



INFORME FINAL DEL DÉCIMO CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO OCEANOGRÁFICO EN EL PACÍFICO SUDESTE

COORDINADOR TÉCNICO REGIONAL (ECUADOR)

Guayaquil, 2011

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN	7
2	INTRODUCCIÓN	8
3	METODOLOGÍA	9
4	RESULTADOS	11
4.1	Oceanografía	11
4.1.1	Condiciones Superficiales Del Mar	11
4.1.1.1	Temperatura Superficial del Mar (in situ).....	12
4.1.1.2	Temperatura Superficial del Mar (UKMO)	13
4.1.1.3	Temperatura Superficial del Mar (UKMO)	14
4.1.1.4	Salinidad Superficial del Mar	14
4.1.1.5	Oxígeno Disuelto Superficial	15
4.1.1.6	Clorofila “a” (<i>in situ</i>)	16
4.1.2	Características Sub-superficiales	17
4.1.2.1	Profundidad de las isoterma de 15° y 20°C	17
4.1.2.2	Distribución vertical de temperatura	18
4.1.2.3	Distribución vertical de Salinidad.....	20
4.1.2.4	Distribución vertical de oxígeno.....	20
4.2	Meteorología.....	21
4.2.1	Temperatura ambiente	21
4.2.2	Campo de vientos superficial.....	22
4.2.3	Presión atmosférica	22
5	CONCLUSIONES	23
6	REFERENCIAS	24
	ANEXOS	25
	ANEXO I.- CRUCERO REALIZADO POR CADA PAIS, FECHA, NÚMERO DE ESTACIONES Y VARIABLES MEDIDAS.....	26
	ANEXO II.- PERSONAL CIENTÍFICO PARTICIPANTES EN EL DÉCIMO CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO SUDESTE REALIZADO EN SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2011 .27	
	ANEXO III.- COMITÉ COORDINADOR DEL DÉCIMO CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución espacial de las estaciones oceanográficas realizadas en el XIV Crucero Regional Conjunto de la CPPS entre septiembre y noviembre del 2011.....	10
Figura 2.	a) Distribución de la temperatura superficial del mar (°C) y b) de su anomalía (°C), durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre del 2011.....	12
Figura 3.	a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) su anomalía (°C) (climatología 1998-2005) para septiembre de 2011. Imágenes de UKMO.....	13
Figura 4.	a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) su anomalía (°C) (climatología 1998-2005) para octubre de 2011. Imágenes de UKMO.	14
Figura 5.	a) Salinidad superficial del mar (ups) y b) su anomalía (ups) (climatología 1998-2005) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre del 2011.....	15
Figura 6.	Distribución del oxígeno disuelto superficial (ml L-1) durante el IX Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre de 2011.....	16
Figura 7.	Distribución superficial de la concentración de clorofila a (µg l-1) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre de 2011. ...	17
Figura 8.	a) Profundidad de la isoterma de 20°C y b) profundidad de la isoterma de 15°C (en metros) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre del 2011.....	18
Figura 9.	Distribución vertical de la temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa, septiembre-noviembre 2011.....	19
Figura 10.	Distribución vertical de la temperatura (°C). Transecta paralela la costa, septiembre-noviembre 2011.....	19
Figura 11.	Distribución vertical de la salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa, septiembre-noviembre 2011.....	20
Figura 12.	Distribución vertical del oxígeno (ml/l). Transecta paralela la costa, septiembre-noviembre 2011.....	21
Figura 13.	Distribución superficial de la temperatura del aire (°C), septiembre-noviembre 2011.....	22
Figura 14.	Distribución superficial de la presión atmosférica al nivel del mar (hPa), septiembre-noviembre 2011.....	23

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

ACC:	Agua Costera Colombiana
ACF:	Agua Costera Fría
AES:	Agua Ecuatorial Superficial
AESS:	Agua Ecuatorial Subsuperficial
AIAA:	Agua Intermedia Antártica
ARC:	Armada de la República de Colombia
ASAA:	Agua Sub Antártica
ASS:	Agua Superficial Subtropical
ATS:	Agua Tropical Superficial
AVISO:	Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data
B/I:	Buque de Investigación
BAC:	Boletín de Alerta Climático
BIC:	Buque de Investigación Científica
CCAR:	Colorado Center for Astrodynamics Research
CCCP:	Centro Control Contaminación del Pacífico
CORPESCA:	Corporación de Pesca
CPPS:	Comisión Permanente del Pacífico Sur
CTD:	Conductivity Temperature and Deep
DHN:	Dirección de Hidrografía y Navegación
ENOS:	El Niño Oscilación del Sur
ENVISAT:	ENVironmental SATellite Earth-observing satellite
ERS:	European Remote Sensing satellite (ERS-1, ERS-2)
GFO:	GEOSAT Follow-On

hPa:	hecto Pascal
IDEAM:	Instituto de Estudios Ambientales
IFOP:	Instituto de Fomento Pesquero
IMARPE:	Instituto del Mar del Perú
INAMHI:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INOCAR:	Instituto Oceanográfico de la Armada
INP:	Instituto Nacional de Pesca
INVEMAR:	Instituto de Investigaciones Marítimas
IOS:	Índice de Oscilación del Sur
MN:	Millas náuticas
NASA:	National Aeronautics and Space Administration
NMM:	Nivel Medio del Mar
NOAA:	National Oceanic and Atmospheric Administration
OD:	Oxígeno Disuelto
TA:	Temperatura del Aire
TAO:	Tropical Arrangement Ocean
TMI: T	RMM Microwave Imagen
TOGA:	Tropical Ocean Global Atmosphere
TRMM:	Tropical Rainfall Measuring Mission
T-S:	Temperatura – Salinidad
TSM:	Temperatura Superficial del Mar
UMNG:	Universidad Militar de Nueva Granada
UNESCO:	Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura
UPS:	Unidades Prácticas de Salinidad
ZCIT:	Zona de Convergencia Intertropical

PRESENTACION

Continuando con el compromiso establecido dentro del Protocolo sobre el Programa para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste (ERFEN), las Instituciones Especializadas (IE) del Programa han realizado el XIV Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, presentando los resultados de esta prospección e investigación de las condiciones oceanográficas (biológicas, pesqueras y químicas) y meteorológicas del océano Pacífico Sur Oriental para conocimiento y servicio de la Comunidad Científica Marina a nivel regional y mundial, análisis de las mismas y la proyección de estudios de metadatos e interpretación de la información recogida para entender mejor la dinámica y realidades de este importante cuerpo de agua, de recursos naturales y de vida marina patrimonio de los estados Parte de la CPPS (Chile, Colombia, Ecuador y Perú).

A la vez, con la presente publicación del Informe Final del XIV Crucero Regional Conjunto los ciudadanos de la gran nación que integra la CPPS y los investigadores, estudiosos e interesados en estos importantes temas vinculados a la actividad diaria, vida económica, social y productiva, su proyección y prospectiva tendrán buenos elementos de análisis con la información que se entrega, para formular conclusiones y recomendaciones sobre que dinámica tiene este medio marino, y como podría afectar las actividades a que están dedicados.

En esta oportunidad la Coordinación Técnica Regional del Crucero correspondió al Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) de Ecuador y la Coordinación Regional estuvo encomendada a nuestra Dirección de Asuntos científicos (DAC), que con la excelente labor de los Coordinadores Técnicos nacionales de crucero, y sus equipos de investigadores y técnicos concretaron un trabajo de gran valor académico, científico y de aplicación práctica en múltiples disciplinas del conocimiento humano.

Un agradecimiento fraternal las IE sus directivos y funcionarios, y en especial a los investigadores, científicos y técnicos que realizaron esta gran empresa de beneficio social y acervo de conocimientos que es el XIV Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Este avance en conocimientos y su aplicación a la mejora del buen vivir social, son muestras del espíritu de Cooperación Intrarregional y crecimiento del Sistema Regional del Pacífico Sur con sentido de beneficio mutuo.

Héctor Soldi Soldi
Secretaría General

Comisión Permanente del Pacífico Sur

COMPORTAMIENTO METEOROLÓGICO Y OCEANOGRÁFICO EN EL PACÍFICO SUDESTE DURANTE SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2011.

L. Vera¹

1 RESUMEN

En enero del 2011, se mantuvieron condiciones que reflejaron la fase madura del evento de La Niña en el Pacífico ecuatorial, observándose anomalías negativas de TSM a lo largo de la franja ecuatorial, con valores menores o iguales a -0.7 °C en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2; la termoclina en el Pacífico este, permaneció más superficial que lo esperado para la época, con temperaturas entre 1 y 4 °C por debajo de lo normal. Los vientos alisios del este, fueron más fuertes que el promedio en la parte oeste y central del Pacífico.

Desde febrero hasta abril, se observó un debilitamiento de condiciones de La Niña, con un decrecimiento de las anomalías negativas de TSM, en el Pacífico ecuatorial. La termoclina se situó ligeramente por debajo de lo normal, alcanzando temperaturas entre 1 y 3°C por encima del promedio. Los patrones de circulación continuaron mostrando un comportamiento relacionado con La Niña, con los vientos alisios del este más fuertes que lo normal en el Pacífico oeste y central; y la convección permaneció fortalecida sobre Indonesia y sin actividad en el Pacífico central y ecuatorial. El flujo de bajo nivel a través de la zona ecuatorial, y que está asociado con el afloramiento fueron notoriamente débiles.

