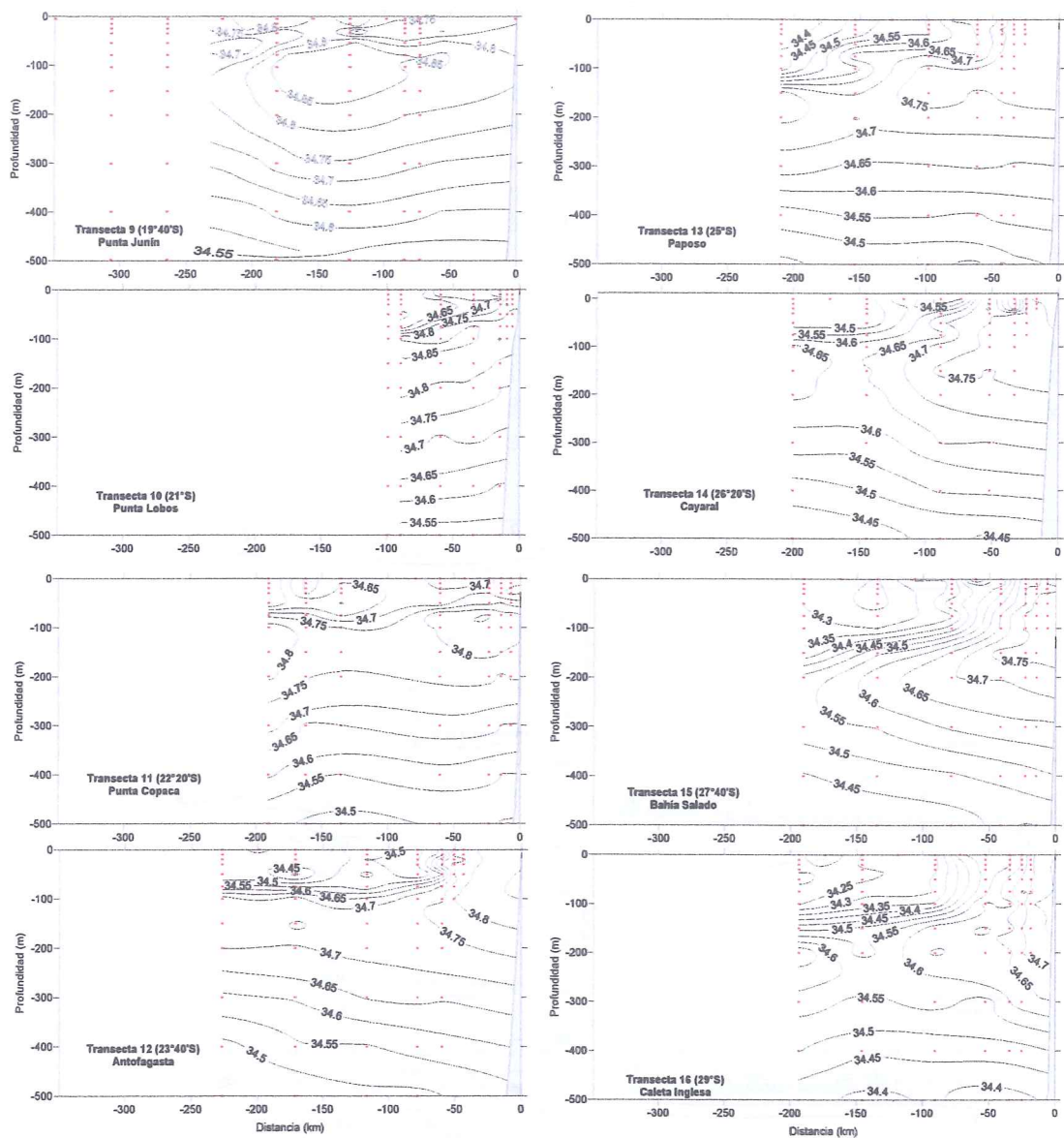


Figura 7b. Distribuciones verticales de Salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la Costa(9-16) .
X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007

La sección realizada frente a Callao-Perú ($12^{\circ}50'S$) no presenta termoclina, la capa superficial se encontró con temperaturas más bajas respecto al crucero de Biomasa realizado entre agosto y septiembre del mismo año, debido a la mayor amplitud de las ACF hasta las 100 mn de la costa, la zona de mezcla se encuentra fuera de las 150 mn. La distribución de las isotermas presentaron las mismas estratificaciones en toda la columna de agua.

San Juan-Perú ($15^{\circ}30'S$) tampoco presentó una termoclina definida, observándose también una estratificación de las isotermas. La isoterma de $15^{\circ}C$ se ubicó sobre los 100 m, aflorando a la superficie por fuera de las 200 mn de la costa, mostrando los fuertes procesos de afloramiento. Las concentraciones halinas indicaron la presencia de las ACF hasta las 180 mn de la costa, las que estarían asociadas a ligeros procesos de mezcla (ACF y ASS), mientras que las ATSA se presentaron por debajo de los 100 m.

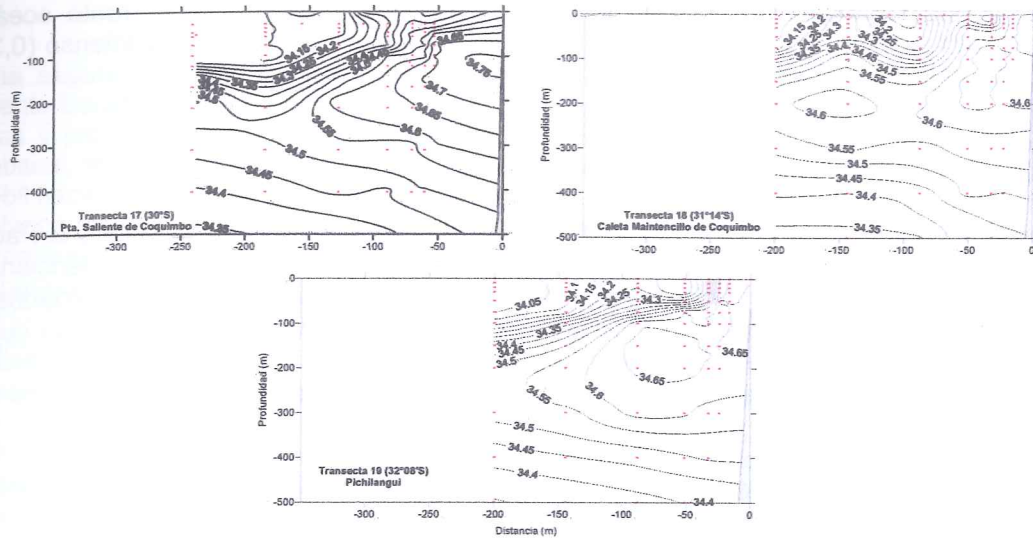


Figura 7c. Distribuciones verticales de Salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la Costa (17-19). X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007.

En la transecta paralela al Litoral a 200 Km. de la costa (Fig. 8), se puede destacar la presencia de una termoclina bastante intensa que coincide con un fuerte gradiente halino en la parte norte del Ecuador (0 y 1°N).

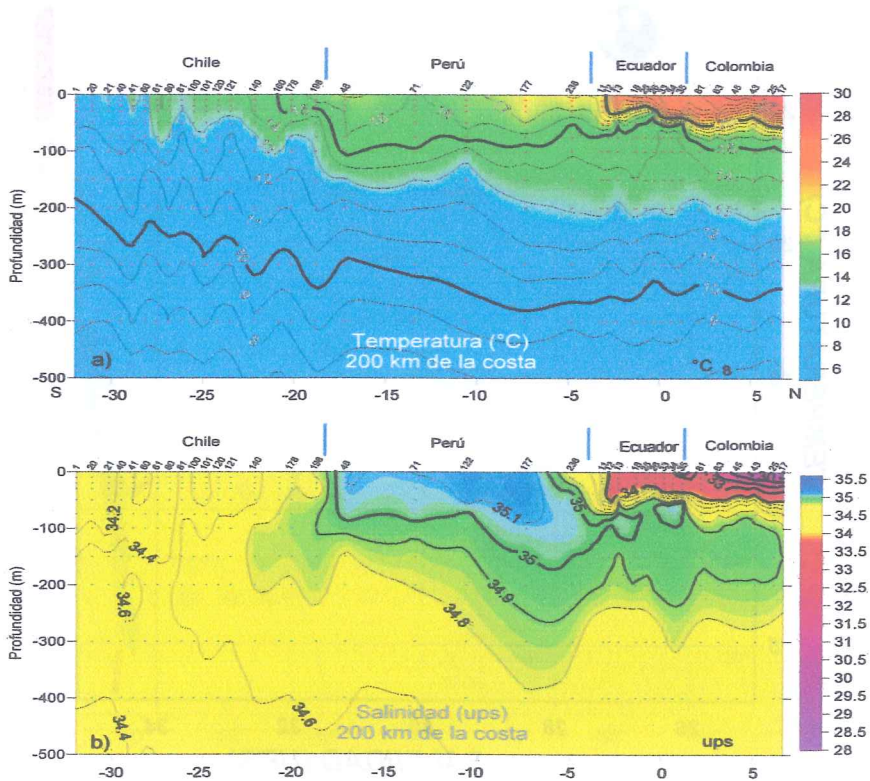


Figura 8. Distribución vertical de a) temperatura (°C) y b) salinidad (ups) a 200 Km. a lo largo de la costa de Sudamérica. Septiembre - Octubre 2007

A nivel superficial es clara la presencia del Frente Ecuatorial desplazado hacia el sur de 3°S, y que puede ser observado hasta los 20 metros de profundidad. Este Frente oceánico estaría formado por las isoterms de 19 y 23°C, y tendría un gradiente muy intenso (0,36°C por cada 10 km) en el área costera.

5. DISCUSIÓN

De acuerdo a la información obtenida durante el Crucero Regional, al momento, el Pacífico Sudeste se encontraba caracterizado por una etapa de transición estacional, evidenciando el ingreso por el norte de agua con temperaturas relativamente altas y bajas salinidades, las cuales estarían asociadas a la advección de las descargas fluviales ocurridas en la cuenca de Panamá. Anomalías térmicas positivas frente al Golfo de Guayaquil (3°20'S) estarían asociadas sin embargo a la variabilidad estacional sumada a un comportamiento propio del Golfo.

Estos datos son consistentes con la anomalía mensual de la TSM obtenida en las regiones El Niño las cuales muestran un generalizado enfriamiento del Pacífico Ecuatorial, confirmando así el desarrollo del evento frío La Niña. Estos valores de anomalía negativa se vieron incrementados respecto al mes anterior. Así en la región del Pacífico Occidental (Región Niño 4) pasó de -0,3°C a -0,5°C, en el Pacífico Central (Región Niño 3.4) la anomalía pasó de -0,8°C a -1,4° y en Pacífico Oriental (Región Niño 1+2), pasó de -1,9°C a 2,3°C.

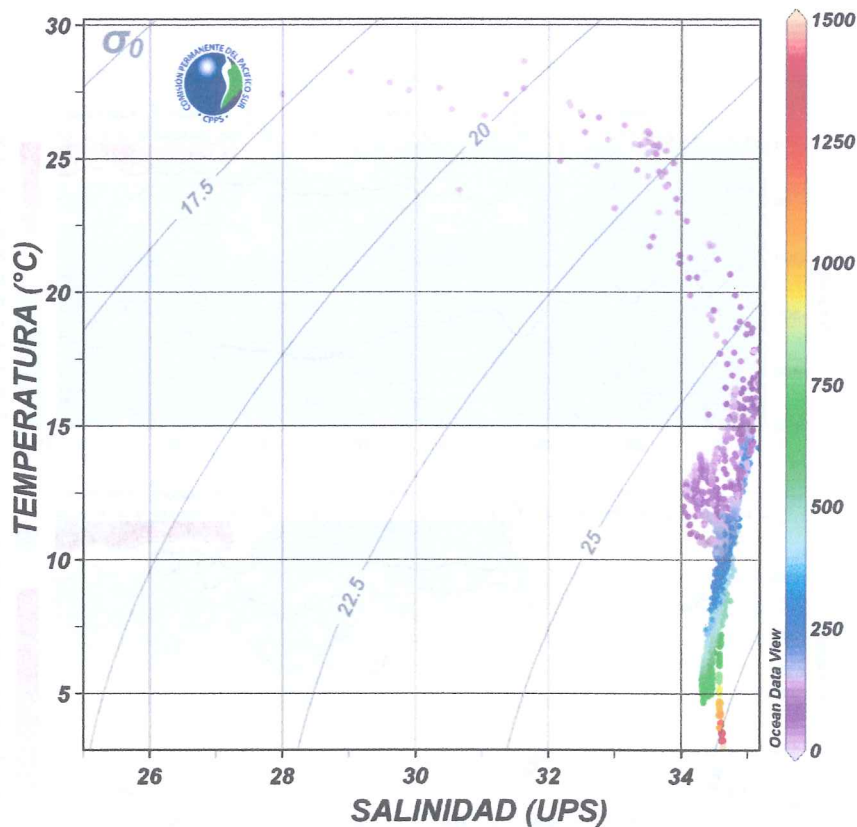


Figura 9. Diagrama T-S de las estaciones oceanográficas en la transecta paralela a 200 km de la costa. X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre 2007.

Una segunda característica observada durante el crucero la constituye la presencia del Frente Ecuatorial, gradiente térmico y halino que separa las aguas tropicales del norte de las frías y productivas del sur, y que se encontraría desplazado hacia el sur de su posición habitual, formando una banda zonal ligeramente más intensa hacia el área costera, y mas débil hacia el área oceánica. La formación de este Frente oceánico, se encuentra ligada a un balance que existiría entre la corriente de Humboldt, y el gradiente de presión hidrostática generado a través del mismo frente. En el Ecuador, dicho frente se ubica entre 0° y 2°S en el período de verano del hemisferio sur, y definido generalmente entre las isotermas de 19° y 25°C. La actual Posición, así como su intensidad sugieren un debilitamiento del sistema de Humboldt.

La tercera característica encontrada está relacionada con los procesos de afloramiento que son evidentes en el Perú, y en mayor grado frente a Paita (5°S), Chimbote (9°30'S) y Callao (12°50'S), donde las isotermas de 14° y 15°C ascienden desde los 100 metros hasta alcanzar la superficie del mar en el área costera. Frente a Chile estos afloramientos aunque de menor magnitud también es posible distinguirlos, principalmente frente a Bahía Salado (27°40'S).

