

Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras

Abril 2015

Coordinador: Octavio Morón A.

Grupo de trabajo institucional El Niño

RESUMEN

Durante el mes de abril, las condiciones cálidas por arriba del umbral de El Niño registradas el mes anterior se incrementaron en las cuatro regiones Niño, alcanzando en promedio anomalías de +1,3°C y +1,4°C en las regiones Niño 4 y Niño 1+2, respectivamente. En la capa subsuperficial del Pacífico Ecuatorial Central se observó el fortalecimiento del núcleo cálido principal, alcanzando anomalías térmicas de hasta +5°C, las mismas que han alcanzado la costa de Sudamérica. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó debilitado (anomalías de -2 hPa) y desplazado hacia el noreste de su posición normal. En tanto el campo de presión atmosférica a nivel del mar frente a la costa exhibió condiciones neutras a ligeramente débiles. Asimismo la velocidad del viento dentro de las 40 mn frente a la costa peruana (>4°S) varió entre 3,0 a 7,0 m/s, entre +2m/s y -2m/s en relación a su media.

En los 10 primeros días se observó condiciones frías en la franja costera del Perú, variando hacia anomalías térmicas positivas con el transcurrir del mes. Fuera de la costa se registró predominancia de condiciones cálidas, a excepción de la primera semana. Frente a Paita y Chicama se observó una profundización de las isotermas, de la isohalina de 35,0 ups y de la mínima de oxígeno, indicativo de la propagación de una onda Kelvin atrapada hacia el sur. A pesar de las condiciones ambientales aparentemente adversas se encontró la presencia de ejemplares adultos de anchoveta, con una distribución a lo largo del litoral, acercándose hacia costa, en forma semanal, además de una profundización respecto a su profundidad media de cardúmenes.

1. CONDICIONES FÍSICAS DE MACRO-ESCALA EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL.

1.1 Aspectos Meteorológicos

1.1.1 Distribución del campo de presión a nivel del mar

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 24 de abril usando datos del re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo ubicado alrededor de los 88°W, 30°S con una intensidad de ~1019 hPa (Fig. 1); es decir se ha desplazado ligeramente hacia el noreste con respecto a su posición habitual y con una intensidad menor que su valor climatológico en ~2 hPa (Fig. 2). Asimismo, en la zona este del Pacífico Sur se observó la presencia de un núcleo de anomalías negativas de presión de -4 hPa y en contraste en la zona oeste otro núcleo de anomalías positivas de +3 hPa (Fig. 3).

1.1.1.2 Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS)

Con el fin de caracterizar la variación temporal de la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se empleó el Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro, en prep.) basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al.

1996). Para el trimestre FMA 2015 el IAPS presentó un valor de -1.24, menor que su valor anterior, por debajo del límite inferior del rango neutro (Fig. 4).

1.1.2 Distribución de las anomalías de radiación de onda larga y del campo de vientos a nivel de 850 hPa.

La radiación de onda larga indica fortalecimiento de la convección en el océano Pacífico central y en el sector costero colombiano con valores de 190 a 220 W/m²; condiciones contrarias se presentaron frente a las costas sudamericanas y Pacífico central sur-ecuatorial que registraron valores de 250 a 280 W/m². Las anomalías fueron de -30 W/m² localizado principalmente en el Pacífico central-occidental al norte del ecuador (Fig. 5).

En la Fig. 6 se presenta el campo de vientos (m/s) a nivel de 850 hPa y sus anomalías indican que en este mes prevalecieron anomalías del oeste a niveles bajos en el Pacífico central y en algunos sectores frente a Sudamérica.

1.2 Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales

A nivel de macroescala, las temperaturas superficiales del mar en el Pacífico ecuatorial oriental y occidental se incrementaron en los meses de febrero a marzo. El mapa de anomalías de abril muestra aguas cálidas presentes en áreas del océano Pacífico central tropical, habiendo ocurrido un importante calentamiento desde mediados del mes pasado, eventualmente calentando las aguas costeras al sur y norte del Perú. En el sector costero se presenta actualmente mayor calentamiento con temperaturas superiores a +2°C en el sector al este de la región Niño 3.4 (Fig. 7).

El incremento de la temperatura ha causado que los índices de las regiones Niño excedan los valores umbrales de la condición El Niño (Fig. 8)

.

1.2.2 Condiciones sub-superficiales

Este mes, como en el mes pasado, las anomalías cálidas se presentan sobre los 200 m de profundidad en el Pacífico ecuatorial sub-superficial. Predominaron valores de +1 a +2°C con núcleos de hasta +5°C que se extendieron en las últimas semanas hacia el Pacífico ecuatorial oriental donde las anomalías se encuentran someras en los primeros 100 m de profundidad (Fig. 9).

2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL FRENTE A LA COSTA PERUANA

2.1 Aspectos Meteorológicos

2.1.1 Velocidad y dirección del viento a lo largo de la costa peruana.

Durante el mes de abril del 2015 (del 01 al 26), el viento frente y a lo largo de la costa peruana (aproximadamente a 40 km), presentó las siguientes variaciones:

La velocidad del viento (VV) varió entre 3,0 a 7,0 m/s. Se presentaron VV menores a 3,0 m/s al norte de los 4°S (entre el 01 y 20 de abril) y menores a 4,0 m/s (entre el 21 y 26 de abril). Asimismo, durante los días 15 y 25 de abril, se presentaron VV mayores a 6,0 m/s entre los 4° y 10°S y VV menores a 4,0 entre los 11° y 20°S durante el mismo

periodo de tiempo, entre el 21 y 25 de abril, se presentaron VV menores a 4,0 m/s entre los 11° y 13°S (Fig. 10).

Las anomalías de la velocidad de viento (AVV), durante el mes de abril variaron entre -2,0 y +2,0 m/s, a excepción de los días 12 a 15 de abril, en que las AVV presentaron valores negativos a lo largo de toda la costa peruana. Entre el 15 y 22 de abril, en gran parte de la costa, se presentaron AVV positivas mayores a +1,0 m/s, entre el 22 y 25 de abril, entre los 12° y 20° se presentaron AVV negativas menores a -1,0 m/s, (Fig. 11).

El viento presentó dirección del Sudeste (SE) y Este sudeste (ESE) a lo largo de la costa (Ilo a Paita). Al norte de Talara, se presentaron vientos de dirección del Sur (S), Sudsudoeste (SSO) y Sudsudeste (SSE) .

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar

Se presentan mapas de distribución horizontales de anomalía del nivel del mar obtenidas de altimetría (AVISO); para la elaboración de los mapas se procesaron datos diarios promediados cada 5 días.

En abril las ANMM (Anomalías del Nivel Medio del Mar) se incrementaron respecto a marzo. Durante la primera semana se presentaron ANMM entre 5 cm y 10 cm, las que se incrementaron durante el mes alcanzando valores de +20 cm al norte de los 8° S y en la zona costera dentro de las 100 mn (Fig. 12).

La serie de ANMM (Fig. 13) muestra información pentada de 0 a 100 mn frente a la costa peruana entre las latitudes 5 - 7°S, 7 - 11°S, y en un cuadrado comprendido entre 0.25 - 0.5° LS y 89,5 - 90,5° LW (Islas Galapagos). En las 3 áreas se observa un ascenso, un descenso y nuevamente un ascenso del nivel medio del mar entre los meses de marzo y abril, lo que podría estar relacionado con el arribo de ondas Kelvin. Lo anteriormente mencionado se registró primeramente en Islas Galapagos y posteriormente frente a la costa peruana.