Entre mayo y julio, las condiciones observadas, reflejaron la transición a condiciones neutrales, pero con impactos del debilitamiento de La Niña en la atmósfera. Las condiciones neutrales de TSM, se evidenciaron en todo el Pacífico Tropical, con excepción de la parte este, en donde se observaron anomalías positivas de TSM. La termoclina en la parte oeste y central del Pacífico estuvo en niveles más superficiales que el promedio; en tanto que en la parte este, se mantuvo ligeramente más profunda, con valores de temperatura sobre y alrededor del promedio. Los vientos alisios del este y los superiores del oeste, permanecieron más fuertes que el promedio sobre el Pacífico ecuatorial central; mientras que la convección permaneció fortalecida sobre Indonesia y sin actividad en el Pacífico ecuatorial central.

A partir de agosto se desarrollaron condiciones típicas de un evento de La Niña, con la TSM bajo el promedio en la parte este del Pacífico. Consistente con esto, la termoclina se mostró más superficial que el promedio en el este-centro del Pacífico, con temperaturas entre 1 a 3 °C por debajo de sus promedios normales. Los patrones de circulación atmosférica, continuaron mostrando débiles impactos de La Niña. Los vientos alisios del este en niveles bajos y superiores, permanecieron mayores a la media histórica, al contrario la convección, se

mantuvo fuerte en el oeste, casi sin actividad en los niveles bajos, y fortalecida en la atmósfera superior sobre el oeste del Ecuador.

Durante septiembre la TSM, en el Pacífico ecuatorial, mantuvo la tendencia del mes anterior, observándose que el enfriamiento se acentuó en las zonas este y central del Pacífico ecuatorial. A nivel subsuperficial, el contenido de calor fue negativo, lo que evidenció que el mar mantuvo un decremento de temperatura. El núcleo de anomalías negativas, que se localizó hacia el este de la región ecuatorial, alrededor de los 100 m de profundidad, se mostró fortalecido; mientras que el núcleo de anomalías positivas, ubicado en el lado oeste, se debilitó. Los vientos alisios del este, en los niveles inferiores y del oeste, en los niveles superiores, estuvieron más fuertes que el promedio. La convección se mostró fortalecida en el oeste del Pacífico ecuatorial y menor al promedio cerca de la Línea de Cambio de Fecha y sur del Ecuador. El comportamiento oceánico y atmosférico mostró un fortalecimiento de La Niña, con respecto a lo observado en agosto.

Durante octubre la TSM, en el Pacífico ecuatorial, se observó la persistencia del enfriamiento a lo largo de la franja ecuatorial. A nivel subsuperficial, la anomalía del contenido de calor, al lado este del Pacífico, se mantuvo negativa. El núcleo de anomalías negativas, se ubicó en 100 m de profundidad y se fortaleció ligeramente; mientras que el parche de anomalías positivas, ubicado en el lado oeste, se expandió en área, pero disminuyó en magnitud. Los vientos alisios del este de bajo nivel y los del oeste de niveles superiores, fueron más fuertes sobre el oeste del Pacífico Ecuatorial. La convección continuó deprimida cerca de la Línea de Cambio de Fecha pero estuvo cerca del promedio sobre Indonesia, lo que refleja el efecto de la oscilación estacional que se observó en Octubre. Las condiciones mostradas indicaban un fortalecimiento de las condiciones de La Niña.

Las condiciones oceanográficas observadas durante el XIV Crucero Regional Conjunto, permitieron concluir que se encontraba en desarrollo un evento frío, que afectó principalmente los valores de temperatura en los niveles subsuperficiales. La isoterma de 20 y 15 °C en algunas estaciones de monitoreo fueron observadas en superficie. La atmósfera y el océano se acoplaron entre agosto y septiembre para mostrar condiciones propias de un evento de la Niña.

2 INTRODUCCIÓN

Las campañas de mediciones oceanográficas que se ejecutan a través de cruceros regionales en el Pacífico Sudeste, con el respaldo de la Comisión Permanente de Pacífico Sur (CPPS), desde sus inicios en 1998, han permitido observar de modo integral las condiciones oceánicas presentes frente a las costas de Colombia, Ecuador, Perú y Chile.

El seguimiento de las condiciones del mar, de manera casi simultánea, ha sido de gran utilidad para los países de la región, al establecer los escenarios que se presentan en este lado del Pacífico, frente a los eventos de El Niño 1997-1998; la Niña 1999; la relativa normalidad 2001; signos débiles de El Niño 2002 en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central; condiciones normales en el 2003, escenarios disímiles frente a la costa continental y zona ecuatorial central del Pacífico, en el 2010; y en ese sentido contribuir en el logro del objetivo general del Programa Estudio Regional del Fenómeno de El Niño-ERFEN, que es el de 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.

El permanente seguimiento dado a lo largo de los años, de las condiciones océano atmosféricas, proporcionan un claro indicio de que los patrones anteriormente establecidos para determinar condiciones de El Niño, han variado, de tal forma que un calentamiento sostenido de la TSM, no necesariamente se reflejará en la parte oriental del Pacífico, tal como se pudo observar en El Niño 2010.

En esta ocasión la realización de XIV Crucero Regional Conjunto permitió conocer condiciones meteorológicas y oceanográficas (superficiales y sub-superficiales hasta 500 m) del mar en las aguas jurisdiccionales de Colombia, Ecuador y Perú, desde la latitud 6.5° N hasta 18° S, durante septiembre, octubre y parte de noviembre de 2011, cuyo análisis ha permitido emitir conclusiones y pronósticos sobre las condiciones del Océano Pacífico en un horizonte de tiempo de meses, que se aspira a poder ampliar prontamente.

3 METODOLOGÍA

El XIV Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica, coordinado por la CPPS, se realizó entre el 5 de septiembre y el 08 de noviembre del 2011. En el crucero participaron un total de 3 naves pertenecientes a instituciones de investigación de Colombia, Ecuador y Perú (Anexo 1).

En Colombia, el crucero oceanográfico se realizó a bordo del buque oceanográfico ARC Providencia, con una duración total de 18 días de muestreo, desde el 20 de octubre al 8 de noviembre/2011, recorriéndose un total de 2623 MN. Se efectuaron 75 estaciones oceanográficas, de las cuales 44 corresponden a la grilla Cuenca Pacífica Colombiana (CPC), comprendida entre los meridianos 77° 45' O a 84° 00' O y las latitudes 1° 30' N a 6° 30' N; 12 a la grilla Isla Malpelo y 19 a la grilla Isla Gorgona. Las actividades del crucero comprendieron: La Cuenca Pacífica Colombiana, y las áreas circundantes de las islas Gorgona y Malpelo.

En Ecuador el crucero se desarrolló entre el 7 y al 19 de septiembre del 2011, a bordo del BAE ORIÓN, del Instituto Oceanográfico de la Armada, en un área comprendida entre las latitudes 0° 30' N y 2° 30' S y la longitud 83° O y 92° O. Se realizaron 12 estaciones oceanográficas completas que incluyeron toma de

muestras de agua para los análisis químicos, biológicos, lances de redes y 9 estaciones de lanzamiento de CTD.

En Perú, el crucero se realizó a bordo del BAP Carrasco, del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), en dos jornadas, la primera entre el 12 y 28 de septiembre y la segunda entre el 12 y el 27 de octubre. Se realizaron cubriendo el área comprendida entre Paita y San Juan (5° - 15° S), hasta 200 MN de la costa.

Durante el crucero se realizaron 113 estaciones oceanográficas distribuidas, en su mayoría, en cortes perpendiculares a la costa. El área de estudio abarcó las latitudes $6^{\circ} 30'$ N y $18^{\circ} 57'$ S y desde la costa hasta las 395 MN en Colombia, 660 MN en Ecuador y 200 MN en Perú. (Figura. 1).