Las temperaturas superficiales fluctuaron entre los 30°C observados frente a Colombia, y 12°C registrados frente a la costa chilena, al sur de Coquimbo (30°S).

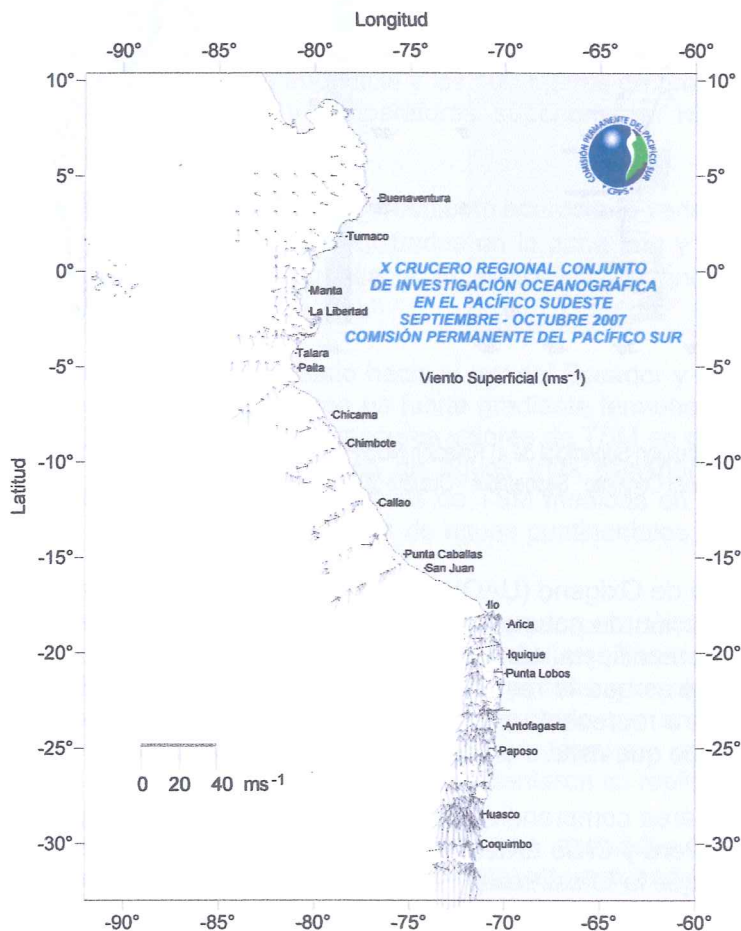


Figura 10. Dirección y Velocidad (ms⁻¹) de Viento. X Crucero Regional Conjunto. Septiembre - Octubre, 2007

Estas temperaturas estuvieron asociadas a masas de agua de la Cuenca de Panamá (ACP), con las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) que estuvieron presentes entre Colombia y el norte de Ecuador, con Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) en Ecuador y norte de Perú, con las Aguas Costeras Frías (ACF) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASTS) frente al Perú, y las Aguas Subantárticas (ASAA) frente a Chile. (Woster & Gilmartin, 1961; Wyrski, 1967; Zuta y Guillén, 1972; Mamayev, 1973; Silva & Konow, 1975; Cucalón, 1983; Blanco & Díaz, 1986; Grados, 1989).

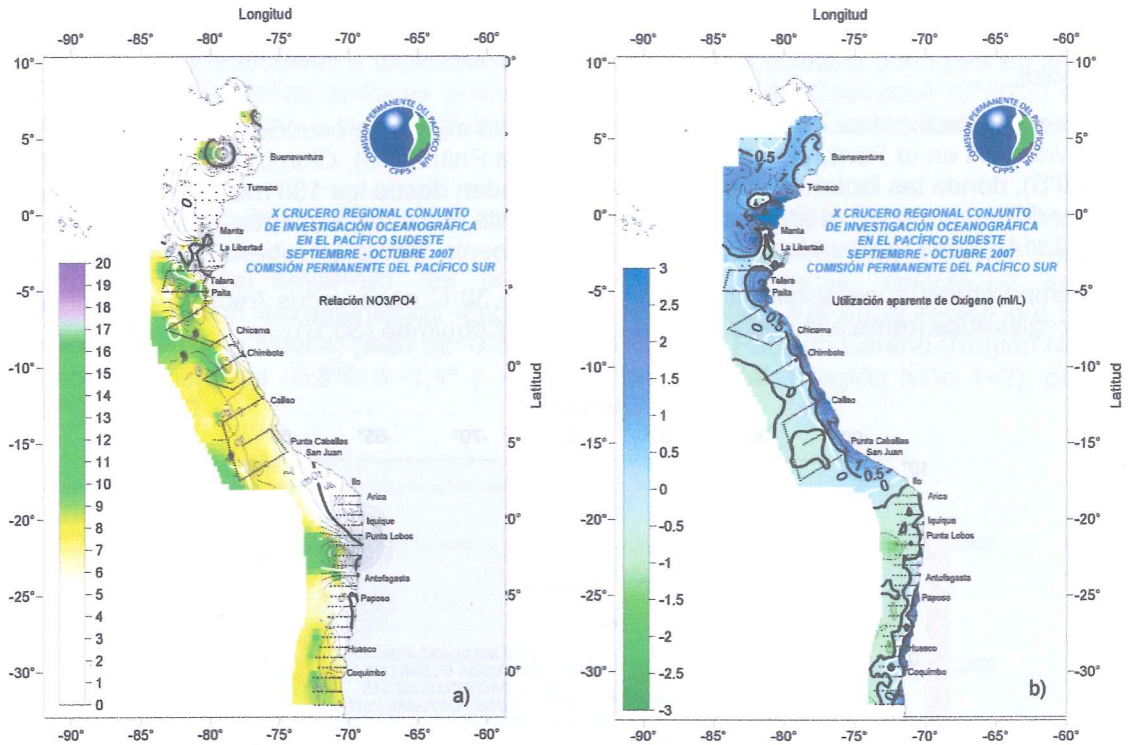


Figura 11. Distribución Superficial de a) Relación NO_3/PO_4 y b) Utilización Aparente de Oxígeno (ml/L). X Crucero Regional Conjunto . Septiembre - Octubre 2007

La Utilización Aparente de Oxígeno (UAO) es la diferencia entre la concentración de oxígeno medido y su concentración de saturación. Tales diferencias ocurren típicamente cuando la actividad biológica se manifiesta. La producción primaria incrementa la concentración de oxígeno disuelto; mientras que la respiración la consume, disminuyendo su concentración. La UAO de una muestra representa por lo tanto la suma de la actividad biológica que ésta ha experimentado desde que estuvo en equilibrio con la atmósfera.

Prácticamente toda el área comprendida desde Manta hacia el norte; así como las áreas de afloramiento frente al Perú y Chile tuvieron una UAO por encima de uno, significando que la respiración fue mayor que la fotosíntesis. Fuera de la 20 millas de las áreas de afloramiento, la UAO resultó negativa; lo que significaría que la fotosíntesis fue mayor que la respiración (Fig. 11).

Las concentracones de nutrientes en la capa superficial decrecen debido a su utilización por el fitoplancton, y son abastecidas por la descomposición de la materia orgánica *in situ* y por los procesos de afloramiento.

En este sentido, la relación Nitrato/Fosfato nos permite determinar cuan productivas son las masas de agua presentes en un área determinada. Así tenemos que frente a Colombia, la relación Nitrato/Fosfato se presentó ligeramente por encima de 5 en un núcleo ubicado muy próximo a la costa, a la altura de 6° de latitud norte. A 30 millas frente a Buenaventura, se encontró un núcleo muy puntual, cuya relación indicaría eutrofización.

Desde Tumaco (2°N) hasta Manta (0°57'S), la relación indicaría hipo eutrofización ya que fue inferior a cinco. En Chile, desde San Juan hasta Punta Lobos, y muy próximo a la costa, la relación Nitrato/Fosfato fue inferior a cinco.

En términos generales, el área cubierta frente al Perú, y desde Punta Lobos hacia el sur en el sector Chileno, se mostró con una relación por encima de siete, con algunos parches que fueron superiores a diez. Esto sería una señal de aguas eutroficadas (Fig. 11).

6. CONCLUSIONES

Las AES se proyectaron hacia el sur, con valores de 34,4 ups frente a Paita (5°S). Hacia el norte, ATS puede ser observada en casi toda el área colombiana y el norte del Ecuador, con valores entre 33,4 y 34,2 ups. Hacia el norte de Buenaventura y muy próximo a la costa, salinidades inferiores a 27 ups estarían relacionadas a las fuertes precipitaciones ocurridas en la cuenca hidrográfica del istmo de Panamá. Hacia el sur, el ASTS puede ser observada entre los 18°S y los 4°S, y entre la superficie y los 100 metros de profundidad, asociada con salinidades superiores 35,1 ups y temperaturas superiores a 16°C. ASAA puede ser observada por debajo del ASTS.

La Cuenca Colombiana presentó un comportamiento acorde a la variabilidad estacional de la región; sin embargo las temperaturas registradas en la zona sur y suroeste de la misma, indicaron una estratificación homogénea y la presencia de anomalías negativas, que pudieran asociarse a condiciones "La Niña".

El Frente Ecuatorial se ubicó desplazado hacia el sur del Ecuador y norte de Perú, definido entre las isotermas de 19° y 23°C, y con un fuerte gradiente termohalino hacia la costa que se debilita hacia el oeste de 82°W. Los menores valores de TSM en el extremo Suroeste del área ecuatoriana, se debieron al ingreso de aguas frías transportadas por la corriente costera de Humboldt. Las anomalías positivas de TSM medidas en el extremo Sureste de este sector, serían producto de la presencia de aguas continentales, propia de condiciones locales.

Frente al Perú las condiciones ambientales fueron predominantemente frías, con intensificación de los vientos principalmente al sur de Callao, procesos de afloramiento muy fuertes al sur de Pta. Bermejo asociados a temperaturas frías en la zona costera, producto de la intensificación de la Corriente Costera Peruana, en tanto que al norte de Pta. Falsa se apreciaron algunos núcleos con ligeras anomalías térmicas positivas, producto del desplazamiento de aguas ecuatoriales que luego presentaron su repliegue hacia el norte.

Las circulaciones superficial y subsuperficial estuvieron asociados a la intensidad de la Corriente de Humboldt, (Corriente Costera y Oceánica) interactuando con la Contracorriente Peruana Subsuperficial por fuera de las 70 mn de la costa.

El sector chileno se encontró bajo una situación fría y de baja salinidad. En el área oceánica predominó ampliamente la presencia de anomalías negativas que superaron la unidad, formando algunos núcleos de anomalías menores a -1,5°C, principalmente en el extremo sur-oeste de

de la zona. Un máximo de temperatura (+0,2°C) fue ubicado a 5 mn en la bahía Moreno frente a Antofagasta, siendo el único valor positivo calculado para la zona de estudio.

Durante la realización del X Crucero Regional, los indicadores atmosféricos y oceánicos señalaron la presencia de anomalías que estarían asociadas a la fase fría del ciclo ENOS que se encontraba latente en el Pacífico tropical desde mediados del 2007.

AGRADECIMIENTOS

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

También se agradece a las instituciones que en cada país financiaron 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 de Control de Contaminación del Pacífico por su aporte técnico.

En Ecuador: al Instituto Nacional de Pesca (INP).

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 de los buques de investigación: ARC Providencia de Colombia, B/I Tohallí del Ecuador, BIC José Olaya Balandra de Perú, y B/I Abate Molina de Chile, por su valiosa contribución en la ejecución del X Crucero Regional Conjunto de Investigaciones Oceanográficas del Pacífico Sudeste.

REFERENCIAS

- BAC 204 y 205. Boletín de Alerta Climática. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Septiembre y Octubre 2007. CPPS.
- 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 No. 1. 1-25.
- De la Cuadra, T. 1999. Condiciones Oceanográficas y Meteorológicas en el Océano Pacífico frente al Ecuador en el período 1994 -1999. Boletín Especial. Instituto Nacional de Pesca. Gaibor, Arriaga y Ormaza Editores.
- Grados, M.C. 1989. Variabilidad del Régimen Hídrico del codo peruano-chileno. *Rev. Com. Pacífico Sur (número especial)*. 95-104.
- Antonov, J.I., Levitus, S., T.P. Boyer, M.E. Conkright, T. O'Brien, C. Stephens, 1998 *World Ocean Atlas 1998* Vol. 2: Temperature of the Pacific Ocean. NOAA Atlas NESDIS 28, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Boyer, T.P., S. Levitus, J.I. Antonov, M. E. Conkright, T. O'Brien, C. Stephens, 1998: *World Ocean Atlas 1998* Vol. 4: Salinity of the Atlantic Ocean. NOAA Atlas NESDIS 30, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Pizarro, L., J.L. Blanco, R. Martínez y A.r. Pineda, 1999. Comportamiento Meteorológico y Oceanográfico del Pacífico Sudeste durante el evento La Niña 1999. Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste.
- UNESCO, 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°36.
- UNESCO, 1991. Processing of Oceanographic station data. UNESCO ISBN 92-3-102756-5.
- Wooster, W. & M. Gilmartin, 1961. The Perú Chile Undercurrent. *J. Mar. Res.* 19:3,-97 122.
- Wyrki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *International Journal Oceanology and Limnology*, 1(12): 117-147.
- Zuta, S. & O. Guillén, 1972. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Inst. del Mar. Callao-Perú.