2.2.2. Temperatura superficial del mar en el litoral.

2.2.2.1 Laboratorios Costeros

Los registros de Temperatura Superficial del Mar (TSM) en las estaciones costeras del IMARPE, mostraron que durante el mes de abril, predominaron anomalías positivas, con esporádica presencia de débiles anomalías negativas de corta duración. Las anomalías de mayor intensidad se presentaron en Chicama, mostrando un promedio mensual de +1,5 °C, mientras que en la mayoría de las demás estaciones de monitoreo es decir, en el norte desde Paita a Chimbote y en el sur Pisco e Ilo, las anomalías mostraron promedios mensuales que variaron entre +0,5 a +0,9 °C, a excepción de la costa central, donde Huacho y Callao, mostraron anomalías débiles durante todo el mes, llegando a mostrar promedios mensuales de -0,01 y +0,13 °C respectivamente (Fig. 14).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y ATSM.

La información satelital (AVHRR OI v2), mostró frente a la zona norte de Perú, permaneció una lengua de agua cálida formada por la isoterma de 27 °C, expandiéndose por fuera de las 110 mn, hasta los 12° S. Durante la primera semana

de abril las aguas delimitadas por la isoterma de 24 °C, llegaron a expandirse a lo largo de toda la costa hasta juntarse con el núcleo de 24 °C ubicado en el sur frente a Ilo. En la segunda quincena de abril este núcleo se fue disipando cuya expansión entre la segunda quincena de abril se fue disipando y contrayendo hacia el Noroeste, hasta ubicar su extremo a los 16° S. Así mismo las aguas delimitadas por la isoterma de 22 °C, estuvieron expandidas a lo largo de toda la zona costera, hallándose bastante cerca al litoral a inicios de mes, mostrando luego hacia finales del mes un desplazamiento hacia zonas oceánicas, en mayor proporción frente a la zona de Pisco, asociado a la expansión de aguas de menor temperatura (19 °C) desde el litoral hacia zonas oceánicas (Fig. 15).

Fuera de las 100 mn predominaron las anomalías positivas de temperatura superficial, a excepción de la primera semana, dado que en el norte entre los 3° a 10° S hubo una expansión de un núcleo de anomalías negativas que se proyectó con mayor intensidad frente a Paita. Así mismo, fuera de la costa permanecieron núcleos de anomalías positivas (>+2 °C), los cuales se intensificaron hacia finales del mes, uno de mayor extensión ubicado entre los 2° a 3° S y otro de menor extensión frente a los 7° S. Dentro de las 100 mn, entre los 5° a 16° S predominaron condiciones frías, cuyas anomalías negativas de mayor intensidad (-1°C) se presentaron durante la primera quincena del mes de abril, posteriormente los núcleos de anomalías negativas se replegaron más hacia la costa. Contrario a ello, en la zona entre los 16° y 20°S se presentaron anomalías positivas que alcanzaron +1°C, también al norte al norte de los 5° S las anomalías superaron los +2 °C. Al culminar el mes, se observó el predominio de anomalías positivas muy cerca del litoral, a excepción de la zona de Pisco, donde aún permanecieron aguas con temperaturas superficiales normales (Fig. 16).

Con el fin de caracterizar la variación interanual oceanográfica frente a la costa peruana se empleó el Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) (Quispe et al 2012) que integra mediante un análisis de funciones ortogonales empíricas las anomalías de TSM de las aguas costeras frente al Perú entre 4°S - 16°S y dentro de los 80km usando la base de datos de NOAA-NCDC OISST v2 (Reynolds et al 2007) (Fig. 17).

Durante el mes de abril 2015 el valor del ITCP fue 0,22, que estuvo dentro del rango neutro, cabe señalar que durante los último 3 años el ITCP ha estado presentando una inclinación a incrementar las anomalías de TSM.

2.2.3 Condiciones oceanográficas y anomalías termohalinas en la columna de agua

2.2.3.1 Sección Paita

Entre el 23 al 29 de abril del 2015, se realizó el Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanográficas frente a Chicama y Paita 1504, correspondiente al programa PpR 068 ENFEN, a bordo del "BIC LUIS FLORES PORTUGAL". La sección frente a Paita realizada entre el 26 y 27 de abril 2015 se caracterizó por presentar una termoclina fortalecida fuera de las 60 mn, con isotermas dispersas hacia la costa. La isoterma de 15°C se ubicó alrededor de los 250 m de profundidad, siendo 100 m más profunda a lo observado el mes anterior. Las salinidades encontradas en la columna mostraron zonas de probable mezcla moderada probablemente de Aguas Costeras Frías (ACF), Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS). Fuera de las 40 mn, un núcleo ubicado entre los 40 y 120 m de profundidad presentó salinidades de 35,03 ups, sugiriendo procesos de mezcla de ACF con ASS.

En relación a la distribución de oxígeno disuelto, se observó el ascenso de las iso-oxígenas en la zona costera, consistente con la ocurrencia del afloramiento costero. La

iso-oxígena de 0,5 mL/L, borde superior de la Zona de Mínima de oxígeno (ZMO), no se encontró en los primeros 200 m de la columna de agua, mostrando el mismo comportamiento que la isoterma de 15°C y la isohalina de 35,0 ups, lo cual sería consecuencia de la propagación de una onda Kelvin atrapada a la costa (Fig. 18).

2.2.3.1.1 Anomalías de temperatura y salinidad

En la sección Paita las anomalías de temperatura mostraron un calentamiento intenso y mayor de +1,0°C por debajo de los 20 m de profundidad el cual llegó hasta los 400 m. La mayor anomalía térmica registrada fue de +4,0°C y se observó entre los 30 a 70 m de profundidad y por fuera de 85 mn. Por debajo de los 400 m de profundidad la tendencia térmica fue hacia la normalización.

Los registros de anomalías de salinidad no se observó mayor variación en toda la columna de agua hasta los 500 m de profundidad (Fig. 19).

2.2.3.2 Sección Chicama .

La sección vertical frente a Chicama se realizó entre el 23-24 de abril del 2015. La columna de agua presentó una débil termoclina sobre los 50 m conformados por las isotermas de 18° a 24°C. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 200 y 250 m de profundidad encontrándose 100 m por debajo de lo registrado el mes anterior.

Predominaron las ACF y no se registró presencia de ASS. La columna de agua mostró altos valores de oxígeno cerca a la superficie, debido probablemente al efecto de una floración algal, tipo marea roja. Al igual que en Paita, también en esta sección, la mínima de oxígeno se mostró profundizada a más de 200 m (Fig. 20).

2.2.3.2.1 Anomalías de temperatura y salinidad

En la sección Chicama realizada durante abril del 2015 las anomalías térmicas observadas fueron positivas y las mayores de +1,0°C se registraron entre los 50 hasta los 400 m de profundidad con un valor máximo de hasta +2,0°C los que se ubicaron entre los 50 a 300 m de profundidad y desde la plataforma (30 mn de la costa) hasta las 90 mn. Las anomalías de salinidad no registraron mayor variación presentando dentro los primeros 250 m dentro su rango de normalidad (Fig. 21).