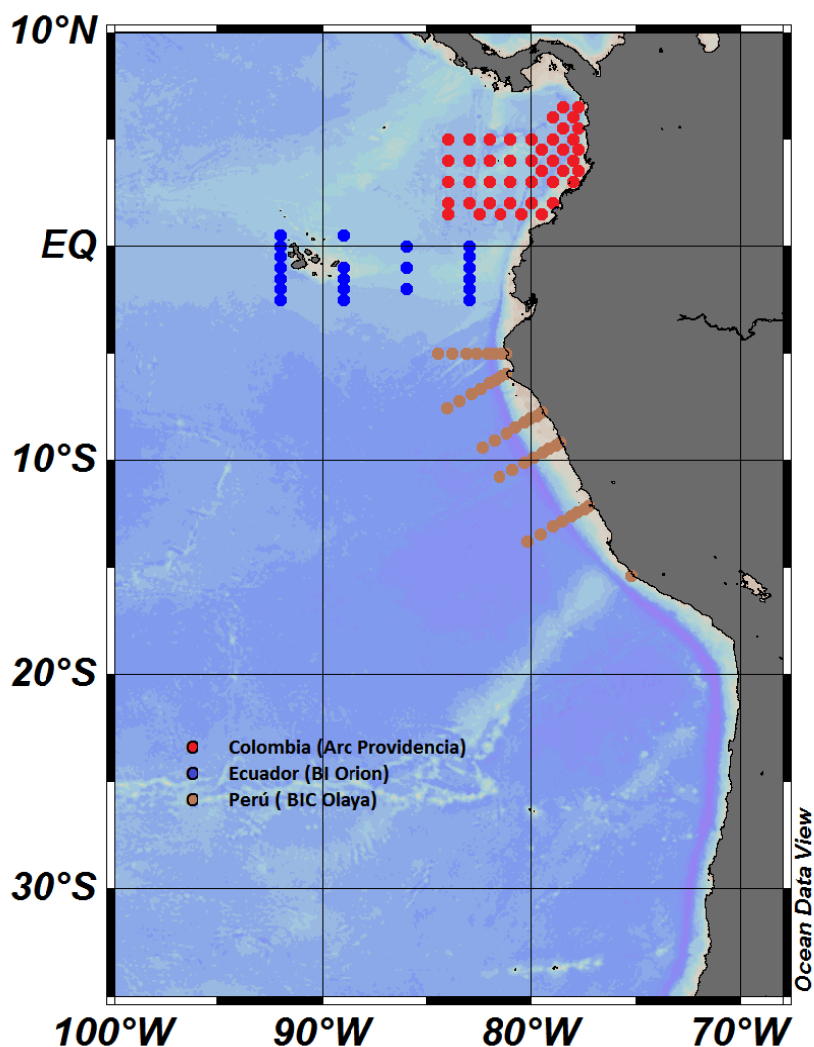


Figura 1. Distribución espacial de las estaciones oceanográficas realizadas en el XIV Crucero Regional Conjunto de la CPPS entre septiembre y noviembre del 2011.

La mayoría de las estaciones comprenden la observación de variables entre la superficie y los 500 m de profundidad, para lo cual se utilizaron perfiladores electrónicos (CTD) modelo SB-19, que registraron datos continuos de presión, temperatura, salinidad y oxígeno (solamente en el caso de Perú). Se recolectaron muestras con botellas oceanográficas Niskin para realizar los análisis de concentración de oxígeno disuelto (OD), salinidad y clorofila *a* (Cl *a*) a profundidades estándar (0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 y 500 m). Se registró además información meteorológica de carácter básico: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y dirección de las olas. Tanto los muestreos como los análisis de cada variable se efectuaron con los métodos estándares convencionales.

Con la información registrada se confeccionaron gráficos superficiales de temperatura, salinidad, Oxígeno Disuelto, Clorofila *a*, profundidad de las isotermas de 15° y 20°C y distribución de anomalías de temperatura y salinidad superficial.

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 06 transectas perpendiculares a la costa con estaciones hasta una distancia máxima de 395 MN, y a lo largo de una transecta paralela a ella con estaciones ubicadas a 100 MN, excepto en las estaciones de Ecuador, las cuales se ubicaron hasta las 660 MN de la costa. Los datos de salinidad se expresan en unidades prácticas de salinidad (ups) (UNESCO, 1981).

Así mismo para realizar comparativos con la información in situ de TSM recabada, se utilizó la información de la base de datos de UKMO, los cuales fueron procesados para la región.

Los resultados meteorológicos indicados en este trabajo corresponden a aquellos informados por las distintas instituciones pertenecientes a los países participantes de la CPPS.

4 RESULTADOS

4.1 Oceanografía

4.1.1 Condiciones Superficiales Del Mar

4.1.1.1 Temperatura Superficial del Mar (in situ)

Para Colombia la temperatura superficial presentó un máximo de 27.9 °C y un mínimo de 25.8 °C, con una media de 27.5 °C. Se observaron temperaturas ligeramente mayores en la zona norte comparadas con las observadas en la zona sur (Figura 2a).

En Ecuador, la TSM osciló entre 23.4 y 18.5 °C, con predominio de anomalías negativas de hasta 3.5 en la zona norte de las Galápagos y anomalías positivas de máximo 1.8 °C hacia el norte, cerca a la frontera con Colombia. El frente ecuatorial se ubica sobre la línea ecuatorial y cerca de la costa continental a la altura de la península de Santa Elena. (Figura 2a y 2b).

En Perú, la TSM presentó valores en un rango de 13.8 a 20.1°C, con un promedio de 17.1 °C. Las menores temperaturas se presentaron a lo largo de la zona costera hasta las 20 MN, entre San Juan (15 °S) y Punta Falsa (6 °S), con valores de TSM menores a 16 °C. La TSM presentó valores mayores hacia 190 MN, desde Punta Falsa hasta el límite norte del muestreo (6 °S) (Figura 2a).

Las anomalías de TSM, en Perú variaron de -2.5 °C a +2.3° C con un promedio de -0.2° C. Se observaron condiciones entre frías y normales a lo largo del borde costero y núcleos de aguas cálidas frente a Paita y frente Atico debido a la presencia de las Aguas Subtropicales Superficiales ASS en esas zonas.

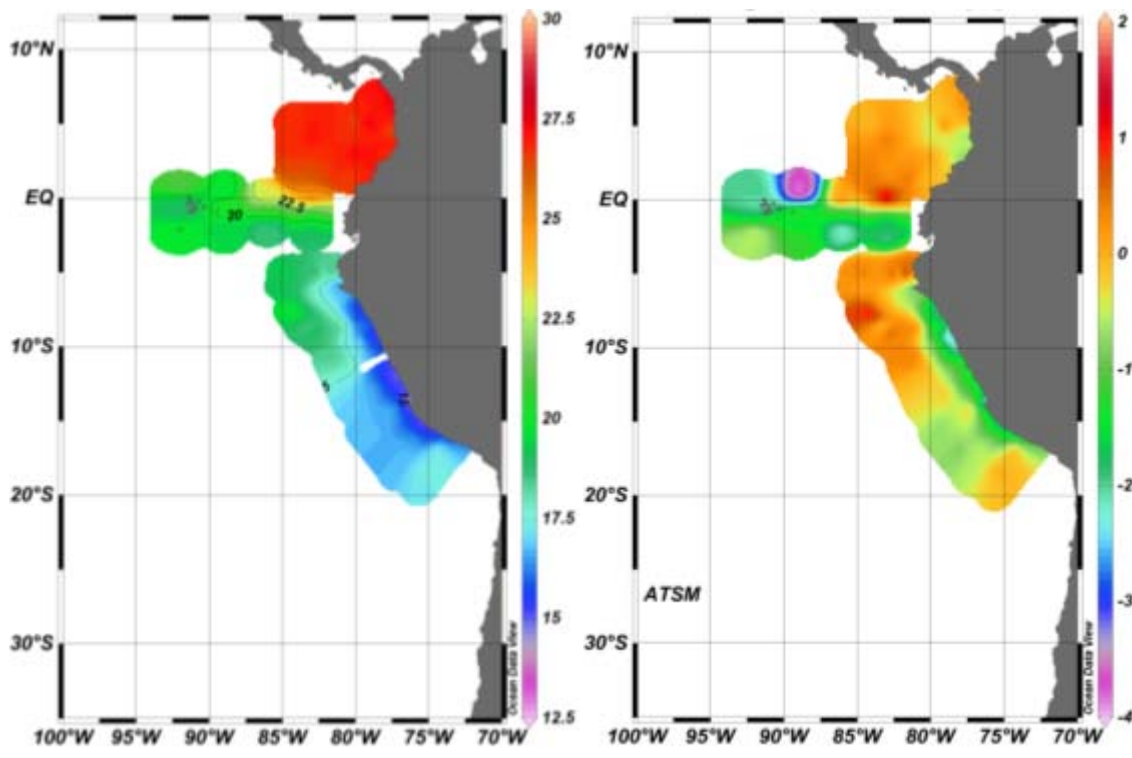


Figura 2. a) Distribución de la temperatura superficial del mar (°C) y b) de su anomalía (°C), durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre del 2011.

4.1.1.2 Temperatura Superficial del Mar (UKMO)

La TSM de la base de datos de UKMO, para septiembre de 2011 (Figura 3a), permitió observar la variación latitudinal de TSM en la región, observándose las mayores temperaturas ($TSM \geq 30.0^{\circ}\text{C}$) al norte de Colombia y las menores ($TSM = 16.0^{\circ}\text{C}$), al sur de Chile. El Frente Ecuatorial estuvo ubicado sobre la línea 0. (Figura 3a). Con relación a las anomalías de TSM, predominaron condiciones cercanas a las normales. Las anomalías negativas se concentraron a lo largo de la zona ecuatorial (Figura 3b).

En octubre del 2011, la TSM disminuyó en la parte sur del paralelo cero y se mantuvo en condiciones similares en la parte norte. El Frente Ecuatorial permaneció sobre la latitud "0". (Figura 4a). Las anomalías negativas de TSM, se fortalecieron a lo largo de la zona ecuatorial, presentado valores por debajo de los 2°C . Se observaron anomalías positivas en la franja costera frente a Perú y Chile (Figura 4b).

El comportamiento de TSM y de anomalías de TSM provistas por UKMO, coinciden con las observaciones realizadas a bordo de los cruceros de investigación, en ambos casos se observaron condiciones por debajo de lo normal a lo largo de la franja ecuatorial.