ANEXO 1

CRUCEROS REALIZADOS POR CADA PAÍS, FECHAS, NÚMERO DE ESTACIONES Y VARIABLES MEDIDAS

País	Buque	Fecha inicio Fecha término	Instituciones participantes	VARIABLES medidas	Estaciones realizadas
Colombia	B/O ARC "Providencia"	04/09/2007 28/09/2007	CCCP	Meteorología CTD, Oxígeno Fito – Zoo (red) Fito agua Nutrientes Clorofila	41
Ecuador	B/I "Tohall"	04/10/2007 17/10/2007	INP	Meteorología CTD, Oxígeno Fito - Zoo (red) Ictioplancton Fito agua Nutrientes Clorofila	40
Perú	BIC " José "Olaya Balandra"	29/09/2007 21/10/2007	IMARPE	Meteorología CTD, Oxígeno Fito - Zoo (red) Fito agua Nutrientes Clorofila Hidroacústica	270
Chile	B/C "AbateMolina"	21/09/2007 15/10/2007	IFOP	Meteorología CTD, Oxígeno Ictio, Zoo, Cufes Clorofila, Hidroacústica	210

B. PERSONAL PARTICIPANTE

COLOMBIA:

B/O ARC “Providencia”

Otalora Natalia, TK.	Jefe de Crucero - CCCP
Diego Guerrero Zorrilla, S2	Jefe de Estación - CCCP
Juan Rueda Bayona, Ma1.	CCCP
Edgar Pérez Porras, Ma2	CCCP
Juan Camacho Arenas, Ma2.	CCCP
Alex Palomino, Ma2.	CCCP
Guido Herrera, Ma2.	CCCP
Tulia Martínez	UNIVALLE
Bellineth Valencia	UNIVALLE
Edgar Arteaga	INVEMAR
Ruth Leonor	IDEAM
Milena Lozano	UNITOLIMA
Nelly Jacobo	IMARPE (PERÚ)

ECUADOR:

B/I “Tohallí”

Telmo De la Cuadra. Oc.	Jefe de Crucero - INP
Patricia Macías, Q.F.	INP
Jeaneth León, Q.F.	INP
Jaqueline Cajas, Blga.	INP
Rosa García, Blga.	INP
Mónica Sánchez, Blga.	INP
Julio Guzmán, Blgo.	INP
Jonathan Cedeño, Oc.	ESPOL
Cristian Romero, Sr.	ESPOL
Santiago Coello, Sr.	ESPOL
Gastón Rosson, Tec.	IFOP (CHILE)

PERÚ:

BIC “José Olaya Balandra”

Roberto Flores Palomares, Lic.	Jefe de Crucero - IMARPE
José Tenorio Calderón , Ing.	Jefe de Grupo - IMARPE
Walter García Díaz, Ing.	IMARPE
Marcelo Crispín Carpio, Tec.	IMARPE
Juana Solís Acosta, Ing.	Jefe de Grupo - IMARPE
Fredy Cárdenas Ramos, Quím.	IMARPE
Carlos Robles Cáceres, Tec.	IMARPE
Miguel Sarmiento Díaz, Tec.	IMARPE
Patricia Villanueva Merino, Blga.	IMARPE
Percy Montero Rodríguez, Blgo.	IMARPE
Jaime Erick Martín Silva Alva, Blgo.	IMARPE
Ana Cecilia Medina Cruz, Blga.	IMARPE
Gladis Castillo Mendoza, Blga.	IMARPE
Walter Castañeda Cóndor, Ing.	IMARPE
Wilbert Marín Soto, Ing.	IMARPE
Gabriel Gaviola del Río, Bach.	IMARPE
Eloy Florencio Miguel Rodríguez, Ing.	DHN
David Beltrán Peñaranda, Sub-Oficial	DIMAR - CCCP (COLOMBIA)

CHILE:

BIC “Abate Molina”

Mauricio Braun, Blgo.	Jefe de Proyecto - IFOP
Vivian Valenzuela, Blga.	Jefe de Crucero - IFOP
Víctor Cataste, Ing.	IFOP
Bernardo Leiva, Ing.	IFOP
Manuel Rojas, Tec.	IFOP
Guillermo Galindo, Tec.	IFOP
Roberto Lorca, Tec.	IFOP
Freddy Sepúlveda, Obs.	IFOP
Jorge Azocar, Blgo.	IFOP
Robert Bucheli, Blgo.	INP (ECUADOR)

ANEXO 3

COMITÉ COORDINADOR DEL DÉCIMO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE, REALIZADO EN SEPTIEMBRE – OCTUBRE DE 2007

Colombia: Dr. Efraín Rodríguez

Ecuador: Oc. Telmo De la Cuadra, **Coordinador Técnico**

Perú: Ing. Luis Pizarro Pereyra

Chile: Blgo. Mauricio Braun Alegría

CPPS: Blgo. Mario Palacios, **Coordinador General**

ANEXO 4

INTERCAMBIO DE CIENTÍFICOS A BORDO DE LOS BUQUES

CIENTÍFICO DE	EMBARCADO EN
1. COLOMBIA Sub-Of. David Beltrán Peñaranda	1. BIC "José Olaya" (PERÚ)
2. CHILE Tec. Gastón Rosson	2. B/I "Tohallí" (ECUADOR)
3. ECUADOR Blgo. Robert Bucheli	3. B/C "Abate Molina" (CHILE)
4. PERÚ Blga. Nelly Jacobo	4. BO ARC "Providencia" (COLOMBIA)



**PERMANENT COMMISSION FOR THE SOUTH PACIFIC (CPPS)
COLOMBIA - CHILE - ECUADOR - PERÚ**

**TENTH REGIONAL JOINT OCEANOGRAPHIC RESEARCH
CRUISE IN THE SOUTH EAST PACIFIC
SEPTEMBER – OCTOBER 2007**

**Guayaquil, Ecuador
2008**

JOINT REGIONAL JOINT OCEANOGRAPHIC RESEARCH
CRUISE IN THE SOUTH EAST PACIFIC
SEPTEMBER - OCTOBER 2007

TABLE OF CONTENTS

GLOSSARY OF TECHNICAL TERMS	5
PRESENTATION	6
1. EXECUTIVE SUMMARY	7
2. INTRODUCTION	8
3. METHODOLOGY	8
4. RESULTS	9
4.1 Meteorology	9
4.2 Oceanography	9
4.2.1 Sea Surface Characteristics	9
4.2.1 Sea Sub-surface Characteristics	13
5. DISCUSSION	20
6. CONCLUSIONS	23
7. REFERENCES	25
ANNEXES	26
Annex 1. Cruises carried out per country, dates, number of stations and measured variables.	26
Annex 2. Participating institutions and scientific personnel in the Tenth Regional Joint Oceanographic Research Cruise in the South east Pacific. September – October 2007.	27
Annex 3. Coordinating Committee of the Tenth Regional Joint Oceanographic Research Cruise in the South east Pacific. September – October 2007.	29
Annex 4. Exchange of Scientists among participating Vessels.	30
FIGURES	
Figure 1. Geographic position of the oceanographic stations carried out by the national members. September – October 2007.	8
Figure 2. Surface distribution of: a) temperature (°C) and b) temperature abnormalities (°C). Tenth Regional Cruise. September – October 2007.	10
Figure 3. Surface distribution of: a) salinity (psu) and b) salinity abnormalities (psu). Tenth Regional Cruise. September – October 2007.	12

Figure 4. Surface distribution of dissolved oxygen (mL/L). Tenth Regional Cruise. September –October 2007	13
Figure 5. Isothermal depth of a) 15°C and b) 20°C. Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	13
Figure 6a. Vertical distribution of Temperature (°C). Perpendicular transects to the coast (1-8). Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	14
Figure 6b. Vertical distribution of Temperature (°C). Perpendicular transects to the coast (9 - 16). Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	15
Figure 6c. Vertical distribution of Temperature (°C). Perpendicular transects to the coast (17 - 19). Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	16
Figure 7a. Vertical distribution of Salinity (psu). Perpendicular transects to the coast (1 - 8). Tenth Regional Joint Cruise. September – October, 2007.	18
Figure 7b. Vertical distribution of Salinity (psu). Perpendicular transects to the coast (9 - 16). Tenth Regional Joint Cruise. September – October, 2007.	19
Figure 7c. Vertical distribution of Salinity (psu). Perpendicular transects to the coast (17- 19). Tenth Regional Joint Cruise. September – October, 2007.	20
Figure 8. Vertical distribution of a) temperature (°C) and b) salinity (psu) at 100nm along the South American Coast. Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	20
Figure 9. T-S Diagram of the oceanographic stations in the transect parallel to 200 km off the coast. Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	21
Figure 10. Air direction and velocity (m/s) measured in the Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	22
Figure 11. Surface Distribution of a) Relation NO ₃ /PO ₄ and b) Apparent Oxygen Utilization (mL/L). Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.	23

GLOSSARY OF TECHNICAL TERMS

AAIW:	Antarctic Intermediate Water
ARC:	Colombian Navy
AT:	Air Temperature
CCAR:	Colorado Center for Astrodynamics Research
CCCP:	Pollution Control Center for the Pacific (Colombia)
CCW:	Cold Coastal Water
CCW:	Colombian Coastal Water
CORPESCA:	Fishing Corporation
CPC:	Colombian Pacific Basin
CPPS:	Permanent Commission for the South Pacific
CTD:	Conductivity Temperature and Depth
CWB:	Climatic Warning Bulletin (Climatic Bulletin of Alert)
DHN:	Hydrography and Navigation Office (Peru)
DO:	Dissolved Oxygen
ENSO:	El Niño Southern Oscillation
ESSW:	Equatorial Subsurface Water
ESW:	Equatorial Surface Water
hPa:	Hectopascal
IDEAM:	Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (Colombia)
IFOP:	Fishing Promotion Institute (Chile)
IMARPE:	Sea Institute of Peru
INAMHI:	National Institute of Meteorology and Hydrology (Ecuador)
INOCAR:	Navy Oceanographic Institute (Ecuador)
INP:	National Fishing Institute (Ecuador)
INVEMAR:	Institute for Marine and Coastal Research José Benito Vives de Andrés (Colombia)
IOS:	Southern Oscillation Index
ITCZ:	Inter-Tropical Convergence Zone
MSL:	Mean Sea Level
NM:	Nautical Mile (nm)
NOAA:	National Oceanographic and Atmospheric Administration
PSU:	Practical Salinity Units
R/V:	Research Vessel
SAW:	Sub Antarctic Water
SRV:	Scientific Research Vessel
SST:	Sea Surface Temperature
STSW:	Subtropical Surface Water
TAO:	Tropical Arrangement Ocean
TOGA:	Tropical Ocean and Global Atmosphere
T-S:	Temperature - Salinity
TSW:	Tropical Surface Water
UMNG:	Military University "Nueva Granada"
UNESCO:	United Nations Organization for Science and Culture

FOREWORD

The important workings realised by the Pollution Control Center for the Pacific (CCCP) of the Colombian National Maritime Directorate - DIMAR, the Institute of Fishing Promotion - IFOP of Chile, the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy (INOCAR) and the Institute of the Sea of Peru through a joint effort and action of equipment, have allowed to finish with good results the Tenth Regional Joint Oceanographic Research Cruise in the South East Pacific (September - October 2007). This research shows a remarkable sample of Joint Cooperation between the Member States of the Permanent Commission for the South Pacific - CPPS, and horizontal cooperation and interchange of knowledge in the scope of the scientific and technical researches within the framework of the Protocol on the Program for the Regional Study of "El Niño" phenomenon in the South East Pacific (ERFEN).

Also this is one step more in the conformation of the Regional Data Base of Oceanographic Cruises on the South East Pacific (in the ERFEN), taking in to account good information collected and analysed in this Tenth Regional Joint Oceanographic Cruise, that is a valuable contribution from the Scientific Community of the Member States of the CPPS for service to the World Scientific Community.

This Tenth Cruise Final Report contains information of benefit for the CPPS's region and to the humanity, at the same time as for correct conservation of the marine ecosystems and marine environment.

The important information collected by researchers of the ERFEN, Institutions of the Member States of the CPPS integrated with this valuable training program, the good work gave by the crews and the ships that CPPS's countries have dedicated to the analysis of Pacific Ocean oceanographic conditions and its environmental resources and conditions, allows that the countries and their structures of prevention and attention of disasters, count on valuable tools that orient the suitable and opportune decisions, to allow to a right action in order to appropriately interpreting modifications in the climate and the conditions of the sea, turning them into instrument of first order in the political decision making and planning of our societies.

The CPPS like coordinator of the Cruise has tried that every year the participant institutions agree to make research that advances in a proposal, always more standardized, and in similar research periods so that the information collected in each new edition of this effort of research can be very well used by researchers for its analyses and applications, giving clear conclusions and with good precision of the sea and atmosphere state, allowing very good applications in modelling and simulation, for prevention of great affectations generated in marine environment and climate of the region.

Also, this activity has been managed to incorporate with greater commitment and permanence the participation of researchers of the meteorological component. In this same order of ideas, the researches of the Regional Cruise - ERFEN have been related to the researches and products generated by the institutions of marine research of the CPPS's area in connection with the GRASP (Regional Alliance of the GOOS for the South East Pacific), Alliance of which is Technical Secretariat the CPPS, and an integrated greater study with Alliances OCEATLAN and IOCARIBEGOOS is planned.

We must recognize the important participation in this research cruise of researchers from the Universidad del Valle and the Universidad del Tolima, from Colombia; Escuela Politécnica del Litoral, from Ecuador; and Direction of Hydrography and Navigation, from Peru, that has been gotten up in this Regional Program of Studies on the oceanographic and atmospheric phenomenon "El Niño", and which put of present the increasing integration of new approaches and new actors who allow to a revitalisation and holistic growth around the researches of the ocean and the atmosphere.

Our studies are to the service of the population of the CPPS's Member States, and of the requirements of their enterprise life, industrious management, in mercantile activities, fishing, agriculture, cattle ranch and, in general, are useful for a good forecast, planning, programming, and development of activities and vital relations of general social life.

Gonzalo Pereira Puchy
Secretary General
Permanent Commission for the South Pacific

METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHIC BEHAVIOUR IN THE SOUTHEAST PACIFIC DURING THE 2007 LA NIÑA EVENT

De la Cuadra, T., M Braun, L. Pizarro and E. Rodriguez

1. EXECUTIVE SUMMARY

Meteorological and oceanographic conditions, obtained on the local cruises carried out by the member countries of the Permanent Commission for the South Pacific (CPPS), Colombia, Ecuador, Peru and Chile, in the framework of the Tenth Regional Joint Cruise during September and October 2007, are analyzed.

The cruises, coordinated by the CPPS, are the continuation of oceanographic monitoring of the Southeast Pacific. During this opportunity 561 oceanographic stations were completed, in which CTD measurements of up to 500 m in depth were carried out and meteorological data was compiled. The work area covered latitude 6°30'N and 32°08'S, reaching up to a maximum of 350nm off the coast of the Colombian sector and up to 100nm as a minimum in the Chilean Sector.

During the cruise, the Colombian Basin presented behavior in accordance with the seasonal variability in the region; however the registered temperatures in the southern and southwestern zones of this area indicated a homogeneous stratification and the presence of negative anomalies, which could be associated with "La Nina" conditions.