2.2.3.3 Estación Fija Paita (05°04´S, 81°14.9´W).

La serie de temperatura durante el mes de abril mostró una marcada profundización de las isotermas subsuperficiales entre 16° y 19°C, evidenciando el impacto del arribo de ondas Kelvin a la costa norte del Perú y su propagación hacia el sur como ondas atrapadas.. En la segunda quincena del mes aumentó la temperatura de la capa superficial, la isoterma de 20°C se profundizó a más de 40 m. Durante el mes, predominaron salinidades de 34,9 a 35,0 ups, aparentemente propias de ACF. La iso-oxígena de 2 mL/L empezó su profundización alrededor del día 8, alcanzando los 100 m hacia fines de mes. La iso-oxígena de 3mL/L se empezó a profundizar la tercera semana del mes (Fig. 22).

2.2.3.3.1 Anomalías térmicas

Por otra parte se presenta una serie de tiempo de anomalías térmicas del punto fijo de Paita, se ha tomado como base la climatología mensual de IMARPE para el periodo de 1981 a 2010.

Durante el mes de abril, las anomalías térmicas positivas en el Punto Fijo Paita se han incrementado paulatinamente desde la capa subsuperficial hacia la superficie, alcanzando un máximo de +2°C debajo de los 35 m de profundidad, mientras la superficie ha mostrado valores neutros (Fig. 23). En el 2014, para la misma fecha se registraron en toda la columna de agua anomalías de +3 y +4°C.

2.2.3.4 Estación Fija Chicama (07°49.2´S, 79°49.4´W).

La serie de temperatura frente a Chicama muestra la profundización de la isoterma de 17°C a inicios de abril y la de 18°C en la segunda quincena, lo que podría tener relación con el paso de la onda Kelvin atrapada a la costa por esta zona. La salinidad muestra un predominio de ACF y pequeños núcleos de mezcla, mientras que la serie de oxígeno presenta mayor relación con la temperatura. Durante el mes, la capa superficial no mostró grandes alteraciones (Fig. 24).

2.2.4 Corrientes geostroficadas

2.2.4.1 Superficiales

Se presentan mapas de distribución horizontal de corrientes marinas (CM) obtenidas mediante método indirecto de balance geostrofico utilizando datos de altimetría; para la elaboración de los mapas se procesaron datos diarios promediados cada 5 días.

En general, la franja entre las 0 mn -50 mn presentó velocidades mayores respecto a la franja de 50 mn-100 mn (Fig. 24). Durante la primera semana, las CM presentaron velocidades con intensidad menores a 25 cm/s al sur de los 5°S, mientras que al norte de los 5°S la intensidad de las velocidades fluctuaron entre los 25 cm/s y 35 cm/s, intensificándose entre los días 16-20 ($V > 35$ cm/s), En este mismo periodo las CM se intensificaron entre los 11°S -16°S (23 cm/s – 30 cm/s),

Para la franja entre las 50 mn y 100 mn, las CM presentaron velocidades cuya intensidad fluctuó entre los 5 cm/s y 25 cm/s, esto durante todo el mes de abril. Durante la segunda y ultima semana (días 06-10 y 20-25) se presentaron flujos intensos en la zona ecuatorial hacia la costa norte peruana.

2.2.4.2 Subsuperficiales

Se presentan secciones de velocidades geostroficadas estimadas a partir de los datos hidrográficos determinados en las operaciones de monitoreo mensual frente a Paita y a Chicama.

2.2.4.2.1 Sección Paita

Entre enero y abril del 2015, las secciones frente a Paita mostraron flujos hacia el norte (azul) y hacia el sur (rojo). En enero, se registró un flujo costero hacia el sur (20-70 mn) hasta 100 m de profundidad con intensidad máxima de 30 cm/s, y otro flujo fuera de las 140 mn. En febrero el flujo costero se mostró debilitado o fraccionado por un flujo hacia el norte. En marzo se observan 2 flujos intensos hacia el sur, el costero con intensidad mayor de 50 cm/s sobre los 25 m de profundidad y el segundo fuera de las 80 mn con intensidad de hasta 30 cm/s. En abril se mantuvo el flujo costero hacia el sur, mientras el flujo oceánico se observó entre 50-80 mn de la costa, con una intensidad mayor de 50 cm/s. En los 4 meses descritos los flujos hacia el norte fueron minoritarios (Fig. 26).

2.2.4.2.2 Sección Chicama

Esta sección mostró flujos hacia el sur de intensidad débil entre enero y marzo del 2015 (< 20 cm/s), es en abril que muestran un gran fortalecimiento, alcanzando profundidades mayores de 250 m fuera de las 40 mn, con un núcleo que alcanzó velocidades de hasta 40 cm/s. Cerca de la costa se registraron flujos hacia el norte de hasta 20 cm/s (Fig. 27).

2.2.5 Condiciones de fertilidad y de productividad

2.2.5.1 Nutrientes

2.2.5.1.1 Sección Paita

En la sección Paita a fines de abril 2015, los nutrientes mostraron concentraciones regulares, en la capa sobre los 50 m, en la zona costera se aprecia un consumo por la productividad, las concentraciones de nutrientes típicas de aguas frías se encontraron por debajo 50 m, con tendencia al afloramiento por las isolíneas de 1,5 μM de fosfatos, silicatos de 10,0 μM , nitratos de 10,0 μM y nitritos superiores a 0,5 μM (Fig. 28).

2.2.5.1.2 Sección Chicama

En la sección Chicama a fines de abril, los nutrientes muestran una distribución con mayores concentraciones a comparación de la sección Paita, dada por la isolínea de 1,5 μM de fosfatos y la 10,0 μM de silicatos, a su vez una capa de mezcla entre los 25 a 50 m. Los nitratos en la zona costera inferiores a 5,0 μM , se debería a un mayor consumo de este nutriente en la fotosíntesis (Fig. 29). En general las aguas cálidas afectaron las concentraciones de los nutrientes por fuera de las 30 mn, tanto en la sección Paita y Chicama, sin embargo, el aporte de nutrientes en la zona costera mantuvo la productividad, en niveles relativamente apropiados, aunado a la energía de la radiación solar por cielo despejado

2.2.5.2 Clorofila Superficial (ITCP)

Se presentan resultados del análisis de datos satelitales diarios de la clorofila-a superficial proveniente del satélite MODIS con una resolución espacial de 4 km. Previamente se construyó una climatología mensual de clorofila-a superficial tomando en cuenta la información del 2002 al 2013. En base a ello, se obtuvieron anomalías promedio de la clorofila-a superficial (mg/m^3) mensual y cada 5 días.

En promedio las anomalías de clorofila-a superficial presentan valores negativos pero con una tendencia a incrementar desde comienzos de abril del 2015 (Fig. 30). Espacialmente se puede observar que la zona entre los 10°S a 13°S es la que presentó mayores anomalías negativas (Fig. 31).

En general, al comparar las concentraciones de la clorofila-a de los últimos meses con el mismo periodo en 2014, se observa que las mayores concentraciones presentan una distribución más costera en lo que va del año, tanto al norte como frente a la costa central. (Figs. 32 y 33).

2.2.6 Condiciones ambientales durante líneas de monitoreo, cruceros y otras operaciones en el mar

2.2.6.1 Crucero CRIO 1504

El perfil Callao realizado en abril 2015, mostró una estructura termica muy similar al obtenido en febrero 2015, donde la isoterma de 17,5 °C indica los procesos de surgencia tanto en verano como en otoño, en este sentido, los contenidos de oxígeno inferiores a 4,0 mL/L se encontraron por dentro de las 15 mn, asociados al afloramiento costero. La distribución de nutrientes para abril 2015, también muestra un afloramiento activo en la zona costera dentro de las 20 mn, registrando fosfatos superiores a 1,0 µM, silicatos y nitratos concentraciones de 5,0 a 10,0 µM (Fig. 34).