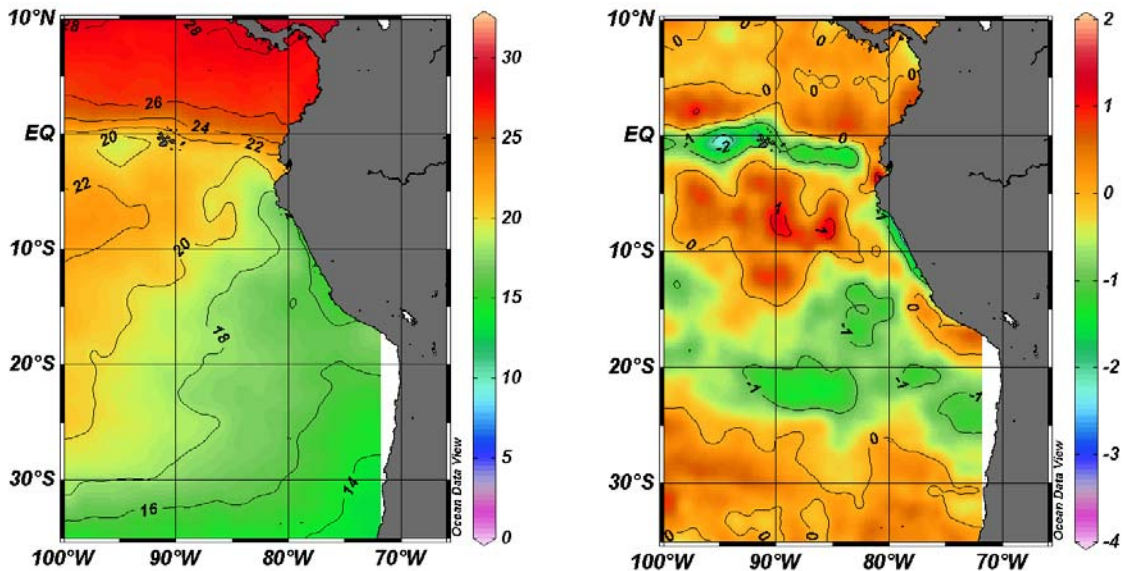


Figura 3. a) Temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) y b) su anomalía ($^{\circ}\text{C}$) (climatología 1998-2005) para septiembre de 2011. Imágenes de UKMO.

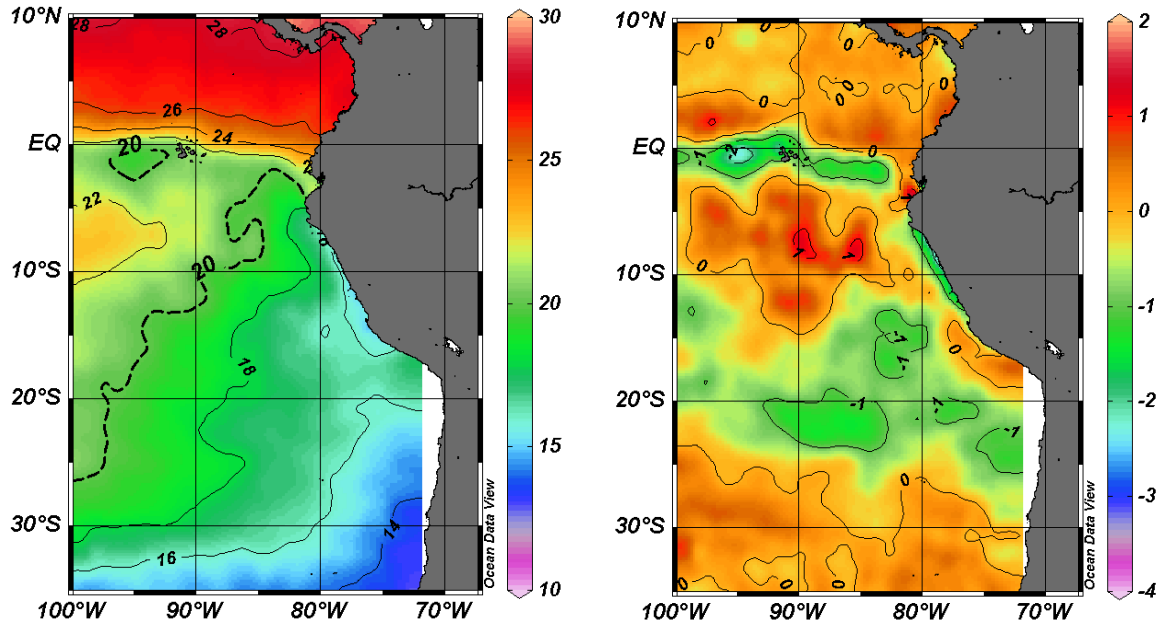


Figura 4. a) Temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) y b) su anomalía ($^{\circ}\text{C}$) (climatología 1998-2005) para octubre de 2011. Imágenes de UKMO.

4.1.1.3 Salinidad Superficial del Mar (UKMO)

La salinidad superficial en el Pacífico colombiano presentó 30.2 ups como valor mínimo, 33.3 ups como máximo y un valor medio de 32.29 ups. Los valores mínimos fueron observados en la zona costera y en la zona norte de la cuenca del Pacífico Oriental, mientras que los mayores valores se presentaron en la zona sur occidental (Figura 5a).

En Ecuador, la salinidad superficial del mar (SSM) estuvo entre 32.2 y 35.1 ups, y distribuida en forma de una cuña que ingresa de manera advectiva hasta la costa de Ecuador. La distribución de la SSM confirma que en las cercanías del borde costero. El Frente Ecuatorial (FE), se ubica ligeramente al sur de la línea "0", con una dirección hacia el noroeste al alejarse hacia mar profundo (Figura 5a).

En Perú, la distribución de la salinidad superficial se mostró homogénea, con concentraciones halinas entre 34.77 y 35.26 ups. Por los valores de salinidad encontrados, se deduce que predominan aguas oceánicas (AAS) (Figura 5a). Las anomalías de salinidad, mostraron valores neutrales (Figura 5b).

4.1.1.4 Salinidad Superficial del Mar

La salinidad superficial en el Pacífico colombiano presentó 30.2 ups como valor mínimo, 33.3 ups como máximo y un valor medio de 32.29 ups. Los valores mínimos fueron observados en la zona costera y en la zona norte de la cuenca,

mientras que los mayores valores se presentaron en la zona sur occidental (Figura 5a).

En Ecuador la salinidad superficial del mar (SSM) estuvo entre 32.2 y 35.1 ups, y distribuida en forma de una cuña que ingresa de manera advectiva hasta la costa de Ecuador. La distribución de la SSM confirma que en las cercanías del borde costero, Frente Ecuatorial (FE), se ubica ligeramente al sur de la línea "0", con una dirección hacia el noroeste al alejarse hacia mar profundo (Figura 5a).

En Perú, la distribución de la salinidad superficial se mostró homogénea, con concentraciones halinas entre 34.8 y 35.3 ups. Por los valores de salinidad encontrados, se deduce que predominan aguas oceánicas (AAS) (Figura 5a). Las anomalías de salinidad, mostraron valores neutrales (Figura 5b).

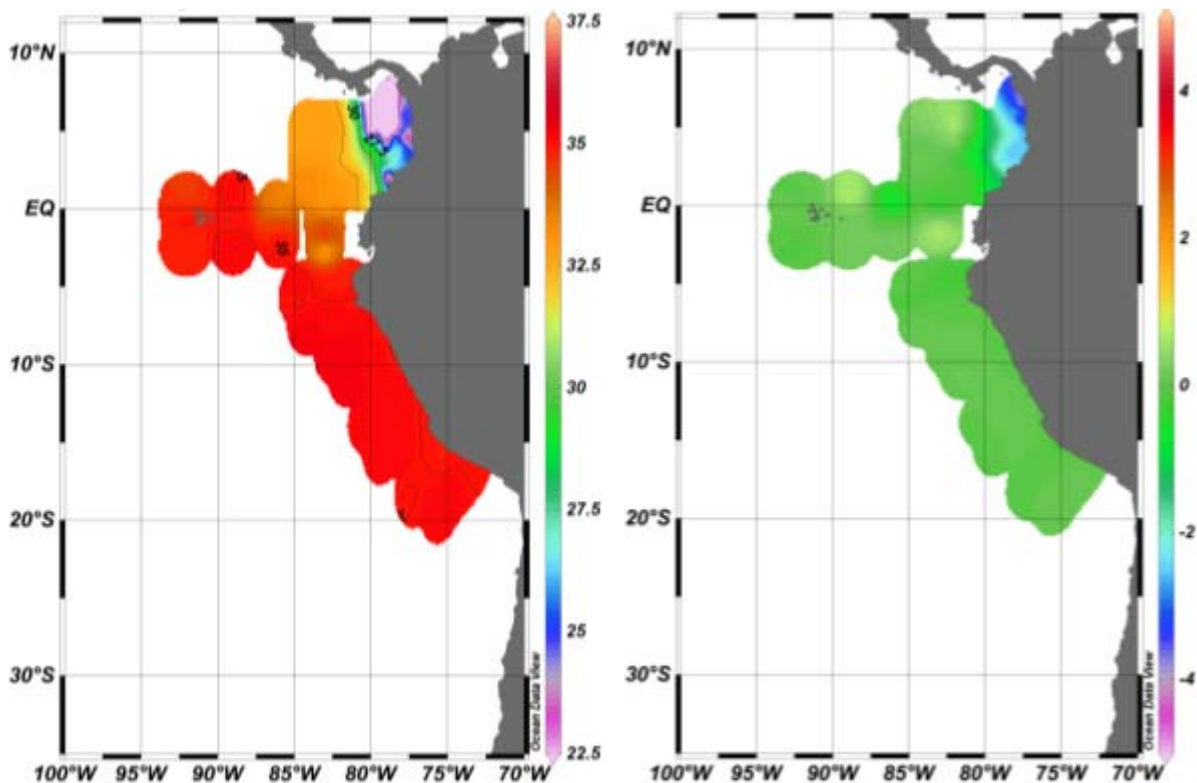


Figura 5. a) Salinidad superficial del mar (ups) y b) su anomalía (ups) (climatología 1998-2005) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre del 2011.