The Equatorial Front was displaced towards the south of Ecuador and north of Peru, defined between isotherms of 19° and 23°C, and with a strong thermohaline gradient toward the coast which grew weaker towards the west 82°W. The lower SST values in the far Southwestern Ecuadorian area, were due to a cold water inflow transported by the coastal Humboldt Current. The positive SST anomalies measured in the far Southeastern area of this sector are the product of continental waters, typical of local conditions.

The environmental conditions in front of Peru were predominantly cold, with an intensification of winds mainly towards the south of Callao, and very strong outcropping processes in the south of Pta. Bermejo associated with cold temperatures along the coastal zone, produced by the intensification of the Coastal Peruvian Current. Meanwhile towards the north of Pta. Falsa some patches with slight positive thermal anomalies were observed, due to the displacement of equatorial waters which later withdrew to the north.

Surface and subsurface circulation were associated with the intensity of the Humboldt Current, (Coastal and Oceanic Current) interacting with the Subsurface Peruvian Countercurrent beyond 70m off the coast.

The Chilean sector was cold and had low salinity. In the oceanic sector there was a predominance of negative anomalies which exceeded the unit, forming some anomaly patches of less than -1.5°C, mainly in the far southwestern zone. A maximum temperature (+0,2°C) was located at 5 nm in the Moreno Bay opposite Antofagasta; the only positive value calculated in the zone of research.

During the X Regional Cruise, the atmospheric and oceanic indicators showed the presence of anomalies associated with the cold phase of the ENSO cycle which has been latent in the tropical Pacific since mid 2007.

2. INTRODUCTION

Since its beginning in 1998, the joint regional cruises of oceanographic research in the Southeast Pacific have made the almost simultaneous observation of different ocean conditions possible, in the following manner: El Niño 1997-1998; La Niña 1999; relative normalcy 2001; signs of El Niño 2002 in the Occidental and Central Equatorial Pacific; absolute normalcy 2003, and positive anomalies in sea surface temperature in the Western and Central Equatorial Pacific in 2004.

This event represents a very important contribution for the full accomplishment of the general objective of The Regional Research Program on the El Niño Phenomenon in the Southeast Pacific – ERFEN, which is able to predict in advance oceanic-atmospheric changes; with sufficient anticipation to allow the implementation of adaptive or emergency policies for the variations in fishing, agricultural and industrial performance; as well as marketing decisions, management of hydrobiological resources, and others.

On this occasion, the Tenth Regional Cruise allowed for the knowledge of meteorological and oceanographic conditions (surface and subsurface, up to 500 m.) of the ocean in Chile's, Colombia's, Ecuador's and Peru's territorial waters, from latitude 6°30'N to 32°08'S, during the months of September and October 2007. The analysis of said conditions has made possible the emission of conclusions and forecasts on the Pacific Ocean's behaviour for a time frame of months, which will hopefully be expanded soon.

In general, the analysis of the results of the X Regional Cruise displayed atmospheric and oceanic indicators showing the presence of the cold stage of the ENOS cycle.

3. METHODOLOGY

The Tenth Joint Regional Cruise of Oceanographic Research, coordinated by the CPPS, was carried out between September 4th and October 21st 2007. A total of 4 vessels participated in the cruise; belonging to the research institutions of Colombia, Ecuador, Peru and Chile (Annex 1).

During the cruise, 561 oceanographic stations were executed, mostly distributed in 29 perpendicular sections towards the coast.

The area of research included latitudes 6°N and 32°2'S and from the coast up to 375 nm in Colombia, 165 nm in Ecuador, 225nm in Peru and 125nm in Chile (Fig. 1).

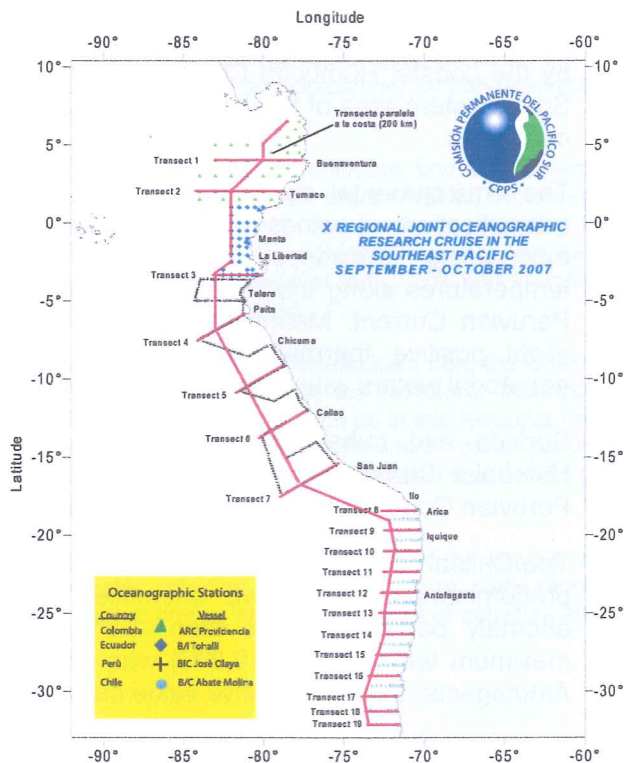


Figura 1. Trayectoria X Regional Joint Cruise of the CPPS September-October 2007. Stations carried out for the national components.

Most stations carried out the observation of variables between the surface and a depth of 500 m, by using temperature and salinity electronic profiles (CTD) model SBE-19. Water samples were taken at the stations using Niskin oceanographic bottles in order to perform analysis of dissolved oxygen (DO) concentration, salinity and chlorophyll "a" (clo_a); and biological dragging of phyto, zoo and ichthyoplankton were carried out. Both the sampling and analysis of every variable were performed following the conventional standard methods.

With the registered information, several charts were made of surface temperature, salinity, DO and clo_a, 15° and 20°C isothermal depth charts and, distribution charts of temperature anomalies and surface salinity. The thermal and salinity surface anomalies were made based on Levitus' climatology (Levitus et al., 1998, WOA-98). For the water column research, the temperature and salinity variables were illustrated down to a depth of 500 m along 19 transects perpendicular to the coast, with stations at a maximum distance of 375 nm, and along a transect parallel to it with stations located at 100nm. (Fig. 1)

Salinity data is shown in practical salinity units (psu) (UNESCO, 1981).

4. RESULTS

4.1 Meteorology

In the month of September, the Inter-tropical Convergence Zone (ITCZ), in the Eastern Pacific Ocean, appeared as a cloudy strip, with its central axis located near 8°N, and with the presence of active convective cells; which exerted a major influence over the region of Central America, Northern Colombia and the Caribbean. In October the ITCZ reached 10°N, wielding an even stronger influence over the Central American Region. The Southern Oscillation Index (IOS), maintained its positive phase with a 0,6 value. With regards to atmospheric pressure anomalies, Tahiti and Darwin reached values of 0,3 and -0,6 respectively.

During the cruise, registered surface winds presented speeds between 0,6 and 30 m s⁻¹. Maximum speeds were found in front of Chile with a very strong southern component, especially near Pichilanguí; whereas the minimum speeds were located opposite Peru between the zones of Callao and San Juan. In front of Colombia wind speeds varied between 1,54 and 6,68 m S⁻¹, blowing in a predominantly south-eastern course; meanwhile wind intensity opposite Ecuador varied between 3 and 8m S , with directions coming from the southeast-southwest.

4.2 Oceanography

4.2.1 Sea Surface Characteristics

Temperature and Salinity

The temperature observed opposite Colombia presented values under 26°C over a large portion of the south western border of the CPC, which is linked to higher salinity values found in the same zone. On the other hand, along the coastal zone between Gorgona and the Panamanian border a large zone with salinity under 30 psu was observed, which indicates a large contribution of fresh water in this zone.

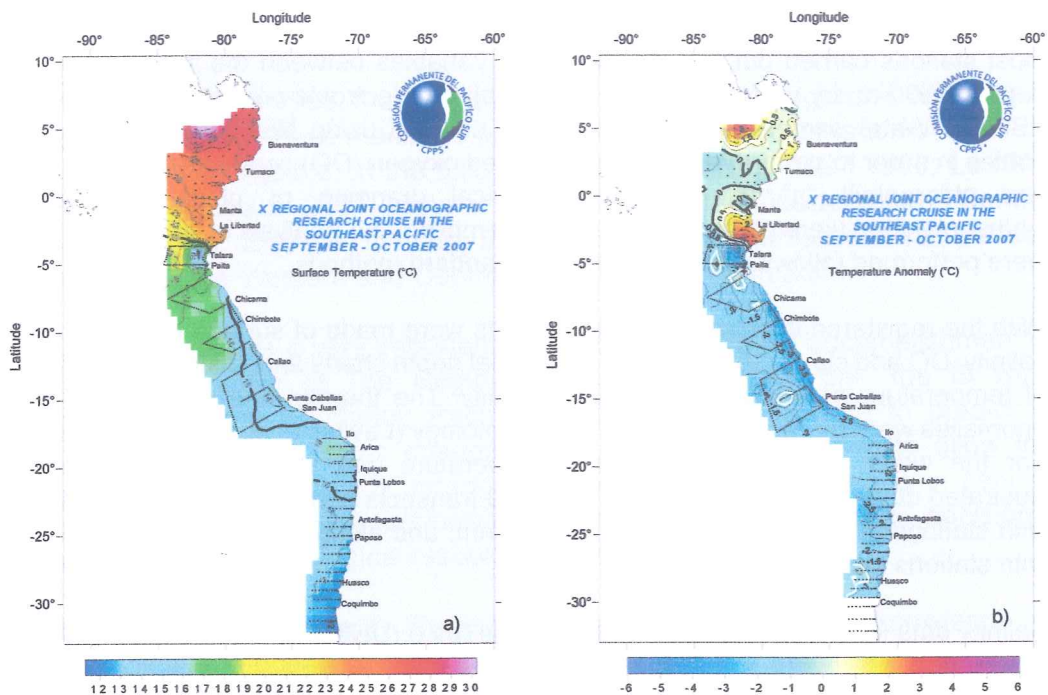


Figura 2. Distribución a) Temperatura (°C) and b) Temperatura anomalía (°C) X Joint Regional Cruise September - October 2007

For temperature during this month the minimum value was 24,8°C, the maximum was 28,0°C and the average value for the basin was 26,7°C. For salinity the minimum value was 25,84 psu, the maximum was 33,72 psu and the average value for the CPC was estimated at 31,15 psu. The calculated anomalies show the presence of negative values entering through the south western side of the CPS, with values lower than -0,5°C. The presence of this anomaly indicates the influence of La Niña conditions in the CPC, which has been observed as a cooling effect in the entire Eastern Tropical Pacific.

Opposite Ecuador, sea surface temperatures oscillated between 18,7° and 26,5°C, values which upon comparison with normal Levitus values (1998) would determine anomalies between -1,2°C and 4,3°C. The lowest values were found towards the south eastern area of the study, while the highest values were concentrated in the Gulf of Guayaquil. Water salinity was distributed in a north eastern-south eastern sense, ranging from 32,6 and 34,2 psu, which determined anomalies between -0,6 and 0,6 psu. In general, positive haline anomalies, northbound from Manta in the form of a band, were determined, while negative anomalies were concentrated from 1°30'S southbound. The SST and SSS distribution would indicate that the Equatorial Front (EF) is displaced towards the south.

The values of the negative anomaly increased in 1,0° to 1,5°C to the south of Callao (Peru), while in the north they maintained their negative ASTM of -1,5°C, relative to the BIOMASA DESOVANTE (spawning biomass) Cruise of September - October/2007. Small ATSM patches with a positive value of +1,1°C (opposite Pta. Falsa) appeared due to a slight projection of northern waters and another positive patch of +1,0°C appeared to the north of Pta. Sal due to the displacement of tropical waters. The lowest temperatures (14°C) were registered in the coastal zone towards the south of Punta Bermejo, associated with coastal outcropping processes. The warmest waters (over 17°C) were associated with a projection of northern waters opposite Punta Falsa.

Sea surface conditions presented a haline distribution with a strong horizontal gradient, to the north of Talara (Peru). The interference of Equatorial Surface Water (ESW) was evident beyond 120 nm off the coast and was projected southbound up to opposite Punta Falsa, while Tropical Surface Waters (TSW) stayed close to the coast north of Punta Sal. It is worth noting that this interference withdrew towards the north during the last five (5) days of the cruise, leaving a small ESW patch in front of Punta Falsa.

Subtropical Surface Waters (SSW) with salinity levels over 35,1 psu were associated with temperatures higher than 16°C, which presented a strong projection towards the coast from Punta Falsa (120 nm off the coast), beyond 70 nm and up to 45 nm from Chicaza (7°25'S). There was a presence of CCW to the south of Callao up to 180 nm opposite San Juan (15°30'S), whereas between Callao (12°50'S) and Pimentel () the CCW were located in the coastal zone with a breadth of 40 nm from the coast.

The SST opposite Chile registered a total range of 12,8 to 16,5°C in the zone which goes from Arica (18°25') to Antofagasta (23°40'S), gradually decreasing in value from north to south, and registering minimum values on the coastal strip, especially between Caleta Patillos and Tocopilla, in the central area, and also between Arica (18°25') and Punta Madrid (), in the zone's far north. The oceanic area between Arica and Iquique registered the thermal maximums relative to the period, in which 16°C was exceeded.

The mentioned SST values were associated with anomaly values in a range between -2,6° and 0,2°C. The highest negative anomaly was measured in the station 1 nm opposite Punta Madrid (), while the maximum was in the 5 nm station in Bahía Moreno, opposite Antofagasta (23°40'S), which is the only positive value calculated for the zone. There was an ample predominance of negative anomalies in the oceanic area which surpassed the unit, forming some anomaly patches greater than 1,5 (absolute), mainly in the zone's far southwest.

Surface salinity

In the zone registered a total range of values which went from 34,3 to 34,81 psu. The highest values were measured in the northern area, where a tongue of water with values of >34,8 psu covered the area from Arica (18°25') to Iquique (20°S) beyond 50 nm. Minimum salinity values were measured at 25°S of the oceanic area, where a patch with values lower than 34,5 psu was located. A strip of coastal waters with higher salinity than the oceanic ones was registered along the entire zone.