La productividad para otoño 2015, se incremento por un aporte sostenido de nutrientes, debido a la surgencia costera, reflejandose en la iso-oxígena de 6,0 mL/L, así también, en los valores de fluorescencia (Fig. 35), donde se aprecia una mayor productividad, con valores de superiores a 5,0 mg/m³ en la capa de mezcla, a su vez esta productividad, se asocia al registró de una marea roja producida por el dinoflagelado *Protoperdinium depressum*.

2.2.6.2 Seguimiento Larval 1504 (BIC Luis A. Flores)

La operación se realizó del 17 al 23 de abril del 2015. El área de evaluación comprendió entre Chimbote (09°30'S) y Chicama (07°20'S). Se realizaron 75 estaciones oceanográficas registrándose datos de temperatura, salinidad, oxígeno, pH, etc., en superficie y en la columna de agua (Fig. 36a).

El desplazamiento hacia el este de las aguas oceánicas contribuyó a un incremento térmico por fuera de las 30 mn, registrándose valores térmicos mayores a 21°C, La TSM vario de 17,9°C a 23,6°C, con un promedio para el área evaluada de 19,41°C. Las mayores isotermas se ubicaron a las 30 mn desde Chicama al norte de Chimbote en cambio los menores registros de temperatura (17,9°C) se localizaron frente a Salaverry. Estos registros térmicos estuvieron asociados en el primer caso al desplazamiento de las aguas oceánicas y en el segundo caso a los procesos de afloramiento costero (Fig. 36b).

Las ATSM variaron de -2,1°C a +2,3°C con un promedio de -0,29°C. En general, el área evaluada presentó condiciones cálidas, por fuera de las 30 mn (ATSM >+1°C), así como condiciones oceanográficas normales dentro de las 25 mn, exceptuando el área frente a Salaverry en donde se observaron condiciones oceanográficas frías. Fig. 36c.

La SSM varió de 34,286 ups a 35,192 ups. Dentro de las 30 mn predominaron ACF y aguas de mezcla de las ACF con las ASS. Las ASS se ubicaron por fuera de las 30 mn. Además, las ASS se ubicaron en pequeños núcleos al norte de Chicama a las 50 mn de Salaverry. Cabe destacar que al norte de Chimbote se encontraron bajos valores de salinidad, posiblemente debido a la fuerte descarga que presentó el río Santa durante el mes de abril (ENFEN Abril 2015) (Fig. 36d).

2.3 Indicadores Biológicos del Plancton

2.3.1 Fitoplancton

Entre el 24 y 27 de abril de 2015 se realizó el monitoreo de las perfiles de Paita y Chicama, a bordo del BIC Luis A. Flores hasta una distancia de 100 mn de la costa. Se obtuvieron 14 muestras colectadas con red estándar de fitoplancton (75 μm de abertura de malla) a nivel de superficie, siendo 7 muestras para Paita y 7 para Chicama. El análisis semicuantitativo de las muestras se realizó considerando las abundancias relativas de las especies según la escala del Laboratorio de Fitoplancton del IMARPE.

2.3.1.1 Perfil Paita

En este perfil se determinó al dinoflagelado *Ceratium breve* v. *paralellum* indicador de Aguas Ecuatoriales superficiales (AES), entre las 60 y 100 mn (Ests. 5, 6 y 7) relacionados a TSM que oscilaron entre 22,3 y 23,5 °C. Mientras que *Ceratium praelongum* indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se distribuyó entre las 45 y 100 mn (Ests. 4, 5, 6 y 7) y asociado a TSM que variaron entre 21,7 y 23,5 °C (Tabla 1), lo cual ocasionó la mezcla de estas dos masas de agua.

Se observó mayor riqueza de especies termófilas entre diatomeas (*Planktoniella sol*, *Detonula confervacea*, *Rhizosolenia temperei*, *R. castracanei*, *Proboscia alata*, *Chaetoceros coarctatus*, *Thalassiosira partheneia* y *Pseudozolenia calcar-avis*) y dinoflagelados (*Goniodoma polyedricum*, *Gonyaulax spinifera*, *Ceratium gravidum*, *C. massiliense*, *C. azoricum*, *C. kofoidii*, *C. longirostrum*, *C. candelabrum*, *C. trichoceros*, *Protoperdinium brochii*, *P. quarnerense*, *P. grande* y *Dinophysis cuneus*, entre otros) por fuera de las 45 mn.

2.3.1.2 Perfil Chicama

Para este perfil, hubo ausencia de indicadores (Tabla 2). No obstante fue evidente la predominancia del fitoplancton con abundancias relativas de “Muy Abundante” resaltando las diatomeas *Amphiprora* sp., *Coscinodiscus perforatus* y el dinoflagelado atecado *Akashiwo sanguinea*; y *Thalassiothrix longissima* en las Ests. 2 y 4 a 15 y 45 mn, respectivamente. A diferencia de Paita se apreció organismos de distribución cosmopolita y algunas especies termófilas. La TSM presentó un rango de variación entre 19,4 y 22, 9°C.

2.3.2 Zooplacton

2.3.2.1 Perfiles Chicama y Paita

Para el muestreo se empleó una red WP-2 de 300 micras de abertura de malla a nivel superficial.

Frente a Chicama y Paita se determinó la presencia de los copépodos *Centropages brachiatus* y *Eucalanus inermis* ambos, indicadores de Aguas Costeras Frías (ACF), distribuidos dentro de las 60 y 30 mn de la costa, respectivamente. En Chicama además se observó copépodos asociados a Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), como *Calocalanus pavo* y *Oncaea conífera* localizados a 45, 80 y 100 mn de la costa. Asimismo frente a Paita se determinó a los copépodos *Mecynocera clausi* y *Acartia danae* ubicado a 10 mn y por fuera 45 mn de la costa respectivamente.

En ambos perfiles se registró al copépodo *Centropages furcatus* especie indicadora de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) localizado a 45, 80 y 100 mn de la costa, indicando procesos de mezcla (Fig. 37).

Con relación al ictioplancton se observó huevos de anchoveta a 5 mn tanto en Chicama y Paita, mientras que las larvas de esta especie se registraron alejadas de la costa frente a Chicama entre 45 y 80 mn de la costa.

2.3.2.2 Perfiles Callao y Pisco (23-27 de abril)

Los bio-volúmenes de zooplancton superficiales frente al Callao fluctuaron entre 0,39 mL/100m³ y 18,16 mL/100m³, con un promedio de 4,57 mL/100m³. El menor volumen fue registrado a 20 mn de costa y el mayor (50 mn) en la estación más alejada de costa mientras que frente a Pisco los volúmenes fluctuaron entre 0,27 y 47,71mL/100m³, con un promedio de 26,54mL/100m³. En esta zona se observa que por fuera de las 20 mn se presentaron los mayores valores (Fig. 38).

En ambos perfiles se determinaron a los copépodos *Centropages brachiatus* y *Eucalanus inermis*, especies asociadas a ACF, en tanto que especies indicadoras de ASS como los copépodos *Oncaea conifera*, *Calocalanus pavo* y *Acartia danae* fueron observados por fuera de las 40 mn frente al Callao, mientras que frente a Pisco se ubicaron a 10 y 50 mn. Frente al Callao es importante destacar la presencia del copépodo *Centropages furcatus*, indicador de AES, distribuido por fuera de las 40 mn, siendo inusual en el área evaluada (Fig. 39).