4.1.1.5 Oxígeno Disuelto Superficial

Frente al Ecuador, las concentraciones de oxígeno a nivel superficial, fluctuaron entre 4.32 y 5.15 ml/l. El valor mínimo de temperatura se situó en la transecta más cercana a la costa (83°O-2°S) y el máximo cerca de las islas Galápagos a 89°O-2°S (Figura 6).

En Perú el OD varió entre 2.56 a 7.04 ml/l, con un promedio de 5.3 ml/l, observándose las mayores concentraciones hacia el sur fuera de 60 MN asociado a la presencia de aguas oceánicas (ASS) (Figura 6).

También se registraron procesos de afloramiento al oeste de las Islas Galápagos así como en el ámbito costero peruano desde Punta La Negra hasta Salaverry y en menor cobertura de Callao (12°S) a Pisco y frente a San Juan.

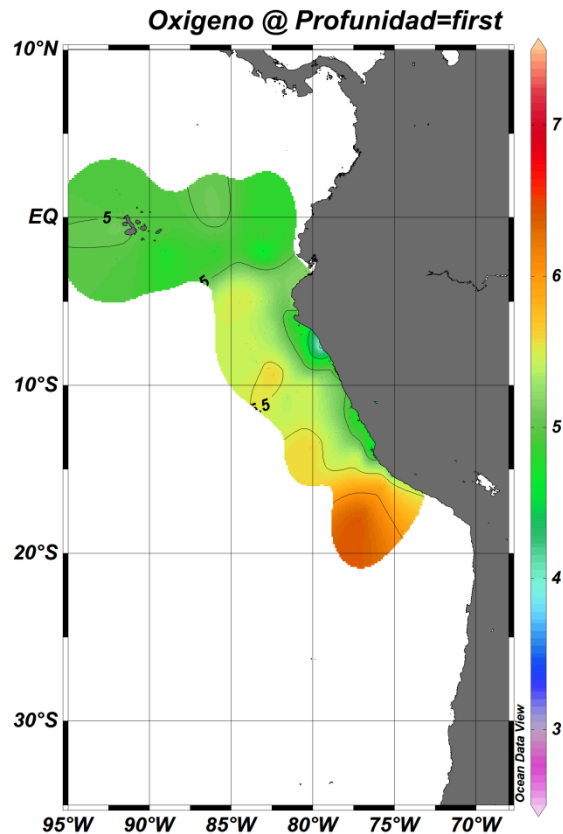


Figura 6. Distribución del oxígeno disuelto superficial (ml/l) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre de 2011.

4.1.1.6 Clorofila “a” (*in situ*)

En la capa superficial se registraron aguas de baja productividad observándose concentraciones entre 0.04 - 0.10 mg/m³ localizado a 0° y 2° S. Las mayores concentraciones de clorofila a se observaron en la sección 92° O, al sur oeste de la isla Isabela, Galápagos. Por lo tanto se encontraron los afloramientos al sur oeste de Galápagos.

Perú presentó valores de clorofila a entre 0.05 - 2.12 µg/l. Se evidenció presencia clara de los afloramientos frente a la zona costera, distribuidos en tres núcleos: 4° S, 10° S (siendo éste el más extenso) y 17° S (Figura 7).

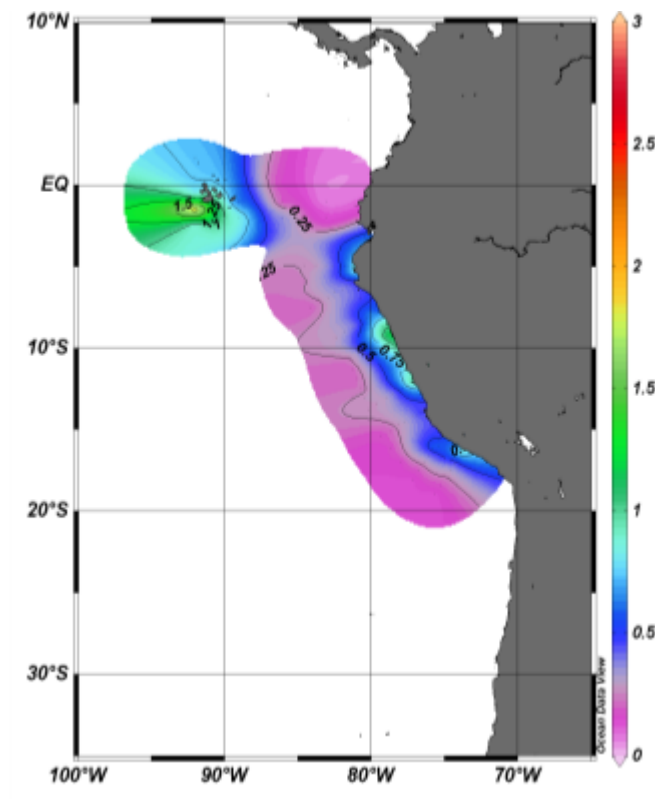


Figura 7. Distribución superficial de la concentración de clorofila a ($\mu\text{g l}^{-1}$) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre de 2011.

4.1.2 Características Sub-superficiales

4.1.2.1 Profundidad de las isotermas de 15° y 20°C

La profundidad de la isoterma de 20° C en la región se presentó en superficie en Perú y a 50 m de profundidad frente a Colombia. Las menores profundidades a las que se observó la isoterma corresponden a la parte oceánica del Perú y alrededor de las islas Galápagos. En la zona costera peruana, no se encuentra la isoterma de 20° C (Figura 8a).

Durante el Crucero Regional, la isoterma de 15° C en las aguas territoriales de Colombia Ecuador y Perú, se mantuvo entre 80 y 100 m de profundidad, especialmente en la parte oceánica. En la zona costera del Perú y al oeste de Galápagos, la isoterma estuvo menos profunda, y se la encontró a profundidades menores a 60 m (Figura 8b).

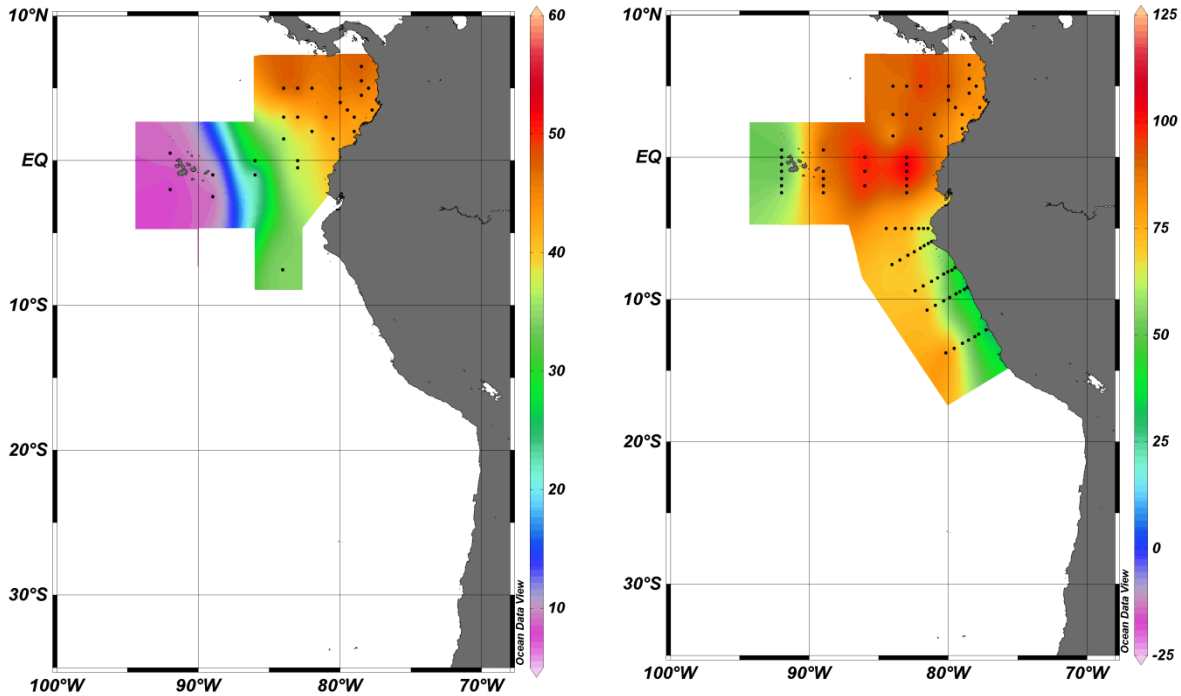


Figura 8. a) Profundidad de la isoterma de 20°C y b) profundidad de la isoterma de 15°C (en metros) durante el XIV Crucero Regional Conjunto, septiembre-noviembre del 2011.