The aforementioned salinity values are associated with significant negative anomalies in practically the entire zone, the exception being the Bahía Moreno sector opposite Antofagasta (23°40'S), where a few insignificant positive anomalies were located. The salinity anomaly was in a total range of -0,46 to 0,2 psu. Practically the entire oceanic area in the zone registered negative anomalies greater than 0,2 ups (absolutely), in especial the big nucleus of negative anomalies over to 0,3 psu which were located in the zone's northwest sector, especially between Arica and Iquique.

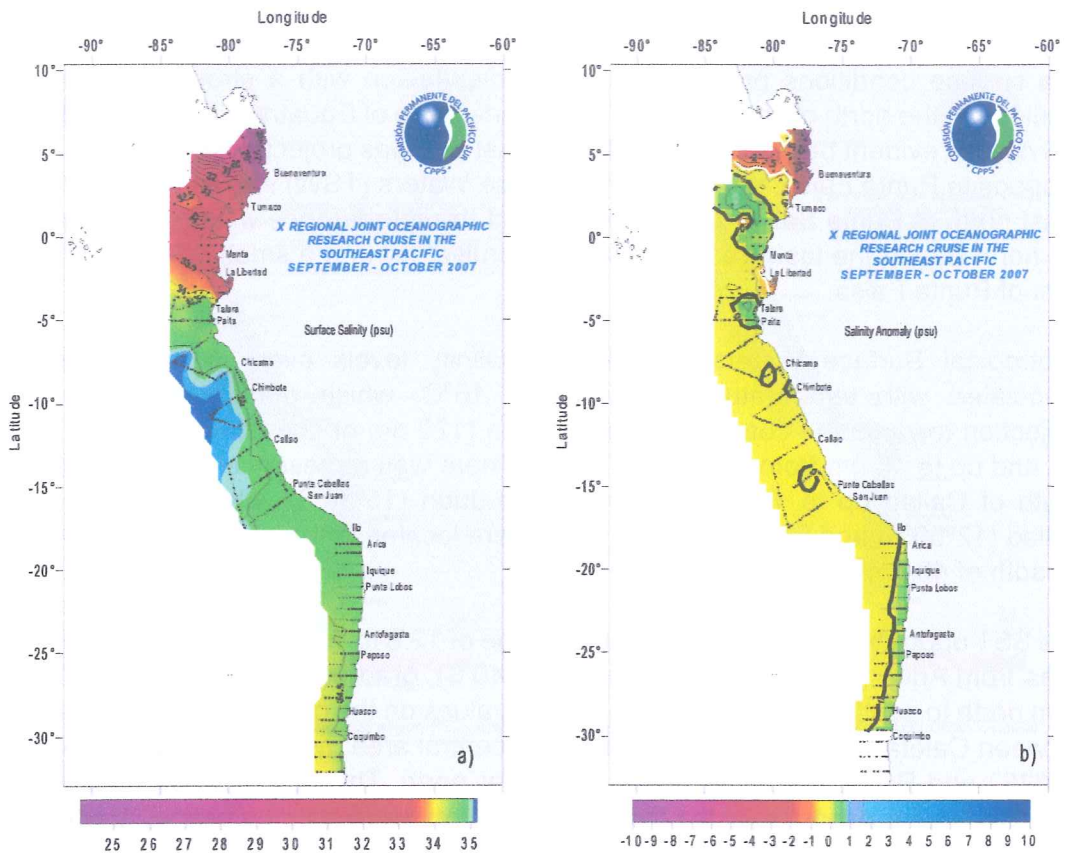


Figura 3. Distribution of surface a) Salinity (psu) and b) Salinity Anomaly (psu) X Regional Joint Cruise September - October 2007

Dissolved Oxygen

Opposite Colombia, surface dissolved oxygen had concentrations between 4 and 4,5 mL L⁻¹. The highest values were associated with patches of relatively high oxygen levels, which were found in both the coastal area as well as the oceanic area. Opposite Ecuador, the concentrations of surface level dissolved oxygen fluctuated between 4 and 5 mL L⁻¹, increasing in a northeast – southwest sense. In the oceanic area, values higher than 4,7 mL L⁻¹ were observed to be associated with the southern border of the Equatorial Front, whereas the distribution of dissolved oxygen in the coastal area opposite the Gulf of Guayaquil shows a marked influence of southern outcropping processes.

In Peru, the concentrations of dissolved oxygen oscillated between 2,01 and 6,85 mL L⁻¹. The lowest value was located 8 nm from the coast opposite Paita and the highest value corresponds to STSW, 100 nm opposite Pisco (Fig. 4). Outcropping processes were restricted to zones close to the coast between Chicama and San Juan, with dissolved oxygen values lower than 4,0 mL L⁻¹. The values in the oceanic zone between San Juan (15°30') and Salaverry were greater than 6,0 mL L⁻¹ and were associated with oceanic waters.

In Chile, the dissolved oxygen showed concentrations which fluctuated between 4,0 and 6,5 mL L⁻¹. The highest values were located in the oceanic sector from Iquique (20°S) to Pichilanguí (32°08'); whereas the coastal area had suboxic values (<5 mL L⁻¹) mainly opposite Paposa (25°S) and Coquimbo (30°S).

4.2.2 Sea Sub-surface Characteristics

Isotherms Depth 15°C and 20°C

The depth of the 15°C isotherm was not distributed in a homogeneous manner. Therefore, in the area corresponding to Colombia, the 15°C isotherm was located at a depth of between 60 and 100 meters, increasing in a southeast – northwest sense. Depths lower than 100 meters were reached by this isotherm starting from a distance of 100 nm from Puerto of Buenaventura.

Opposite Ecuador the 15°C isotherm was more superficial, reaching values between 40 and 60 meters in depth. Said isotherm ascended towards the coast opposite Manta and Esmeraldas, and descended toward the south in the area of Gulf of Guayaquil and towards the oceanic area. Opposite Peru, the 15°C isotherm was located at very shallow depths (20 and 40 meters) in the coastal area opposite Talara and Chimbote; whereas some 200 km towards the southwest of Callao said isotherm reached depths of 120 meters.

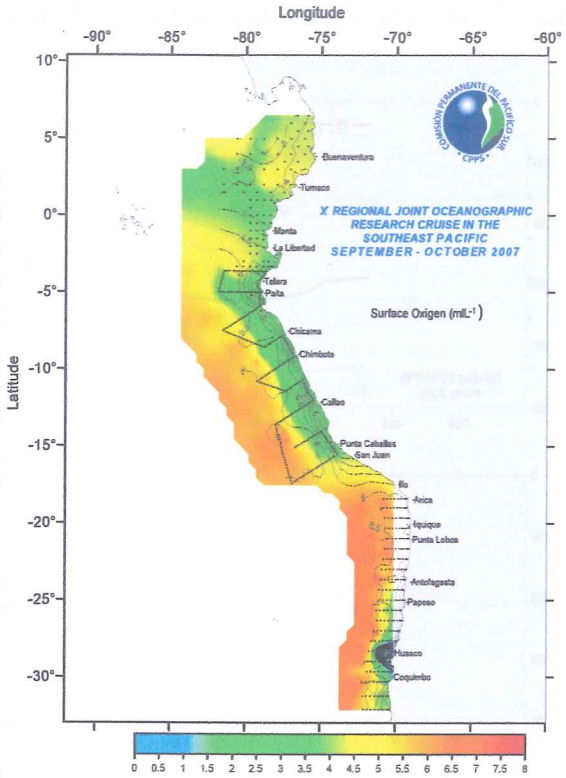


Figura 4. Surface Distribution of oxygen (mL·L⁻¹) X Regional Joint Cruise September - October 2007

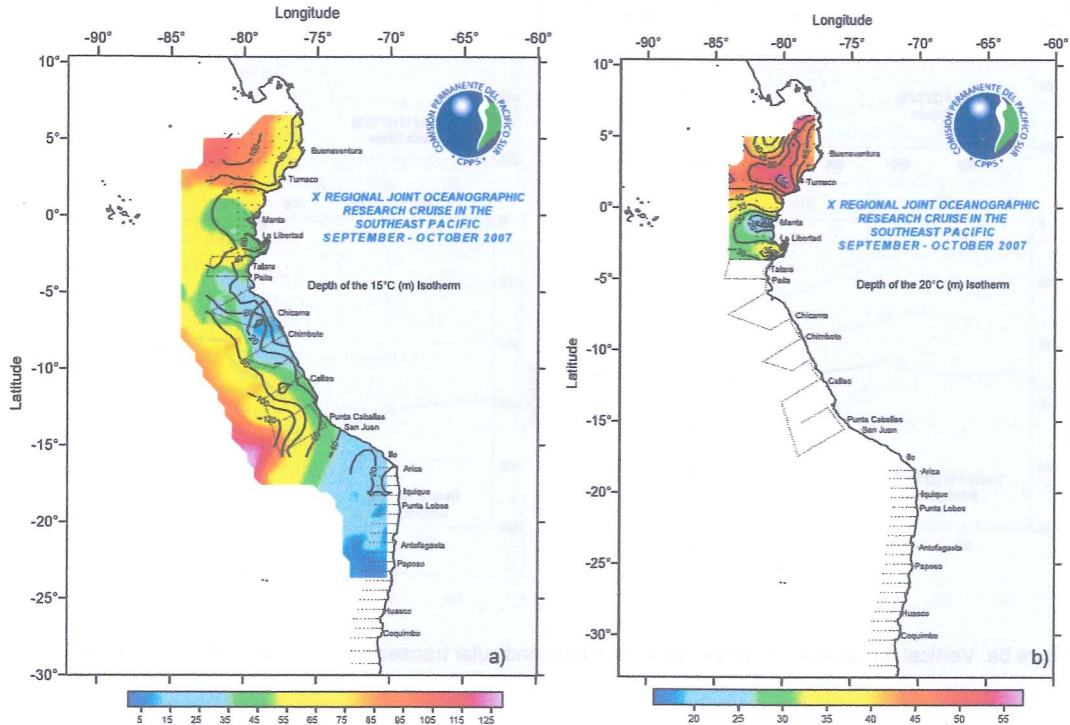


Figura 5. Depth (m) of Isotherm a) 15° C and b) 20°C. X Regional Joint Cruise September - October 2007

The 15°C isotherm observed opposite Chile was very shallow, with depths of less than 20 meters, especially facing Antofagasta.

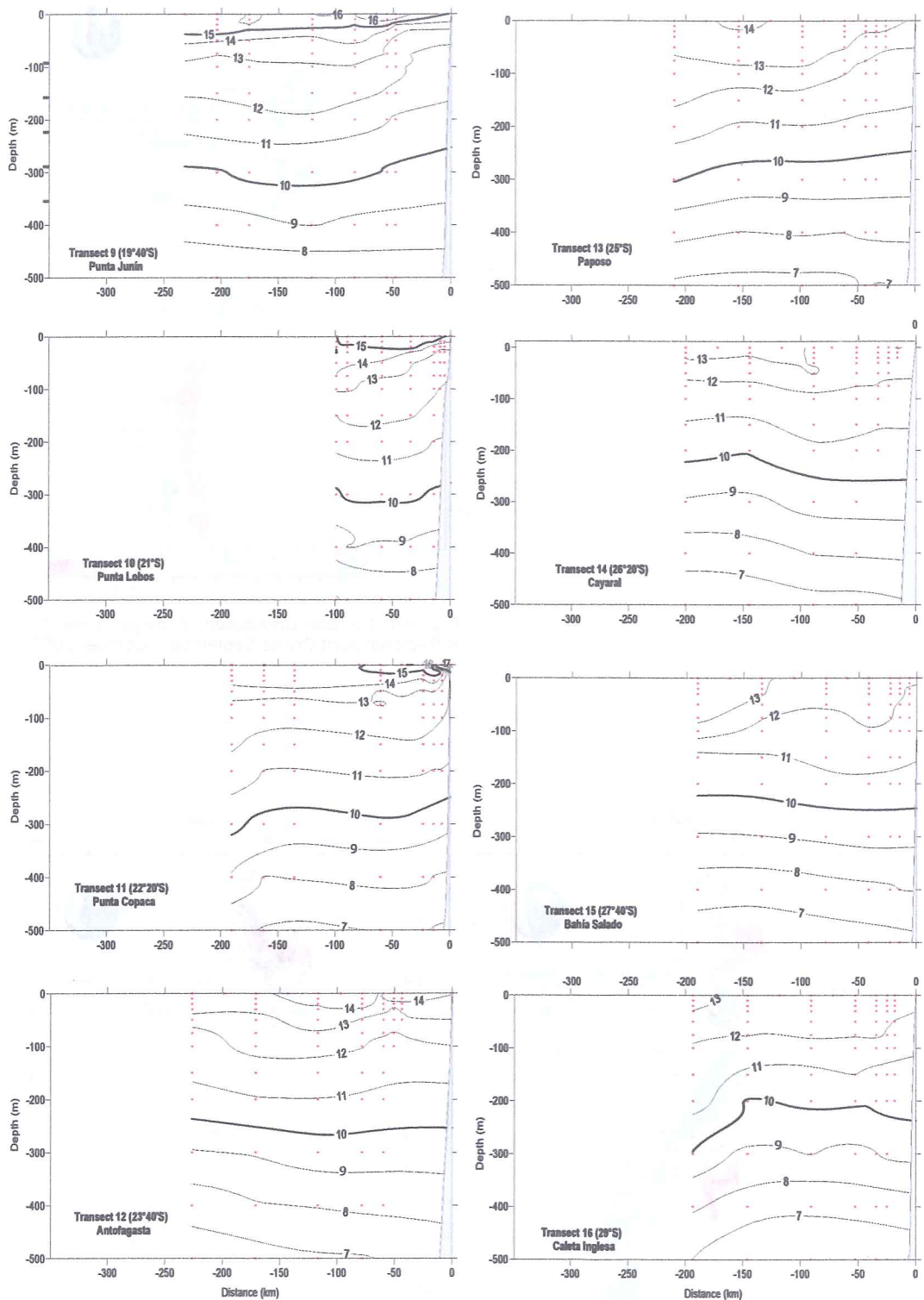


Figure 6a. Vertical distribution of Temperature (°C). Perpendicular transects to the coast (1-8). Tenth Regional Cruise. September – October 2007