En el ictioplancton se determinó huevos de “anchoveta” *Engraulis ringens* localizados en toda la línea Callao y en Pisco entre las 10 y 15 mn; observándose las mayores concentraciones a 2 mn y 30 mn (Callao); y a 15 mn (Pisco) de la costa.

3. INDICADORES BIOLÓGICOS PESQUEROS

Se utilizó información biológica – pesquera diaria de 01 de enero al 30 de marzo de los programas de Seguimiento de la Pesquería Pelágica, Bitácoras de Pesca (PBP) y del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1502-04 que proporcionaron datos de distribución, estado fisiológico y reproductivo de las especies para establecer indicadores sobre las condiciones ambientales anómalas que se presenta en la costa frente a Perú.

3.1 Desembarques

3.1.1 Desembarques de la pesquería pelágica

3.1.1.1 Desembarque de la flota Industrial

Con la RM N°056-2015-PRODUCE se apertura la Primera Temporada de Pesca de anchoveta en la región Sur a partir del 26 de marzo 2015 y con la RM N°078-2015-PRODUCE se indicó que la cuota corresponde a 375 mil toneladas (t) y que concluirá el 31 de julio del presente año. Con la RM N° 085-2015-PRODUCE se autorizó al IMARPE la ejecución de una Pesca Exploratoria en la región Norte – Centro de 01 al 06 de abril. Con la RM N°082-2015-PRODUCE se apertura la Primera Temporada de Pesca de anchoveta en la región Norte - Centro a partir del 09 de abril 2015 y con la RM N°098-2015-PRODUCE se indicó que la cuota corresponde a 2,58 mil toneladas (t) y que concluirá el 30 de junio del presente año.

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota de industrial en el litoral peruano del 01 de enero al 30 de abril ascendió a 1 415 650 t. La especie de mayor desembarque fue *Engraulis ringens* “anchoveta” con el 99,89% (Tabla 3).

Antes del inicio de la temporadas de Pesca de anchoveta, tanto de la Región Norte – centro como en la Región Sur, se desarrollaron previamente prospecciones denominadas Pesca Exploratoria que se realizaron del 13 – 17 de marzo 2015 y del 01

– 06 de abril 2015 respectivamente. En ambos casos, el desembarque realizado correspondió a un avance de cuota.

En abril, el desembarque promedio de anchoveta en la Región Norte – Centro fue de 52 000 t, correspondiendo a un avance de cuota del 54%; la información diaria indicó una disminución de los desembarques de anchoveta, durante los últimos días del mes, principalmente debido por el oleaje anómalo que se presentó frente a la costa. Mientras que, en la Región Sur, en el presente mes, se desembarcó un total de 22 049 t, con capturas realizadas durante los primeros días del mes, ascendiendo el avance de cuota de 5.9% (Fig. 40).

3.1.1.2 Desembarque de la Flota de menor escala y artesanal

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota de menor escala y artesanal destinada a la pesca de anchoveta, a lo largo del litoral peruano durante abril correspondió a 741 t de anchoveta. El mayor desembarque se registró frente a Callao con 68,0%.

3.2 Estructura de Tallas

3.2.1 Recurso Pelágicos

3.2.1.1 Anchoveta

Las estructuras de tallas de la anchoveta fluctuaron entre las 7,0 y 18,5 cm de longitud total (LT), con modas entre 12,5 cm y 13,5 cm principalmente. La mayor presencia de juveniles se registró en la Región Centro con el 25,5% (Fig. 41).

3.3 Distribución espacial de los principales recursos

3.3.1 Recursos Pelágicos

3.3.1.1 Anchoveta

Durante abril, la flota anchoveta se distribuyó en tres (03) zonas de pesca a lo largo del litoral peruano. La zona de pesca de mayor cobertura se registró entre Chérrepe (7°S) y Punta Infiernillos (15°S) dentro de las 40 mn, y las otras zonas, de menor cobertura, se presentaron frente a Punta La Negra (5°S) y entre Ilo (17°S) y Vila Vila (18°S). Se observó un gradual desplazamiento hacia costa de las embarcaciones anchoveteras. (Fig. 42).

En la columna de agua, se registró una profundización del recurso, mayor a su promedio histórico de 11 metros (m), la cual alcanzó los 25 m de profundidad promedio y 44 m de profundidad máxima (Fig. 43).

3.3.1.2 Recursos transzonales

Ejemplares de la especie *Scomber japonicus* “caballa” fueron capturados incidentalmente por la flota cerquera anchovetera. Se distribuyó entre Chicama (7°S) y Pucusana (12°S), y núcleos pequeños frente a Huacho, Chancay (11°S), Callao y Pucusana (12°S). La estructura de tallas fue totalmente juvenil.

3.3.1.3 Especies indicadoras

Dentro de las especies no objetivo desembarcadas, se registraron las especies *Merluccius gayi peruanus* “Merluza”, *Pleurocondes monodon* “múnida”. La merluza, especie demersal propia de la zona norte, debido a un ingreso subsuperficial de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), se le registró a la altura de Supe (10°S), mientras que la múnida es una especie indicadora de aguas frías, observando su repliegue hacia el sur, registrándose de Callao a Pucusana (Fig. 44).

3.3.1.4 Depredadores superiores

Durante la Evaluación de Dieta y Ecología de Aves Guaneras, que con información preliminar de las islas Macabí (7°S), Guañape (8°S) y Pescadores (12°S) se registró que la dieta alimenticia de la especie *Phalacrocorax bougainvillii* “guanay” se encuentra basada en un 98 % en la especie anchoveta, tanto juveniles como adultos. A excepción de Isla Mazorcas (11°S) donde el 57% de la dieta estuvo constituida por anchoveta. Otras especies en la dieta del guanay fueron *Odonthestes regia regia* “pejerrey”, *Anchoa nasus* “samasa”, *Sciaena deliciosa* “lorna” y el género *Peprilus* “pampanito” (Fig. 45).

3.4 Biología reproductiva de la anchoveta

Las anomalías de los indicadores reproductivos del stock norte-centro de anchoveta, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD) mostraron valores positivos, lo que muestran condiciones normales durante los tres últimos meses. Además los indicadores somáticos, Factor de Condición e Índice de Grasa reflejaron un grado de bienestar positivo para la época (Fig. 46).

4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACÍFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA.

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

A gran escala, actualmente una condición El Niño de magnitud débil esta en desarrollo en el Pacífico Central, es decir se han registrado anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 mayores al umbral +0,5°C y se ha observado un debilitamiento de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial. Según las agencias internacionales (IRI, abril 2015), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), indican la continuación de las condiciones de El Niño en el Pacífico Central durante el periodo abril-junio 2015 con un probabilidad alrededor de 80%, y esta condición puede persistir hasta el invierno austral con probabilidad de 80% (Fig. 47).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Con el fin de detectar la propagación de las ondas Kelvin hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002) se graficó la contribución de los modos baroclínicos 1 y 2 de las ondas Kelvin a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial (Figs. 48). Los valores positivos corresponden a ondas Kelvin tipo “hundimiento o cálidas” y los valores negativos corresponden a ondas Kelvin tipo “afloramiento o frías”. La proyección de las ondas Kelvin a partir del 20 de abril 2015 se realiza sin el forzante de vientos.