4.1.2.2 Distribución vertical de temperatura

La información recolectada durante el Crucero Regional Conjunto del 2011, indicaron mayores temperaturas al norte frente a la costa colombiana, con una distribución subsuperficial homogénea en toda su cuenca pacífica (Figura 9a y 9b)

Hacia el sur, en la transecta 1 y 2 °S, la distribución es similar entre la costa y mar abierto (Figura 9c y 9d). Continuando al sur en la transecta 5 °S y 12 °S, la temperatura es menor en la zona oceánica que en la zona continental (Figura 9e y 9f).

La figura 10, corresponde a la transecta paralela a la zona costera de Colombia, Chile y Ecuador, graficada a una distancia aproximada de 200 Km, permitiendo observar que hasta 50 m de profundidad, es evidente la diferencia de temperatura entre el norte y sur de la línea ecuatorial. En costas de Colombia y norte de Ecuador temperaturas superiores a 25°C.

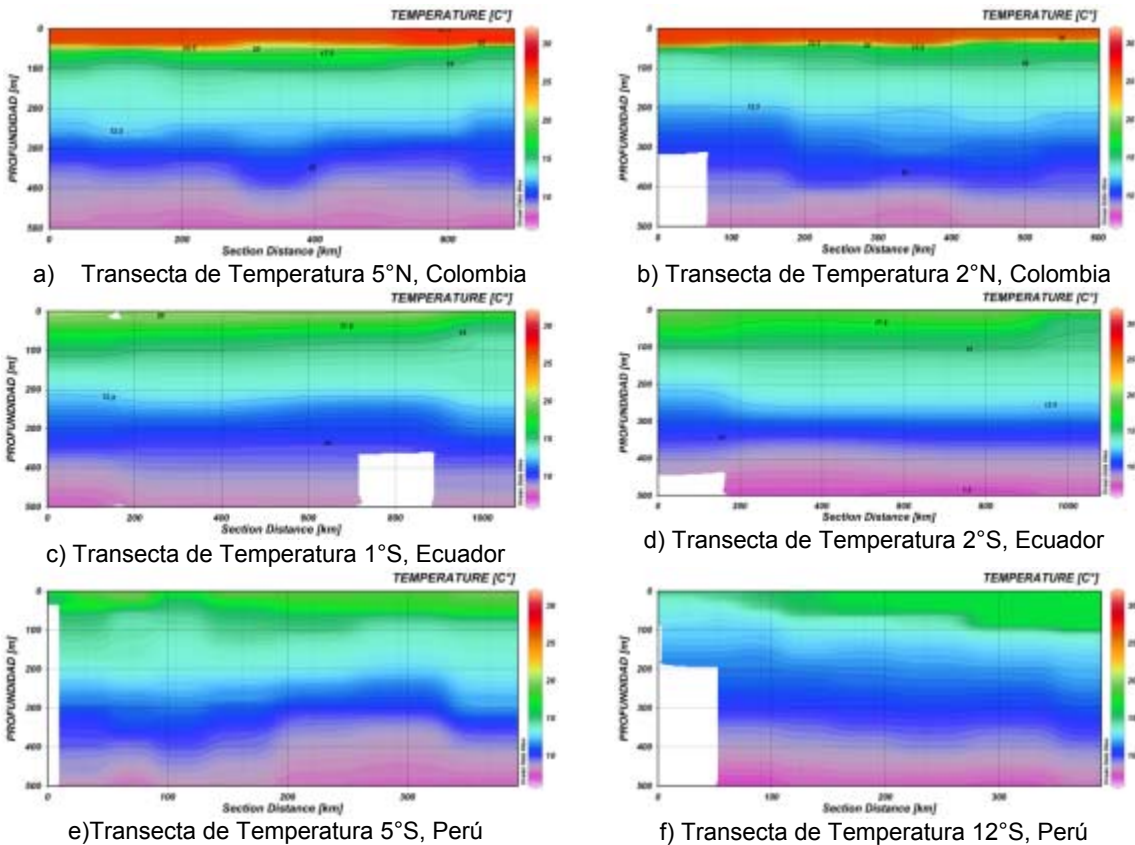


Figura 9. Distribución vertical de la temperatura (°C). Transectas perpendiculares a la costa, septiembre-noviembre 2011.

La isoterma de 20 °C, no se mostró frente a Perú, en donde se presentaron TSM inferiores a este valor; fue observada en superficie, frente a las costas de Ecuador, profundizándose en dirección norte, hasta alcanzar los 25 m, es decir frente a Colombia. Asimismo, haciendo el seguimiento de la isoterma de 15 °C, se observó su profundización de sur a norte, ubicándose sobre los 60 m, frente a Perú (5° S) hasta llegar a los 100 m, frente a Colombia (7° N).

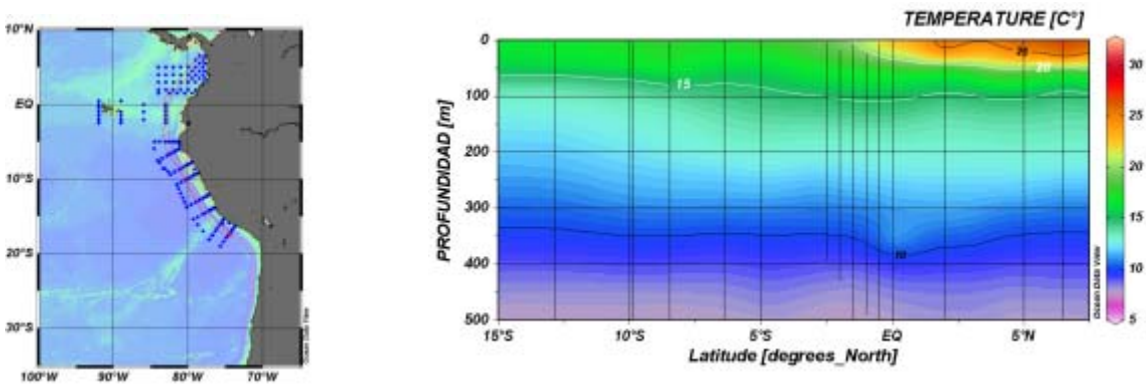


Figura 10. Distribución vertical de la temperatura (°C). Transecta paralela la costa, septiembre-noviembre 2011.

4.1.2.3 Distribución vertical de Salinidad

Para el caso de la salinidad los valores más bajos se observaron en la cuenca Pacífica de Colombia, con valores inferiores a 33 ups; en tanto que en territorio marítimo ecuatoriano y peruano, la salinidad se mantiene casi constante en 35 ups (Figura 11).

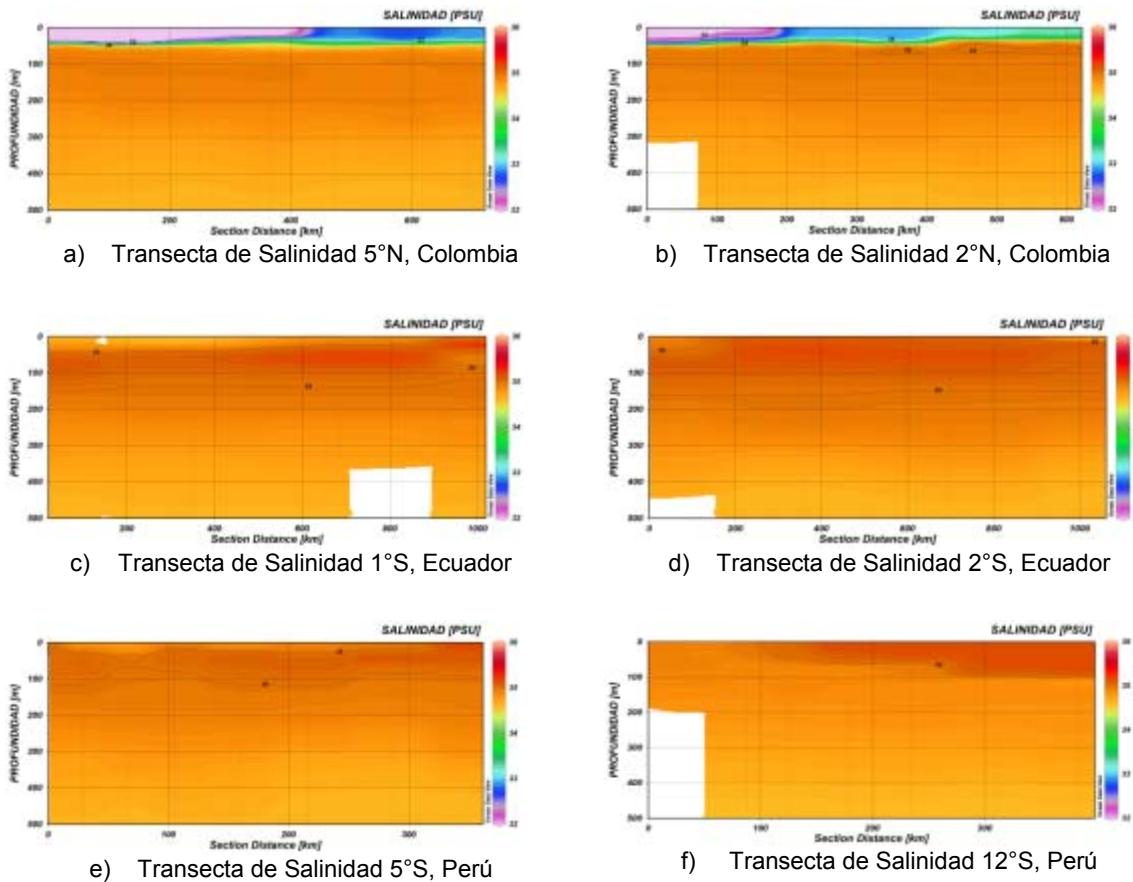


Figura 11. Distribución vertical de la salinidad (ups). Transectas perpendiculares a la costa, septiembre-noviembre 2011.