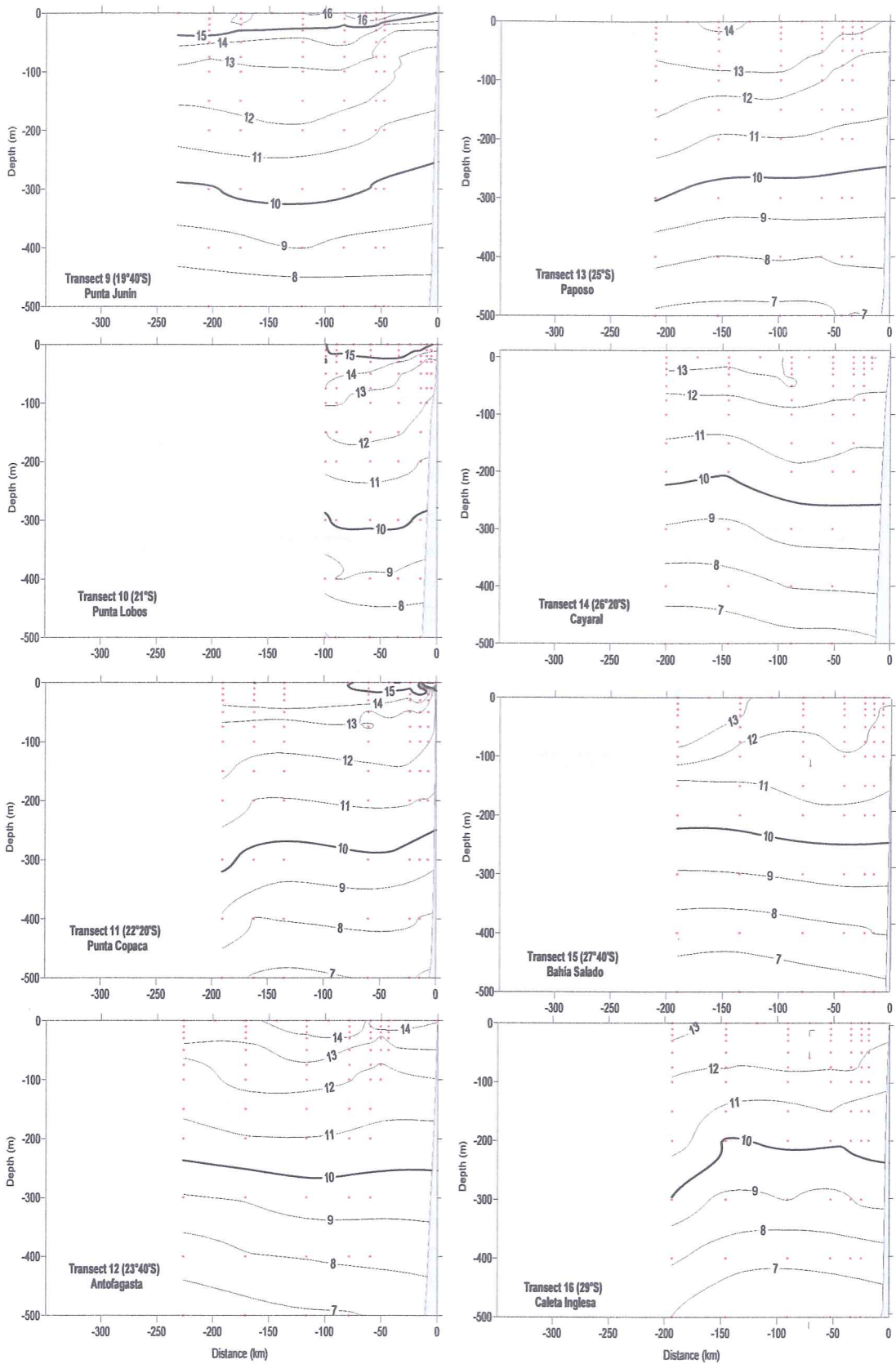


Figure 6b. Vertical distribution of temperature (°C). Perpendicular transects to the coast (9 - 16). Tenth Regional Cruise. September – October 2007

The 20°C isotherm was located between 45 and 55 meters opposite Colombia, and between 20 and 45 meters opposite Ecuador. Depths of 35 meters were observed opposite Golfo of Guayaquil and in the zone facing Esmeraldas bordering Colombia. Shallower depths were reached by this isotherm in the zone opposite Manta and the Peninsula de Santa Elena.

Thermocline depth and blending layer

Along latitude 4°N the highest registers of temperature were observed in the regions close to the coast (79°W) with values of 26°C, decreasing gradually on the surface to 25°C. The thermocline presented a depth between 30 and 50 meters across the entire transect, with the shallower regions close to the shore (79°W).

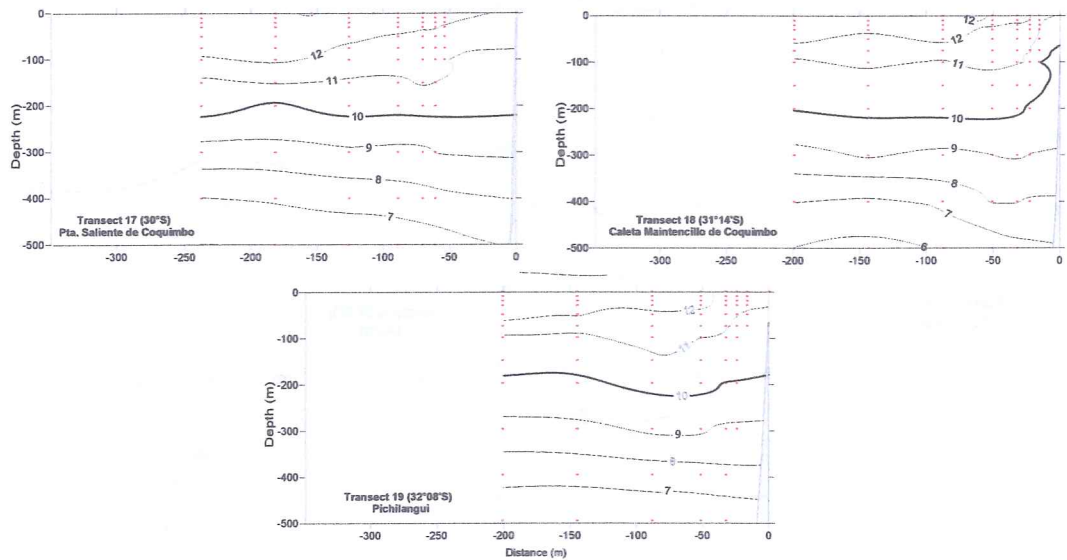


Figura 6c. Vertical distribution of Temperature (°C). Perpendicular transects to the coast (17-19). X Regional Joint Cruise. September - October 2007

The vertical temperature distribution opposite Puerto Bolivar (3°20'S) shows the 20°C isotherm 40 meters deep off the coast but towards the surface at 82°30'W; the 15°C isotherm would be located 60 meters deep. Positive temperature anomalies and negative salinity obtained from Levitus' climatology were located from the surface to a depth of 60 meters, decreasing gradually toward the west at 82°30'W.

There was no definite thermocline in a section carried out opposite Paita-Peru (5°S), the 15° isotherm was located over a depth of 55m, outcropping to the surface beyond 50 nm from the coast. The 14°C isotherm was the one that was located at a depth of between 70 and 110m, while the 13°C isotherm showed a slight deepening in the coastal zone but under 180 m in depth. Relatively warm waters (>17,0°C) were found past the 90 nm of coast associated with the southbound projection of equatorial waters. The salinity indicated the presence of CCW with blending processes (STSW) in the coastal zone up to 50 nm from the coast, associated with a weakened ESCC, due to a slight deepening of the isohaline of 34,9 psu and the 13°C isotherm, indicative of a southbound flow. ESW are present past the 90 nm associated with thermal values greater than 17°C, up to a depth of 25 m.

Opposite Punta Falsa (6°15'S) there was no definite thermocline either. The 15°C isotherm was located between a depth of 70 m in the oceanic zone and 50 m in the coastal zone.

Haline concentrations registered the CCW up to 90 nm of coast interacting with the ESW and the STSW; STSW was found at depths of over 75 m and beyond 115 nm from the coast.

A slight projection of ESW between 30 and 70 nm from the coast up to a depth of 15 m was observed, creating a slight thermal increase (>18°C).

Chimbote (9°30'S), as well as Pta. Bermejo, did not present a definite thermocline; a stratification of the isotherms was observed.

The 15°C isotherm was located over 70 m, outcropping to the surface at 30 nm from the coast, an indicator of the strong coastal outcropping processes.

Haline concentrations indicated the presence of CCW up to 50 nm from the coast, which is associated with slight blending processes (CCW and STSW), whereas STSW was found above 70 m and beyond 100 nm from the coast, similar to what was registered the previous winter (Cr. 0708-09).

The section carried out opposite Callao-Peru (12°50'S) did not present thermocline; the surface layer had lower temperatures with regards to the Biomass cruise carried out between August and September of the same year, due to a greater amplitude of CCW up to 100 nm off the coast.

The blending zone was found beyond 150 nm. The isotherm distribution presented the same stratification in the entire water column.

San Juan-Peru (15°30'S) did not present a definite thermocline either. A stratification of the isotherms was also observed. The 15°C isotherm was located over 100 m, outcropping to the surface beyond 200 nm off the coast, showing strong outcropping processes.

Haline concentrations indicated the presence of CCW up to 180 nm from the coast, which is associated to slight blending processes (CCW and STSW), whereas STSW was found below 100 m.

200 km off the coast in the transect parallel to the shore, the presence of an intense thermocline which coincides with a strong haline gradient in northern Ecuador (0 and 1°N) stands out. (Fig 8)

The presence of the Equatorial Front moving southbound to 3°S is clear at surface level, and can be observed up to a depth of 20 meters.

This oceanic front would be formed by 19 and 23°C isotherms, and would have a very intense gradient (0,36°C per 10 km) in the coastal area.

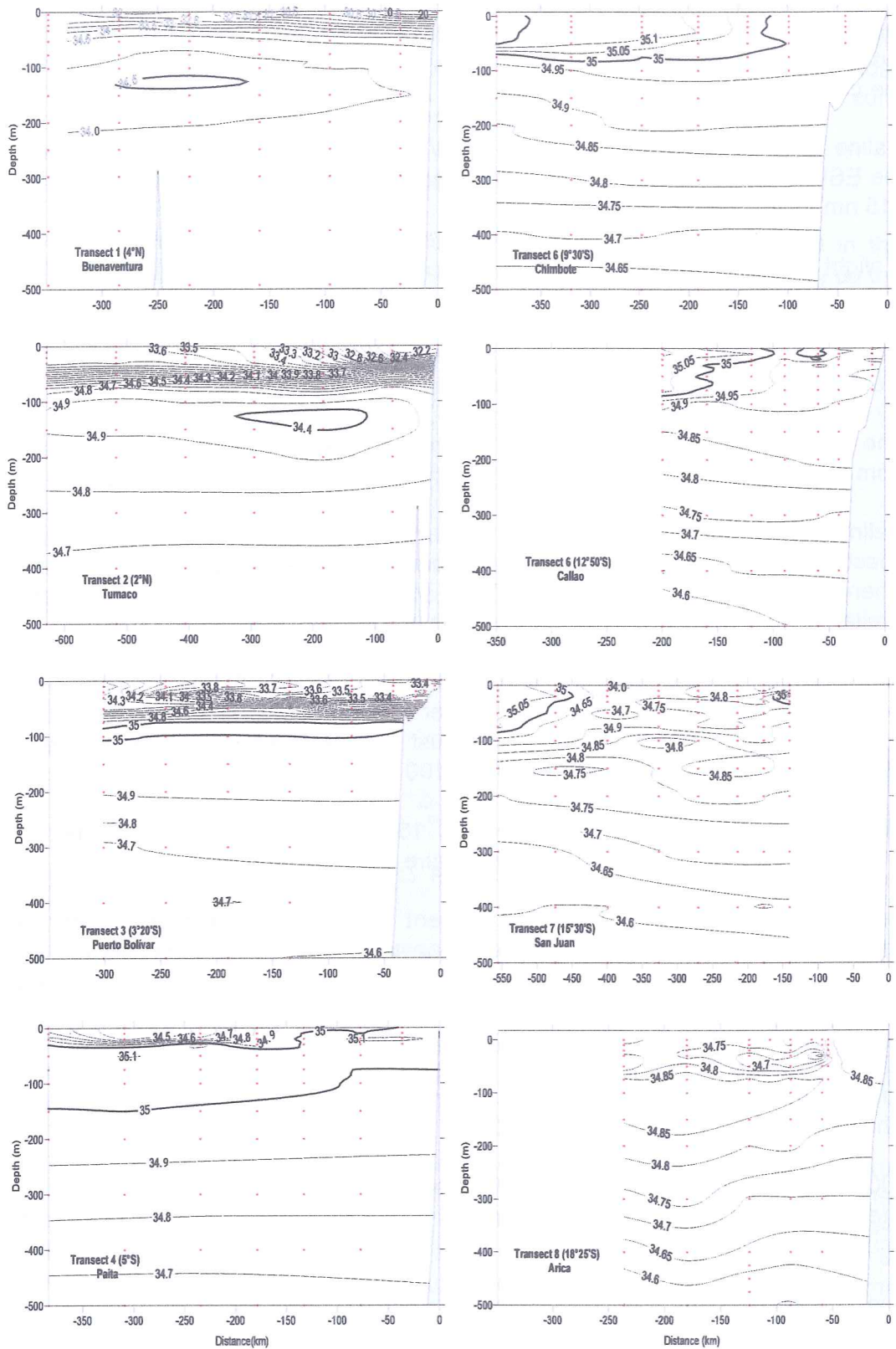


Figura 7a. Vertical distribution of Salinity (psu). Perpendicular transects to the coast (1-8). X Regional Joint Cruise September - October 2007