Según la simulación de la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, la onda Kelvin cálida (modo 1) generada en marzo 2015, debido a los

vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental llegaría a las costas de Sudamérica en mayo 2015. Por otro lado, la onda Kelvin cálida (modo 2) generada entre enero y febrero 2015, debido a los vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría a las costas de Sudamérica en mayo 2015. Otra onda Kelvin cálida (modo 2) generada entre febrero y marzo 2015, debido a los vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría a las costas de Sudamérica en junio 2015. Por lo tanto, el efecto combinado de los tres eventos resultaría en la persistencia de anomalías positivas del nivel medio del mar y de la temperatura en la columna de agua entre mayo y junio.

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

Los pronósticos del ITCP por medio de una relación empírica con las salidas de un

modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial indican para el ITCP condiciones cálidas entre mayo y agosto 2015 con un máximo en mayo 2015 (Fig. 49).

Por otra parte, los pronósticos del Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) con el modelo basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (VAC) y el indicador del anticiclón del Pacífico Sur (APS) indican que los valores del ITCP serían condiciones neutras entre mayo y julio 2015, así como una condición cálida en agosto 2015. (Fig. 50).

DISCUSION

A fines de marzo/inicios de abril se registró el arribo de una onda Kelvin a la costa sudamericana, conforme al pronóstico (ENFEN No. 02 – 2015), generando anomalías del nivel medio del mar y en la capa subsuperficial frente al norte del Perú una moderada profundización de isotermas (Fig. 22). Durante el mes de abril los vientos frente a la costa peruana continuaron mostrando fluctuaciones zonales y temporales en su intensidad, alcanzando velocidades de 3.0 a 7.0 m/s, considerados entre débiles a moderados. Velocidades menores a 3,0 m/s se registraron al norte de los 4°S. Estos vientos, si bien es cierto han podido mantener una franja costera ligeramente fría, no han sido lo suficientemente fuertes para alejar los núcleos cálidos presentes fuera de las 30-40 mn de la costa, motivo por el cual, ante un debilitamiento zonal o temporal de estos vientos, se han registrado aguas cálidas pegadas a la costa.

En la segunda quincena del mes se observó un nuevo incremento del nivel del mar en Galapagos (Fig. 13) y la costa norte del Perú (Fig. 51, DHNM) que alcanzó valores de alrededor de 20 cm en entre Talara y Lobos de Afuera asociado a la llegada de la otra onda Kelvin cálida esperada, cuyo principal impacto en la capa superficial se observará durante mayo. Esta segunda onda Kelvin ha logrado profundizar, además de isotermas subsuperficiales, la isohalina de 35,0 ups y las iso-oxígenas como se puede apreciar en las secciones de Paita y Chicama (Figs. 18, 20).

Con respecto al recurso pesquero, entre los primeros efectos de las ondas Kelvin sobre la anchoveta tenemos la aproximación a la costa (dentro de las 15 mn) y un desplazamiento hacia el sur. Asimismo los cardúmenes de anchoveta exhibieron una profundización de 11 metros respecto a su promedio histórico, al, alcanzando 25 m de profundidad media y 44 m de profundidad máxima. No obstante, la anchoveta ha mostrado condiciones normales en sus indicadores biológicos durante los tres últimos meses: el Factor de Condición y el Índice de Grasa reflejaron un grado de bienestar positivo para la época. Por otro lado, la merluza, especie demersal propia de la zona norte ha mostrado una migración hacia el sur, registrándose hasta la altura de Supe.

CONCLUSIONES

- El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una intensidad menor que su valor climatológico en -2 hPa, exhibiendo un núcleo desviado hacia el noreste con respecto a su posición normal.
- La temperatura superficial del mar en las cuatro regiones Niño del Pacífico Ecuatorial se incrementó, alcanzando en promedio anomalías de +1,3°C y +1,4°C en las regiones Niño 4 y Niño 1+2, respectivamente.
- El núcleo cálido subsuperficial del Pacífico Ecuatorial con +5°C, alcanzó las costas de Sudamérica a fines de marzo, incrementando el nivel medio del mar entre 10 y 15 cm. Una segunda onda Kelvin arribó en la segunda quincena de abril, generando una anomalía del nivel medio del mar de +20 mm.
- El arribo de la primera onda (fines de marzo) profundizó las isotermas en la zona norte del Perú, proyectándose esta profundización hacia el sur (Callao, Pisco). La segunda onda amplificó la profundización de isotermas, isohalina de 35,0 ups e iso-oxígenas.
- Al sur de los 5°S se registraron vientos entre débiles a moderados (3 a 6 m/s) mientras que hacia el norte los vientos fueron débiles (< 3,0 m/s.).
- El Índice Térmico Costero Peruano mantuvo una tendencia a incrementar desde principio de año. En abril, en los 10 primeros días, se observó condiciones frías en la franja costera del Perú, variando a un predominio de anomalías térmicas positivas con el transcurrir del mes.
- La distribución de los indicadores biológicos de ASS y AES fue atípico para esta época del año, observándose el desplazamiento de esta masa de aguas hasta las 45 mn de la costa en perfil Paita. Por otro lado, la ausencia del indicador de ACF en la zona costera de Chicama estaría señalando que aún continúan las anomalías térmicas, siendo similar a que sucedió en marzo de 2015.
- Se registraron indicadores del zooplancton de ASS y AES frente a Callao y Pisco.
- La anchoveta se distribuyó principalmente entre Chérrepe (7°S) y Punta Infiernillos (15°S). La distribución longitudinal varió, acercándose hacia costa, en forma semanal.
- La distribución vertical de los cardúmenes de anchoveta evidenció una profundización respecto a su condición media. No obstante, los índices biológicos de la anchoveta continúan mostrando condiciones normales durante los tres últimos meses.
- En la región Norte – Centro, la anchoveta presentó una estructura de tallas principalmente de adultos. La mayor incidencia de juveniles, con el 25,5%, se registró en el centro.
- Se registró «merluza» de Malabrigo a Huarmey dentro de las 20 mn de la costa,

PRONOSTICOS

- Según la simulación de la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, durante el mes de mayo se espera el arribo a las costas de Sudamérica de dos ondas Kelvin cálidas (modo 1 y modo 2). Por otro lado, en el mes de junio 2015 se espera el arribo de una onda Kelvin cálida (modo 2) a las costas de Sudamérica. El efecto combinado de los tres eventos resultaría en la persistencia de anomalías positivas de nivel medio del mar y de la temperatura en la columna de agua entre mayo y junio.
- Respecto a los pronósticos de las condiciones frente a la costa del Perú, el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia (basado en forzantes del Pacífico Ecuatorial) pronostica para el ITCP condiciones cálidas entre mayo 2015 y agosto 2015. Por otro lado, el modelo basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el Anticiclón del Pacífico Sur pronostica que los valores del ITCP serían de condiciones neutras entre mayo y julio 2015 y condiciones cálidas en agosto 2015.

BIBLIOGRAFÍA

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

Illig, S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S.E. Lagerloef. 2004. Interannual long equatorial waves in the Tropical Atlantic from a high resolution OGCM experiment in 1981–2000, *J. Geophys. Res.* 109 (C2): C02022.