4.1.2.4 Distribución vertical de oxígeno

La estructura distributiva del oxígeno disuelto (Figura 11) en relación a la capa de mayor oxigenación (capa de mezcla) para toda la región, estuvo limitada por la isolínea de 4 ml/l, presentándose por encima de los 50 metros de profundidad al sur, para luego ir ascendiendo al aproximarse a aguas ecuatorianas donde se ubicó por encima de los 30 metros con valores que oscilaron entre 5.04 ml/l y 4.2 ml/l y un promedio de 4.53 ml/l. Asimismo, la isolínea de 2.5ml/l que conforma la base de la oxiclina, se registró en Ecuador de forma irregular, alcanzando profundidades de alrededor de 60 metros entre los 2.5° S y 0°.

La zona mínima de oxígeno (<0.5 ml/l) en aguas peruanas se localizó con el límite superior de 200 metros de profundidad a los 13° S y de 250 m a los 5° S, para luego ir profundizándose en dirección norte hasta localizarse entre los 400 y 500 m en aguas ecuatorianas.

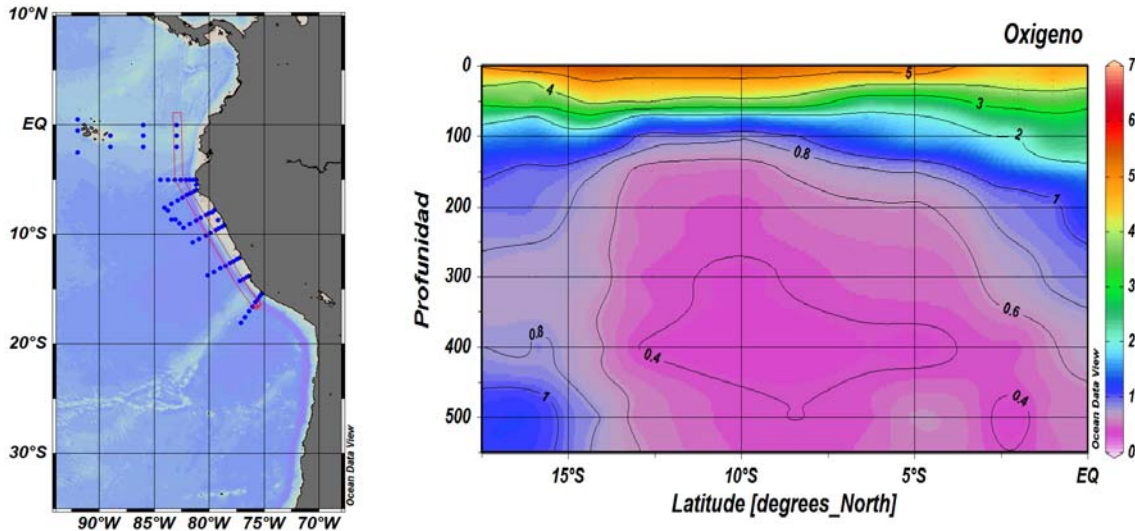


Figura 12. Distribución vertical del oxígeno (ml/l). Transecta paralela la costa, septiembre-noviembre 2011.

4.2 Meteorología

4.2.1 Temperatura ambiente.

El comportamiento de la temperatura ambiente de la región Colombiana, se pueden observar tres zonas importantes. La primera es la zona noroccidental de la grilla de estudio, donde se aprecian los registros más bajos de temperatura atmosférica, registrando valores promedio de 24.5 °C, seguidos de la segunda zona con una capa de relativa homogeneidad sobre casi toda el área de estudio con valores promedio de 26.8 °C, exceptuando la tercera y última zona, el área de la esquina sur-oriental de la grilla, la cual registró valores promedio de 30.1 °C.

En la zona frente a Ecuador, las temperaturas fluctuaron de 17.4 °C a 25.5 °C. Las menores temperaturas que se registraron fue hacia el sur oriental y las mayores temperaturas se encontraron en la posición al noroccidental.

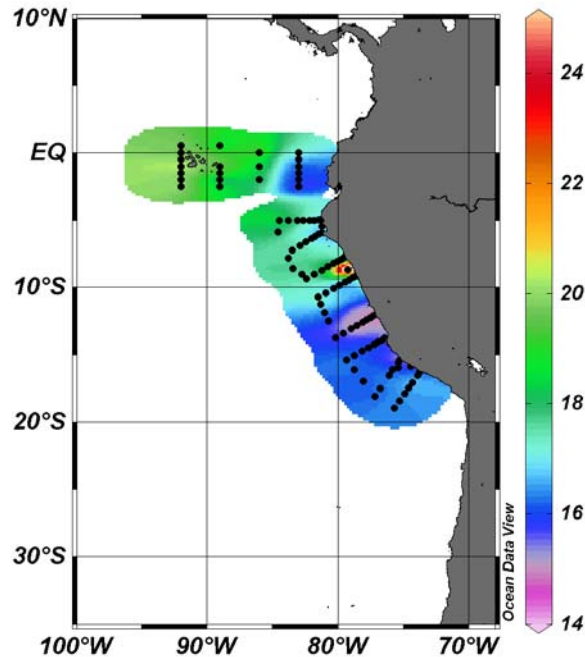


Figura 13. Distribución superficial de la temperatura del aire (°C), septiembre-noviembre 2011.

4.2.2 Campo de vientos superficial.

La distribución de las velocidades de viento registradas para el mes de octubre y noviembre indicó los máximos registros de velocidad en la zona oceánica centro y en la zona sur del litoral Pacífico colombiano con valores promedios máximo de 5 a 10 nudos obtenidos en la estación 59 de la malla de muestreo CPC. La tendencia en cuanto a la dirección del viento fue SO debido al comportamiento climatológico de los vientos alisios durante esta época del año. Este mismo comportamiento se reflejó en aguas ecuatorianas con intensidades de moderada a fuerte, con valores promedios de 5 nudos y rachas ocasionales de 20 nudos.

Los vientos observados durante el XIV Crucero Regional Conjunto estuvieron en general paralelos a la costa con velocidades entre 2.0 y 13.0 m/s, presentándose los vientos más fuertes hacia el sur.

4.2.3 Presión atmosférica.

El registro meteorológico en la Cuenca Pacifica Colombiana desde el 20 de octubre al 08 de noviembre de 2011 arrojó valores de presión atmosférica que van desde 1008 mbar a los 1016 mbar, indicando que los mayores valores se obtuvieron en la estaciones de la zona sur (84° O, 3 °N - 85 °O, 3° N); el mayor

valor de presión atmosférica fue registrado en la estación costera 33 con 1016 mbar de presión, los mínimos valores de este parámetros fueron registrados en la región noreste de la cuenca con valores que oscilan entre 1008 y 1010mbar.

Sobre el área de Ecuador, los valores de la presión atmosférica generalmente fueron superiores a 1012 hPa, alcanzando en algunas zonas valores de hasta 1016.5 hPa, dando como resultado buen tiempo con días soleados.

Relacionando el parámetro de presión atmosférica y humedad relativa se encuentra que hay un gradiente vertical de comparación inversa, en donde la presión atmosférica de norte a sur tiene valores ascendentes y la humedad relativa presenta valores descendentes.

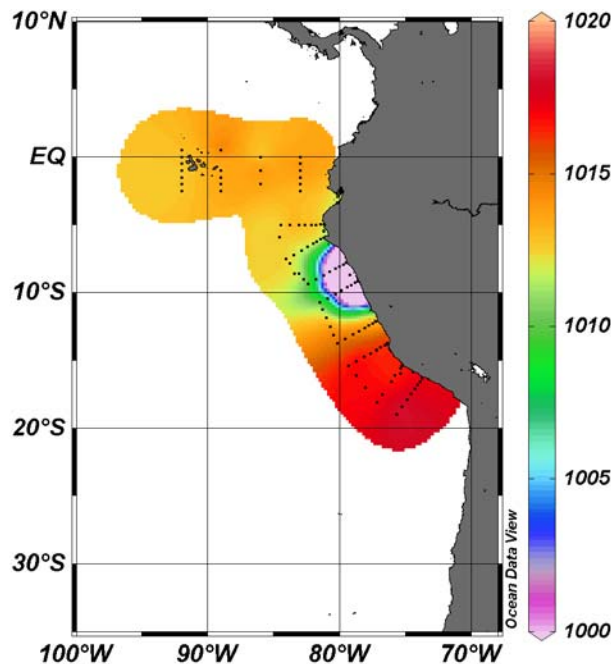


Figura 14. Distribución superficial de la presión atmosférica al nivel del mar (hPa), septiembre-noviembre 2011.