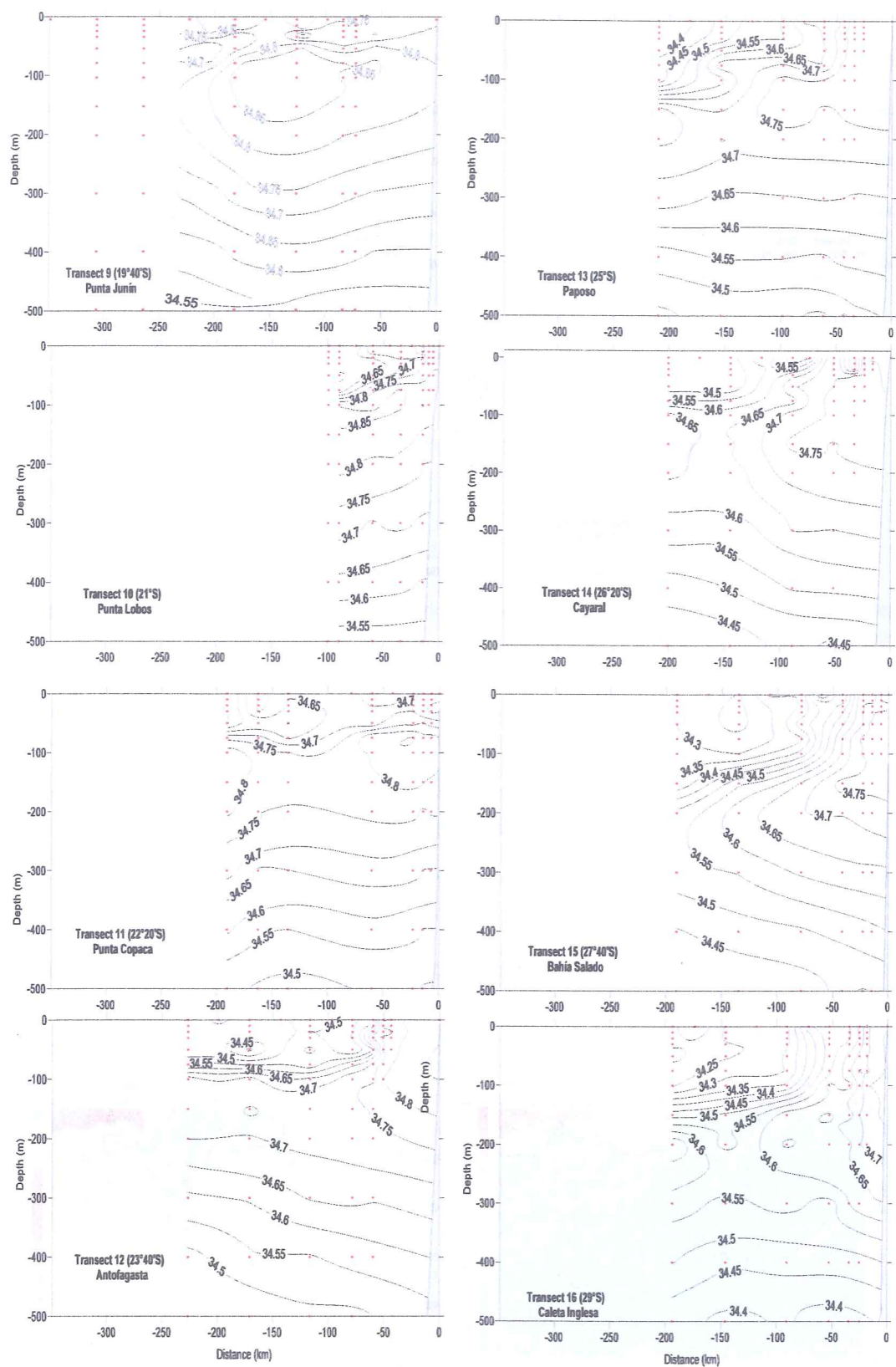


Figura 7b. Vertical distribution of Salinity (psu). Perpendicular transects to the coast (9-16). X Regional Joint Cruise. September - October 2007

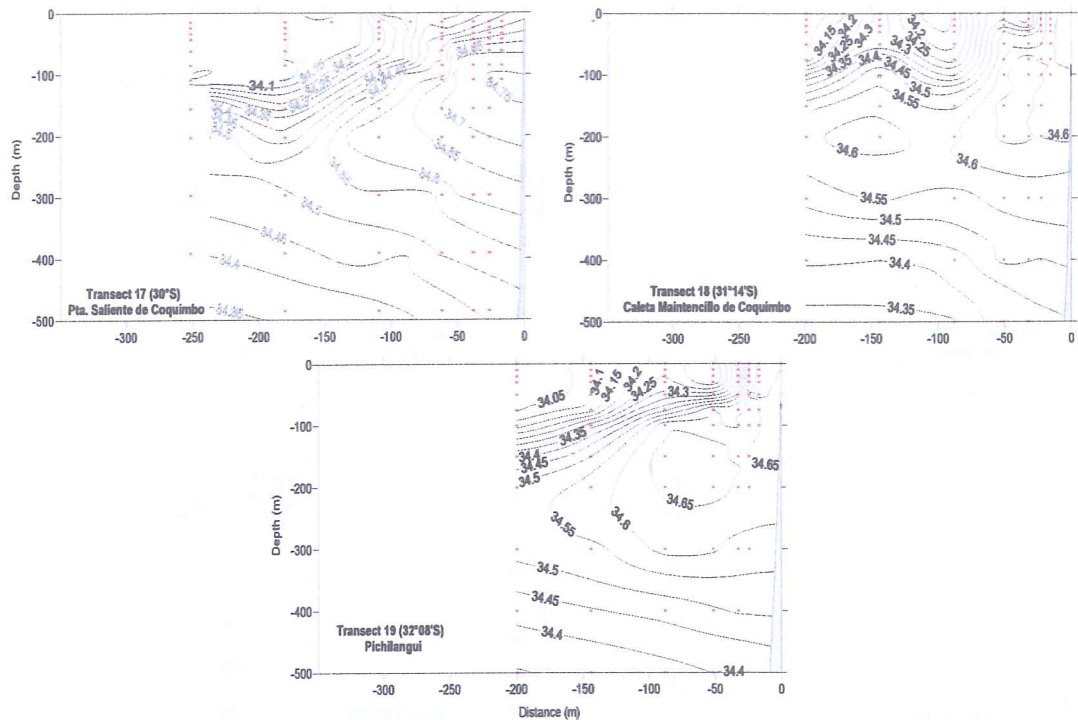


Figura 7c. Vertical distribution of Salinity (psu). Perpendicular transects to the coast (17-19). X Regional Joint Cruise. September - October 2007

5. DISCUSSION

According to the information obtained during the Regional Cruise, the Southeast Pacific was, at the moment, undergoing a stage of seasonal transition, made evident by the northern entry of water with relatively high temperatures and low salinity, which would be associated with the advection of fluvial discharge occurring in the Panamanian Basin.

However, positive thermal anomalies opposite the Gulf of Guayaquil (3°20'S) would be associated to seasonal variability in addition to behaviour characteristic of the Gulf.

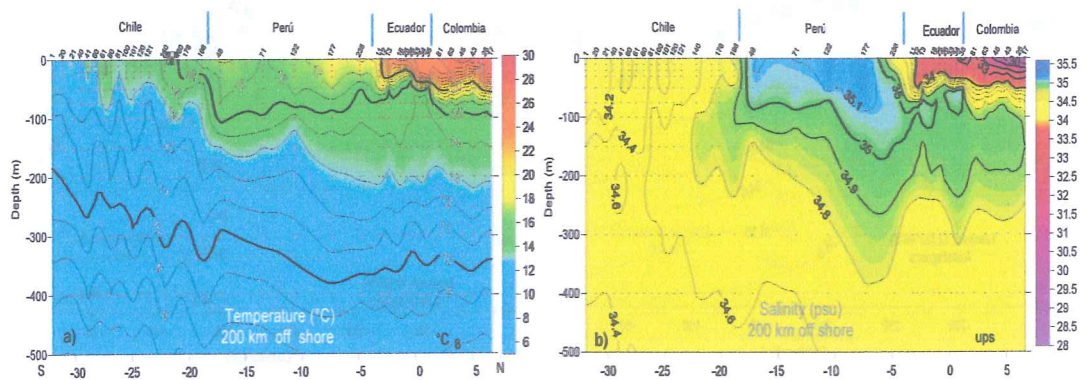


Figura 8. Vertical distribution of a) Temperature (°C) and b) Salinity (psu) to 200 km along South America Coast. September - October 2007

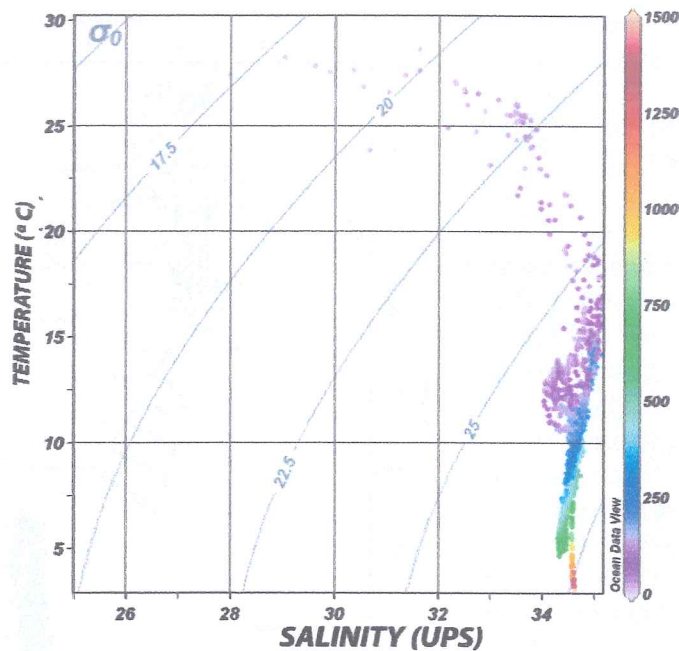


Figure 9. T-S Diagram of the oceanographic stations in the transect parallel to 200 km off the coast. Tenth Regional Joint Cruise. September – October 2007.

This data is consistent with the monthly SST anomaly obtained in the Niño regions, which show a generalized cooling of the Equatorial Pacific, there by confirming the development of a cold La Niña event. These negative anomaly values increased with regards to the previous month. The West Pacific region (Niño 4 region) went from $-0,3^{\circ}\text{C}$ to $-0,5^{\circ}\text{C}$, in the Central Pacific region (Niño 3,4 region) the anomaly went from $-0,8^{\circ}\text{C}$ to $-1,4^{\circ}\text{C}$ and the Eastern Pacific (Niño 1+2 region) went from $-1,9^{\circ}\text{C}$ to $-2,3^{\circ}\text{C}$.

A second characteristic observed during the cruise was the presence of the Equatorial Front, a thermal and haline gradient that separates northern tropical waters from the cold and productive southern waters, which would be displaced southbound of its usual position forming a zonal belt slightly more intense towards the coastal area and weaker towards the oceanic area. The formation of this oceanic Front is linked to a balance that would exist between the Humboldt Current and the hydrostatic pressure gradient generated through the same front. Said front in Ecuador is located between 0° and 2°S during summer in the southern hemisphere and generally defined between 19° and 25°C isotherms. The current position, as well as its intensity, suggests a weakening of the Humboldt system.

The third characteristic found is related with outcropping processes which are evident in Peru, and in a greater degree opposite Paita (5°S), Chimbote ($9^{\circ}30'\text{S}$) and Callao ($12^{\circ}50'\text{S}$), where the 14° and 15°C isotherms rise up from 100 meters until reaching the sea surface in the coastal area. Opposite Chile the outcroppings, although of a lesser magnitude, are also distinguishable, mainly opposite Bahía Salado ($27^{\circ}40'\text{S}$).

Surface temperatures fluctuated between 30°C, observed opposite Colombia, and 12°C, registered opposite the Chilean coast, south of Coquimbo (30°S)

These temperatures were associated with masses of water from the Panamanian Basin (WPB), with Tropical Surface Water (TSW) which was present between Colombia and northern Ecuador, with Equatorial Surface water (ESW) in Ecuador and northern Peru, with Cold Coastal Water (CCW), with Subtropical Surface Water (STSW) opposite Peru and Sub Antarctic Water (SAW) opposite Chile. (Woster & Gilmartin, 1961; Wyrski 1967; Zuta and Guillen 1972; Mamayev, 1973; Silva & Konow, 1975; Cucalon, 1983; Blanco & Diaz, 1986; Grados, 1989).

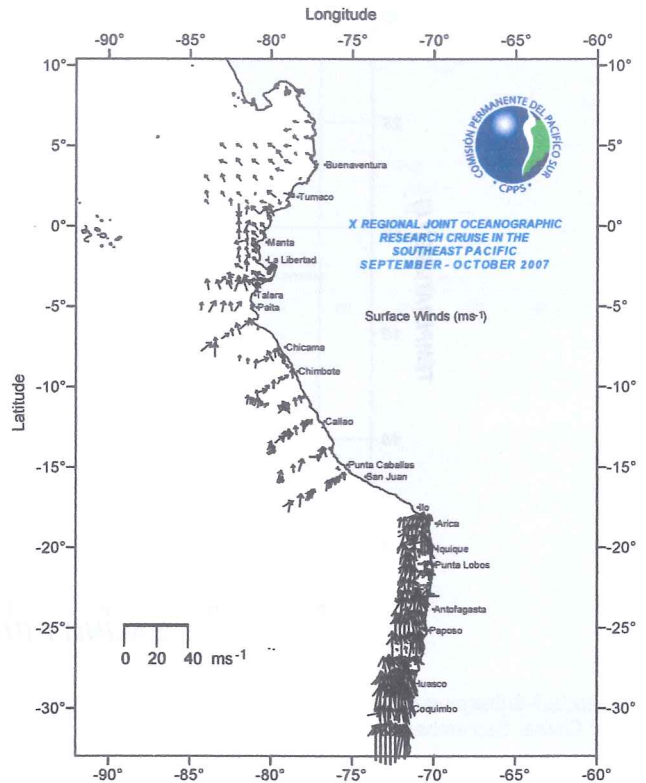


Figura 10. Direction and Velocity (ms^{-1}) of wind. X Regional Joint Cruise. September - October, 2007

Apparent Oxygen Utilization

(AOU) is the difference between the measured oxygen concentration and its saturation concentration. These differences typically occur when biological activity manifests itself.

Primary production increases the concentration of dissolved oxygen; while respiration consumes it, decreasing its concentration. Consequently, the AOU of a water sample represents the sum of the biological activity that the sample has experienced since it was in equilibrium with the atmosphere.

Practically the entire area composed from Manta northbound; as well as the outcropping areas opposite Peru and Chile had an AOU over one, meaning that respiration was higher than photosynthesis. Beyond 20 miles from the outcropping sites the AOU was negative, meaning that photosynthesis was higher than respiration (Fig. 11).

Nutrient concentrations in the surface layer decreased due to their utilization by phytoplankton, and are supplied by in situ decomposition of organic material and outcropping processes.