Kalnay et al. 1996, The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-470,

Quispe, C., C. Romero, J. Tam, D. Espinoza, H. Demarcq, R. Oliveros, J. Ramos y C. Paulino. 2012. Indicadores de efectos de El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) frente al Perú. p.47. En: UCSUR (Ed.). Libro de resúmenes del III Congreso de Ciencias del Mar (III CONCIMAR). 354 p.

Reynolds, R. W., T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, and M. G. Schlax, 2007: Daily high-resolution blended analyses for sea surface temperature. *J. Climate*, 20, 5473-5496.

ANEXO 1: TABLAS

Tabla 1. Distribución de Indicadores biológicos del fitoplancton en el perfil Paíta 1504

Fecha	Distancia a la costa (mn)								
	5	10	15	20	40	45	60	80	100
Mzo-15									X
Abr-15						X	^	^	^

Tabla 2. Distribución de Indicadores biológicos del fitoplancton en el perfil Chicama 1504

Fecha	Distancia a la costa (mn)							
	5	11	16	40	45	60	80	100
Feb - 15							^	^
Mzo-15								
Abr-15								

Leyenda

	ACF	^	ACF-ASS-AES		Area no muestreada
^	AES	X	ASS		Area muestreada

Tabla 3. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial

(01 enero - 30 abril 2015). Fuente: AFIRNP/IMARPE

Especie \ Flota \ Región	Año Calendario (01 Ene. al 30 Abr. 2015)						
	Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%	
Anchoveta	FI Acero	432 339	727 763	1160 102	22 049	1182 151	83.51
	FI Madera	200 317	31 642	231 959	0	231 959	16.39
Sub-total		632 656	759 405	1392 061	22 049	1414 110	99.89
%		44.74	53.70	98.44	1.56	100.00	
Sardina	0	0	0	0	0	0	0.00
Jurel	0	0	0	0	0	0	0.00
Caballa	501	891	1 391	0	1 391	0.10	
Samasa	0	0	0	0	0	0.00	
*Otros	62	86	148	0	148	0.01	
Total		633 219	760 382	1393 600	22 049	1415 650	100.00
%		44.73	53.71	98.44	1.56	100.00	

ANEXO 2. FIGURAS

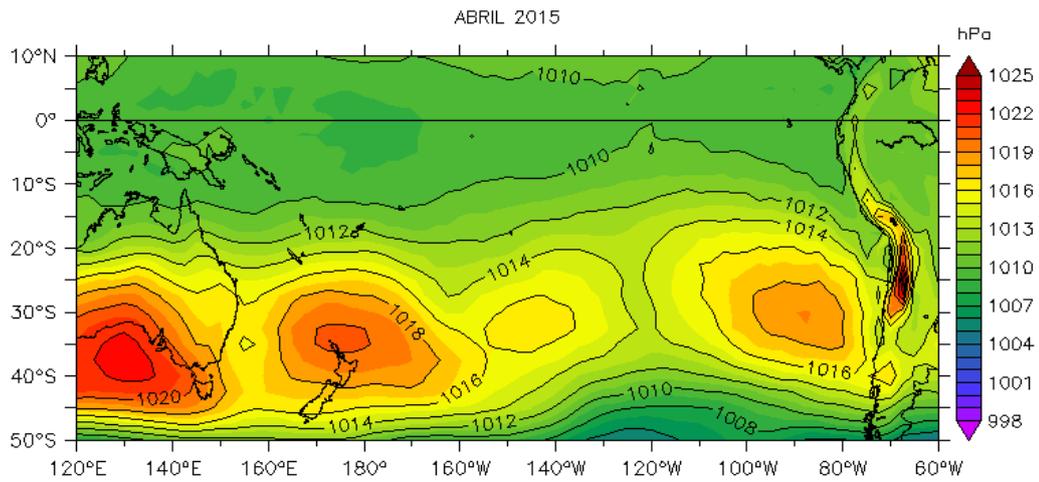


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-24 abril 2015, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

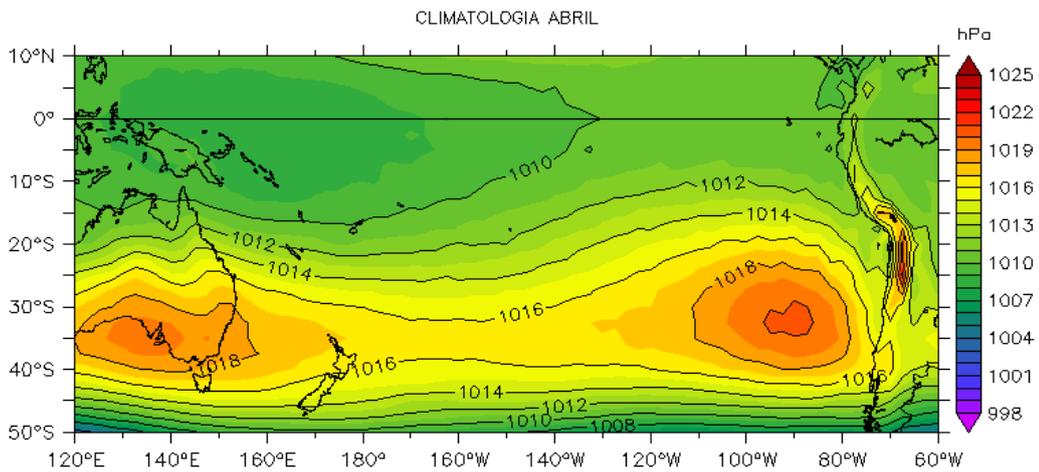


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología abril. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

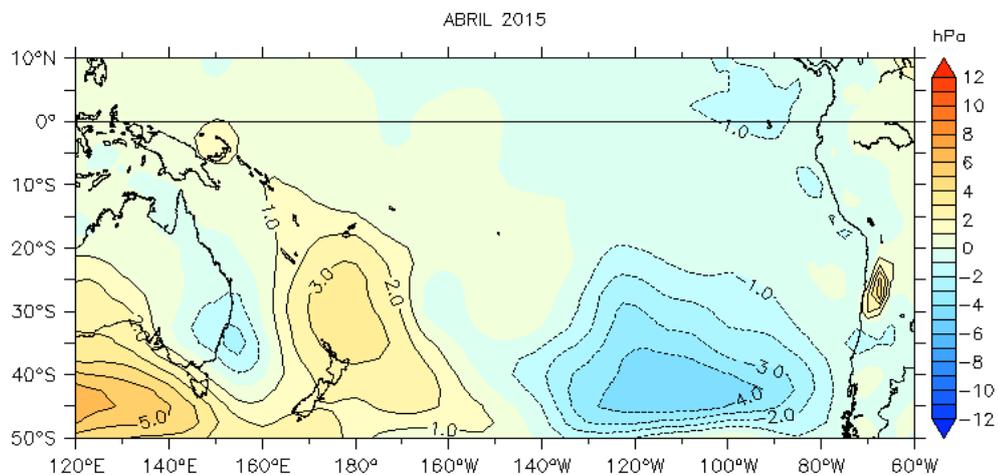


Figura 3. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-24 abril 2015. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