5 CONCLUSIONES

Acorde con los datos obtenidos durante el muestreo realizado en el decimocuarto crucero oceanográfico conjunto regional ERFEN, se concluye que el comportamiento del componente oceanográfico de la cuenca pacífica colombiana muestra un estado neutro de las condiciones El Niño-La Niña. Los valores de las variables oceanográficas se encuentran dentro de los promedios normales de esta zona. Las gráficas de superficie y profundidad de las variables muestreadas permitieron observar la presencia de una termoclina oscilante entre los 40 y 60 metros, característica relacionada con una situación normal de la cuenca pacífica

colombiana que podría ser de transición para el desarrollo de un posible evento La Niña.

Durante el periodo del crucero, los valores de oxígeno disuelto variaron entre 7.04 ml/l y 2.56 ml/l con un promedio total para la región de 5.30 ml/l. también se registraron procesos de afloramiento al oeste de las islas Galápagos así como desde punta La negra hasta Salaverry y en menor cobertura de Callao a Pisco y frente a San Juan (Perú).

La zona mínima de oxígeno (<0.5 ml/l) se estableció en Perú desde los 13°S con su límite superior de alrededor de 200 metros de profundidad hasta los 400 metros en el norte de Ecuador.

En Ecuador, se encontraron las mayores biomásas de clorofila *a* en la sección 92° O localizados a 1.5 °S y 2.5 °S desde el estrato superficial hasta los 20 metros, registrándose parches de alta producción primaria, al igual que en el borde costero de Perú, mostrándose tres parches de alta concentración de clorofila *a*. Naranjo y Tapia (2007), reportaron en un estudio realizado en la isla Baltra una elevada productividad primaria con rangos entre 1.40 - 1.80 mg/m³ en la capa superficial y comparando con el crucero realizado en septiembre fue superior y se encontró una elevada productividad, con rangos entre 0.73 - 2.72 mg/m³, posiblemente asociado a la Subcorriente de Cromwell, cuya temperatura a nivel superficial fue de 19 °C, al sur oeste de la Islas Galápagos.

Los vientos observados durante el XIV Crucero Regional Conjunto estuvieron en general paralelos a la costa con velocidades entre 2.0 y 13.0 m/s, presentándose los vientos más fuertes en ráfagas.

6 REFERENCIAS

Boletín de Alerta Climática. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Septiembre y Octubre. 2011. CPPS.

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

Naranjo C. y M. Tapia. 2007. Comunidad del plancton en la Caleta Aeolian de la isla Baltra-Galápagos (Ecuador), durante 2005. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 14(1): 49-55.

Schlitzer, R., Ocean Data View 4, <http://odv.awi.de>, 2012.

UNESCO, 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. UNESCO. Tech. Papers in Mar. Sci., N°36.

ANEXOS

**ANEXO I.- CRUCERO REALIZADO POR CADA PAIS, FECHA,
NÚMERO DE ESTACIONES Y VARIABLES MEDIDAS**

País	Buque	Fecha inicio-término	Instituciones participantes	Variables medidas	Estaciones realizadas
Colombia	ARC "Providencia"	20/10/11- 08/11/2011	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacifico. (CCCP) Universidad del Valle. (UNIVALLE) Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés". (INVEMAR) Fundación Yubarta.	Meteorología CTD, Oxígeno Fito – Zoo (red) Fito agua Nutrientes Clorofila	75
Ecuador	BAE " <i>Orión</i> "	07/09/11 – 19/09/11	INOCAR	Meteorología CTD, Oxígeno Fito - Zoo (red) Fito agua Nutrientes Clorofila	17
Perú	BAP " <i>Carrasco</i> "	12 al 28 de setiembre y la segunda etapa del 12 al 27 de octubre del 2011.	DHN IMARPE CCCP-DIMAR COLOMBIA	Meteorología CTD, Oxígeno Fito - Zoo (red) Fito agua Nutrientes Clorofila	78

**ANEXO II.- PERSONAL CIENTÍFICO PARTICIPANTES EN EL DÉCIMO
CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIONES
OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO SUDESTE REALIZADO EN
SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2011**

COLOMBIA:

ARC “Providencia”

TF Cruz Marco	Jefe de Crucero
S3 Carrillo Alfreimar	Responsable componente químico
MA1 Latandret Sadid	Jefe de estación
MA2 Arzuza Cristian	Jefe de estación
MA2 Ramón Jorge	Auxiliar de química
MA2 Romero Ricardo	Auxiliar de oceanografía
MA2 Guzmán Manuel	Auxiliar de oceanografía
Blg. Carlos E. Andrade, M. Sc.	CPPS, INOCAR-Ecuador
Marisol Rivera	UNIVALLE
Edgar Arteaga	INVEMAR
Isabel Cristina Tobon	Fundación Yubarta

ECUADOR:

BAE “Orión”

TNNV -SU Othoniel Palacios	Jefe de Crucero - INOCAR
SP. Blga. Ma. Elena Tapia, M. Sc.	INOCAR

SP. Blgo. Christian Naranjo, M. Sc.	INOCAR
SP. Carlos Helguero, Dr. Q. F.	INOCAR
SP. María José Marín, Oc.	INOCAR
SP. Paúl Castro, Ing.	INOCAR
SP. Frank Arreaga, Lcdo.	INOCAR
CBOP-HI Rommel Morán, Met.	INOCAR
CBOS-HI César Villamar, Oc.	INOCAR
CPFG (RT) Emilio Boassi, Met.	SHOA - CHILE
SP. Miguel Fernández, Met	CPPS - CHILE

PERÚ:

BAP “Carrasco”

C. De C. Luis Castañeda Di Natale	Jefe de Crucero DHN
Tte.2° Silvia Carolina Loayza Aguilar	DHN
Tte. 2° Lorena Marquez Ismodes	DHN
Tte. 2° André Torres Santa María	DHN
Tte. 2° Luis Amayo Chuquillanqui	DHN
Tte. 2° Enrique Varea Loayza	DHN
T1 Hid. Manuel Carranza Villanueva	DHN
T2 Señ. Gustavo Vila Salinas	DHN
T2 Mot. Damian Rojas Chavez	DHN
T2 Mot. Percy Picon Mendoza	DHN
T3 Car. Percy Zarate Pradinett	DHN
T3 Hid. David Alcazar Ramírez	DHN

T3 Hid. Jimmy Jesús Yataco Cueto	DHN
T3 Enf. David Raynaga Lujan	DHN
T3 Man. Juan Bravo Godoy	DHN
T3 Man. Cristian Guzman Quintanilla	DHN
T3 Hid. Orlando Tasayco Arias	DHN
Om1 Ele. Walter Plico Padilla	DHN
Om1 Eco Víctor Coelho Fasabi	DHN
Om1 Tel. Edgar Echevarria Quispe	DHN
Om1 Maq. Pedro Cruz Acosta	DHN
Om1 Sad. Ronald Santisteban Peche	DHN
Om1 Mot. Alfredo Fuentes Huamán	DHN
Om1 Hid. Luis Valladares Moncada	DHN
Om2 Mot juan Mantilla Quispe	DHN
Om2 Hid. Gino Zegarra Rojas	DHN
Om3 Coc. Walter Padilla Caqui	DHN
Om3 Ele. Humberto Galindo Gómez	DHN
Om3 Pda. José Sosa Villamonte	DHN
E/c Spc eloy Miguel Rodríguez	DHN
E/c Sac agustín Aguirre Pillaca	DHN
Ing. Walter García Díaz	IMARPE
Tec. Miguel Sarmiento Díaz	IMARPE
Sub-oficial Primero Diego Guerrero Zorrilla	CCCP - DIMAR COLOMBIA
Ing. Luis Pizarro Pereyra	IMARPE - Coord. Crucero Perú

ANEXO III.- COMITÉ COORDINADOR DEL DÉCIMO CUARTO CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE, REALIZADO EN SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2011

COLOMBIA: Sr. Germán Escobar / Efraín Rodríguez

ECUADOR: Sr. Edwin Pinto U. / Otoniel Palacios

PERÚ: Sr. Luis Pizarro

CPPS: Sr. Marcelo Nilo

ANEXO IV.- INTERCAMBIO DE CIENTIFICOS A BORDO DE LOS BUQUES

CIENTIFICO DE:

EMBARCADO EN

COLOMBIA

1. BAP CARRASCO - Perú

Sub-Oficial Primero Diego Guerrero
Zorrilla, CCCP-DIMAR

ECUADOR

2. ARC PROVIDENCIA - Colombia

Blg. Carlos Eufredo Andrade M. Sc.,
INOCAR

CHILE

3. B/I ORION - Ecuador

CPFG (RT) Emilio Boassi, SHOA

SP. Miguel Fernández, Met. - CPPS