In this sense, the Nitrate/Phosphate relationship allows us to determine how productive the water masses present in a determined area are. Opposite Colombia the Nitrate/Phosphate relation was slightly above 5 in a nucleus located very close to the coast, at an altitude of 6° latitude North. 30 miles opposite Buenaventura, a very specific nucleus was found, whose relationship would indicate eutrophication.

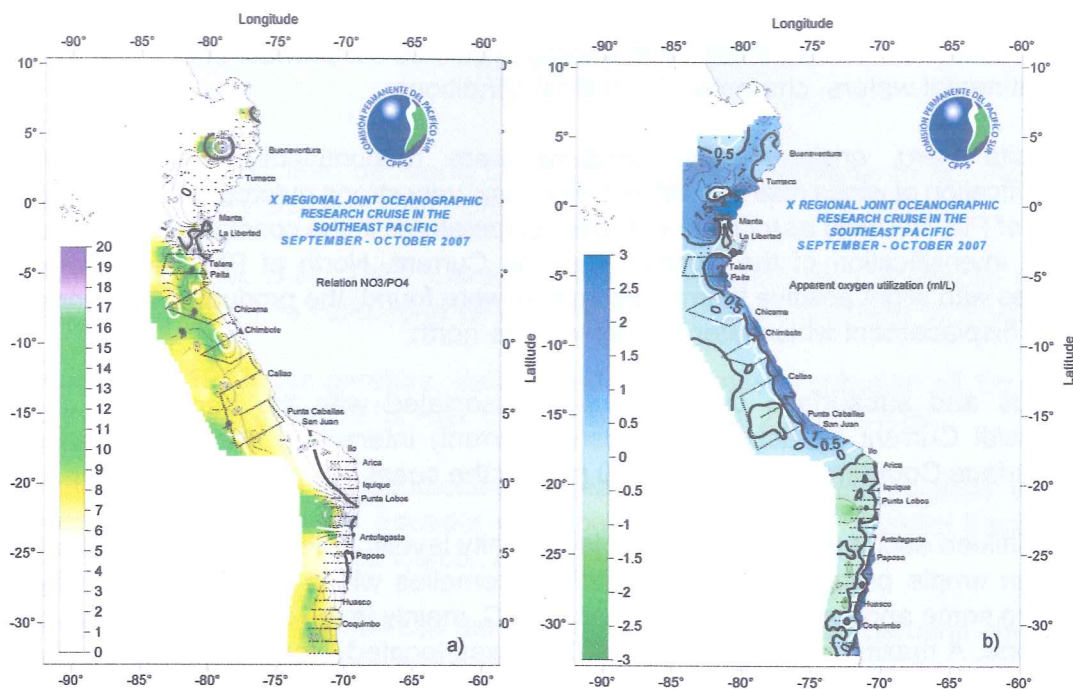


Figura 11. Surface Distribution a) Relation NO₃/PO₄ and b) Apparent Oxygen Utilization (ml/L). X Regional Joint Cruise. September - October 2007

From Tumaco (2°N) to Manta (0°57'S), the relationship would indicate hypo eutrophication which was already inferior to five. From San Juan to Punta Lobos in Chile, and very close to the coast, the Nitrate/Phosphate relationship was inferior to five. In general terms, in the area covered opposite Peru, and from Punta Lobos southbound in the Chilean Sector, a relationship above seven was found, with a few patches above ten. This would be a sign of eutrophicated waters (Fig.11).

CONCLUSIONS

ESW was projected southbound, with values of 34,4 psu opposite Paita (5°S). Northbound TSW can be observed in almost all the Colombian area and northern Ecuador, with values between 33,4 and 34,2 psu. Towards the north of Buenaventura and very close to the coast, salinity levels inferior to 27 psu would be related to the strong precipitations which occurred in the hydrographic basin of the isthmus of Panama. Southbound STSW could be observed between 18°S and 4°S and between the surface and 100 meters in depth, associated with salinity levels superior to 35,1 psu and temperatures greater than 16°C. SAW was observed under the STSW.

The Colombian Basin presented behaviour according to the region's seasonal variability; however the registered temperatures in the south and southwestern areas of the zone indicated a homogeneous stratification and the presence of negative anomalies, which could be associated to "La Niña" conditions.

The Equatorial Front was displaced to the south of Ecuador and North of Peru, defined between the 19° and 23°C isotherms, and with a strong thermohaline gradient towards the coast which weakened toward the west at 82°W. The lower SST in the far southwest of the Ecuadorian area, was due to the entrance of cold waters transported by the coastal Humboldt Current. The positive SST anomalies

measured in the far southeast of this sector would be the product of the presence of continental waters, characteristic of local conditions.

Opposite Peru, environmental conditions were predominantly cold, with an intensification of winds mainly south of Callao, and very strong outcropping processes south of Pta. Bermejo associated with cold temperatures in the coastal zone, product of the intensification of the Coastal Peruvian Current. North of Pta. Falsa some patches with slight positive thermal anomalies were found, the product of equatorial water displacement which later withdrew to the north.

Surface and subsurface circulation was associated with the intensity of the Humboldt Current (Coastal and Oceanic Current) interacting with the Peruvian Subsurface Countercurrent beyond 70 m from the coast.

The Chilean sector was cold and had low salinity levels. In the oceanic area there was an ample predominance of negative anomalies which exceeded the unity, forming some anomaly nuclei lower than $-1,5^{\circ}\text{C}$, mainly in the far southwest part of the zone. A maximum temperature ($+0,2^{\circ}\text{C}$) was located 5 nm off Bahia Moreno opposite Antofagasta, being the only positive value calculated for the research zone.

The atmospheric and oceanic indicators during the cruise signalled the presence of anomalies that would be associated to the cold phase of the ENSO cycle which was latent in the tropical Pacific since mid 2007.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our gratitude to the CPPS, especially to the Secretary General and the Director of Scientific Affairs for their coordination, so that this X Regional Cruise could become a reality.

We would also like to thank the institutions that finance the cruises in each country:

In Colombia: To the National Navy by means of the General Maritime Directorate - DIMAR for their support in the planning of the cruise and to the Pollution Control Center for the Pacific for its technical support.

In Ecuador: To the National Fishing Institute (INP).

In Peru: To the Sea Institute of Peru and the Navy Hydrography and Navigation Direction.

In Chile: to the Fishing Promotion Institute and the Fishing Research Fund

We would also like to thank the commanders, crew and scientific personnel aboard the research vessels: ARC Providencia of Colombia, R/V Tohalli of Ecuador, SRV Jose Olaya Balandra of Peru, and R/V Abate Molina of Chile, for their valuable contribution in the execution of the X Regional Joint Oceanographic Research Cruise in the Southeast Pacific.

REFERENCES

- BAC 204 y 205. Boletín de Alerta Climática. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Septiembre y Octubre 2007. CPPS.
- 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 No. 1.* 1-25.
- De la Cuadra, T. 1999. Condiciones Oceanográficas y Meteorológicas en el Océano Pacífico frente al Ecuador en el período 1994 -1999. Boletín Especial. Instituto Nacional de Pesca. Gaibor, Arriaga y Ormaza Editores.
- Grados, M.C. 1989. Variabilidad del Régimen Hídrico del codo peruano-chileno. *Rev. Com. Pacífico Sur (número especial).* 95-104.
- Antonov, J.I., Levitus, S., T.P. Boyer, M.E. Conkright, T. O'Brien, C. Stephens, 1998: *World Ocean Atlas 1998 Vol. 2: Temperature of the Pacific Ocean.* NOAA Atlas NESDIS 28, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Boyer, T.P., S. Levitus, J.I. Antonov, M. E. Conkright, T. O'Brien, C. Stephens, 1998: *World Ocean Atlas 1998 Vol. 4: Salinity of the Atlantic Ocean.* NOAA Atlas NESDIS 30, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Pizarro, L., J.L. Blanco, R. Martínez y A.r. Pineda, 1999. Comportamiento Meteorológico y Oceanográfico del Pacífico Sudeste durante el evento La Niña 1999. Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste.
- UNESCO, 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°36.
- UNESCO, 1991. Processing of Oceanographic station data. UNESCO ISBN 92-3-102756-5.
- Wooster, W. & M. Gilmartin, 1961. The Perú-Chile Undercurrent. *J. Mar. Res.* 19:3, 97-122.
- Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *International Journal Oceanology and Limnology*, 1(12): 117-147.
- Zuta, S. & O. Guillén, 1972. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Inst. del Mar. Callao-Perú.

ANNEX 1

COMPLETED CRUISES PER COUNTRY, DATES, NUMBER OF STATONS AND MEASURED VARIABLES

Country	Vessel	Start-End Date	Participating Institutions	Measured Variables	Completed Stations
Colombia	BO ARC "Providencia"	04/09/2007 28/09/2007	CCCP	Meteorology CTD, Oxygen phyto - Zoo (red) Phyto water Nutrients Chlorophyll	41
Ecuador	R/V "Tohalli"	04/10/2007 17/10/2007	INP	Meteorology CTD, Oxygen Phyto - Zoo (red) Ichthyoplankton Phyto water Nutrients Chlorophyll	40
Perú	BIC "José Olaya"	29/09/2007 21/10/2007	IMARPE	Meteorology CTD, Oxygen Phyto - Zoo (red) Phyto water Nutrients Chlorophyll Hydroacoustics	270
Chile	B/C "Abate Molina"	21/09/2007 15/10/2007	IFOP	Meteorology CTD, Oxygen Ichthyo, Zoo Cufes Chlorophyll, Hydroacoustics	210

ANNEX 2

PARTICIPATING INSTITUTIONS AND SCIENTIFIC PERSONNEL IN THE TENTH REGIONAL JOINT OCEANOGRAPHIC RESEARCH IN THE CRUISE IN THE SOUTHEAST PACIFIC, COMPLETED IN SEPTEMBER/OCTOBER 2007

A. PARTICIPATING INSTITUTIONS

COLOMBIA:

CCCP Pollution Control Center for the Pacific

ECUADOR:

INP National Fishing Institute

PERÚ:

IMARPE Sea Institute of Peru

CHILE:

IFOP Fishing Promotion Institute

GENERAL COORDINATION

CPPS Permanent Commission for the South Pacific

B. PARTICIPATING PERSONNEL

COLOMBIA:

BAC "Malpelo"

Otalora Natalia, TK.	Cruise Leader - CCCP
Diego Guerrero Zorrilla, S2	Station Leader - CCCP
Juan Rueda Bayona, Ma1.	CCCP
Edgar Pérez Porras, Ma2	CCCP
Juan Camacho Arenas, Ma2.	CCCP
Alex Palomino, Ma2.	CCCP
Guido Herrera, Ma2.	CCCP
Tulia Martínez	UNIVALLE
Bellineth Valencia	UNIVALLE
Edgar Arteaga	INVEMAR
Ruth Leonor	IDEAM
Milena Lozano	UNITOLIMA
Nelly Jacobo	IMARPE (PERÚ)

ECUADOR:

B/I "Tohallí"

Telmo De la Cuadra, Oc.	Cruise Leader – IN
P	
Patricia Macías, Q.F.	INP
Jeaneth León, Q.F.	INP
Jaqueline Cajas, Blga.	INP
Rosa García, Blga.	INP
Mónica Sánchez, Blga.	INP
Julio Guzmán, Blgo.	INP
Jonathan Cedeño, Oc.	ESPOL
Cristian Romero, Sr.	ESPOL
Santiago Coello, Sr.	ESPOL
Gastón Rosson, Tec.	IFOP (CHILE)

PERÚ:

BIC "José Olaya Balandra"

Roberto Flores Palomares, Lic.	Cruise Leader – IMARPE
José Tenorio Calderón, Ing.	Group Leader – IMARPE
Walter Garc-a Díaz, Ing.	IMARPE
Marcelo Crispín Carpio, Tec.	IMARPE
Juana Solís Acosta, Ing.	Group Leader – IMARPE
Fredy Cárdenas Ramos, Quím.	IMARPE
Carlos Robles Cáceres, Tec.	IMARPE
Miguel Sarmiento Díaz, Tec.	IMARPE
Patricia Villanueva Merino, Blga.	IMARPE
Percy Montero Rodríguez, Blgo.	IMARPE
Jaime Erick Martín Silva Alva, Blgo.	IMARPE
Ana Cecilia Medina Cruz, Blga.	IMARPE
Gladis Castillo Mendoza, Blga.	IMARPE
Walter Castañeda Cóndor, Ing.	IMARPE
Wilbert Marín Soto, Ing.	IMARPE
Gabriel Gaviola del Río, Bach.	IMARPE
Eloy Florencio Miguel Rodríguez, Ing.	DHN
David Beltrán Peñaranda, Sub-Oficial	DIMAR-CCCP (Colombia)

CHILE:

B/I "Abate Molina"

Mauricio Braun, Blgo.	Project Leader – IFO
Vivian Valenzuela, Blga.	Cruise Leader – IFOP
Víctor Cataste, Ing.	IFOP
Bernardo Leiva, Ing.	IFOP
Manuel Rojas, Tec.	IFOP
Guillermo Galindo, Tec.	IFOP
Roberto Lorca, Tec.	IFOP
Freddy Sepúlveda, Obs.	IFOP
Jorge Azocar, Blgo.	IFOP

ANNEX 3

COORDINATING COMMITTEE OF THE TENTH REGIONAL JOINT OCEANOGRAPHIC RESEARCH CRUISE IN THE SOUTHEAST PACIFIC, COMPLETED IN SEPTEMBER – OCTOBER 2007

- Colombia:** Dr. Efraín Rodríguez
- Ecuador:** Oc. Telmo De la Cuadra, Technical Coordinator
- Perú:** Ing. Luis Pizarro Pereyra
- Chile:** Blgo. Mauricio Braun Alegría
- CPPS:** Blgo. Mario Palacios, Coordinador General

ANNEX 4

EXCHANGE OF SCIENTISTS AMONG PARTICIPATING VESSELS

SCIENTIST	VESSEL
1. COLOMBIA Sub-Of. David Beltrán Peñaranda	1. BIC "Olaya" (PERÚ)
2. CHILE Tec. Gastón Rosson	2. B/I "Tohallí" (ECUADOR)
3. ECUADOR Blgo. Robert Bucheli	3. B/C "Abate Molina" (CHILE)
4. PERÚ Blga. Nelly Jacobo	4. BO ARC "Providencia" (COLOMBIA)





COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR
www.cpps-int.org
Guayaquil - Ecuador