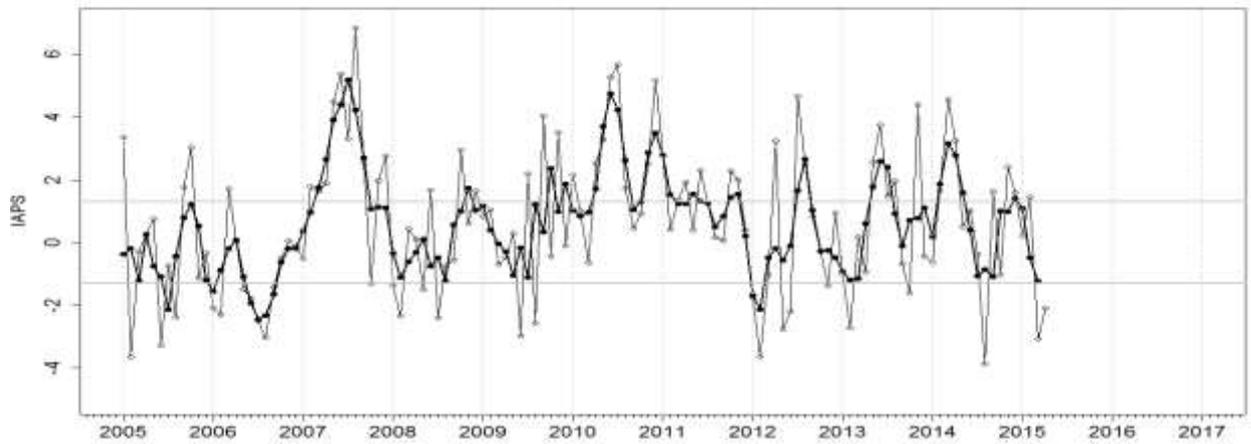


Figura 4. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre FMA 2015. La variación temporal del IAPS (circulo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (circulo blanco).

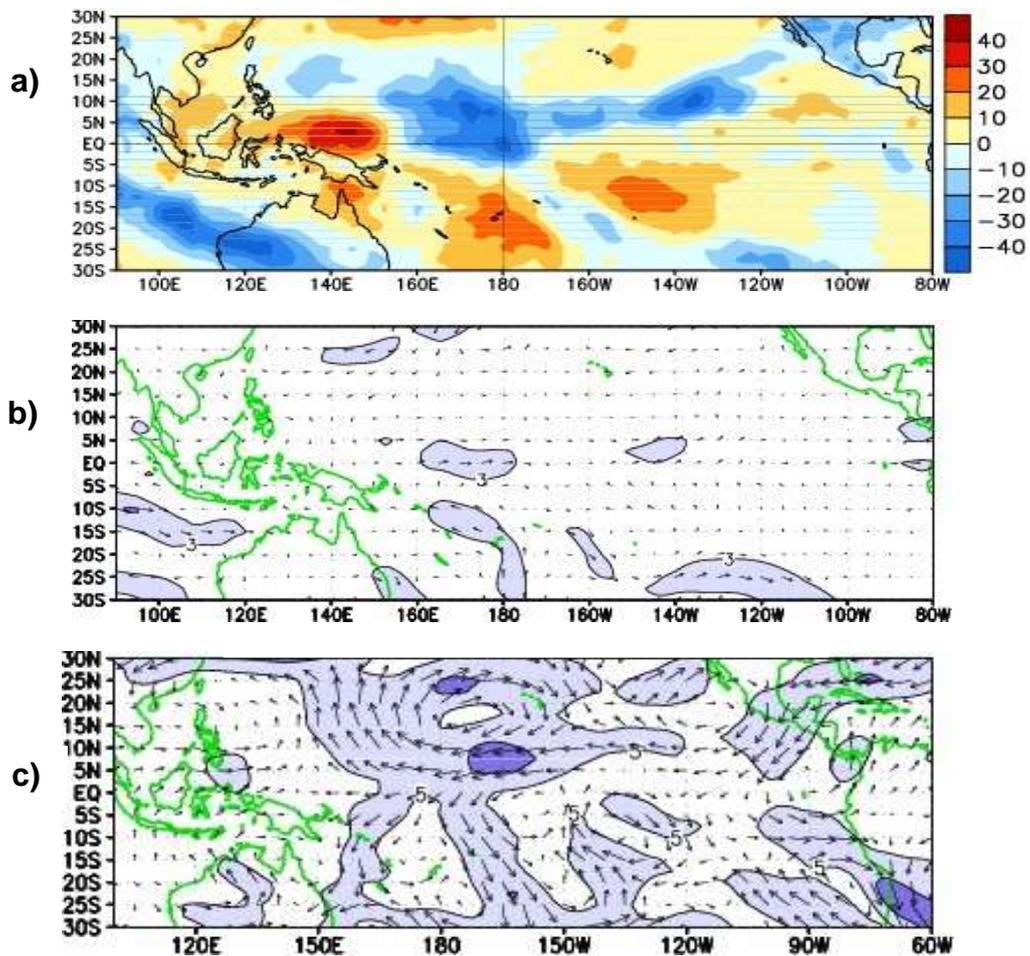


Figura 5. Distribución promedio de las anomalías de la Radiación de Onda Larga del 24 de marzo al 18 de abril 2015 (imagen superior), b-c) Distribución promedio (23 de marzo al 21 de abril) de las anomalías de vientos a nivel de 850 (imagen al centro) y 200 hPa (imagen inferior). Fuente: Adaptado de CPC/NOAA.

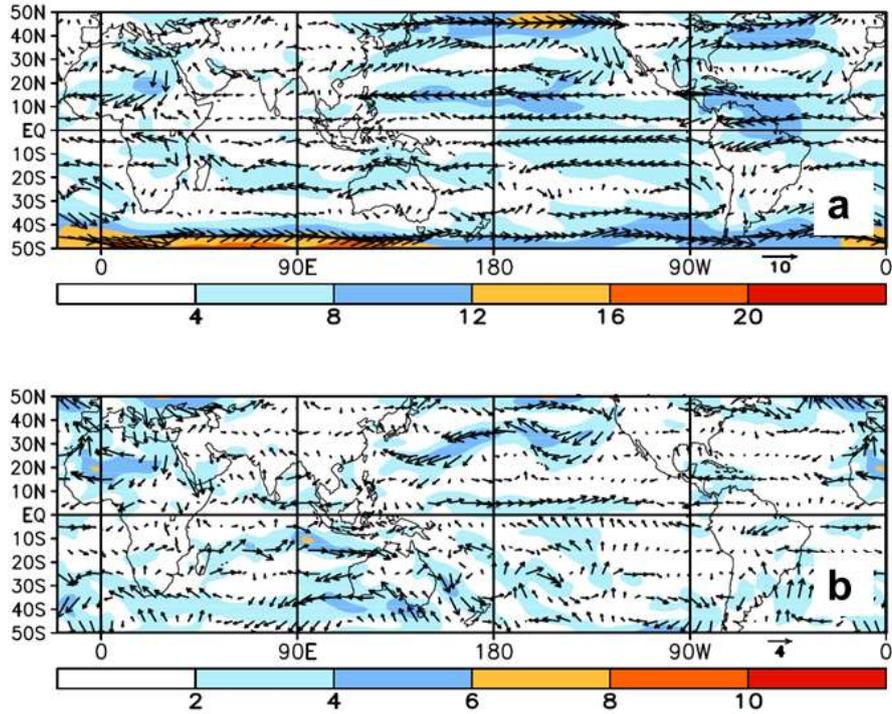


Figura 6. Campo de vientos (m/s) a nivel de: a) 850 hPa (panel superior), b) Anomalía (panel inferior) para abril de 2015. Tomado de Climate Diagnostics Bulletin/NOAA (abril, 2015).

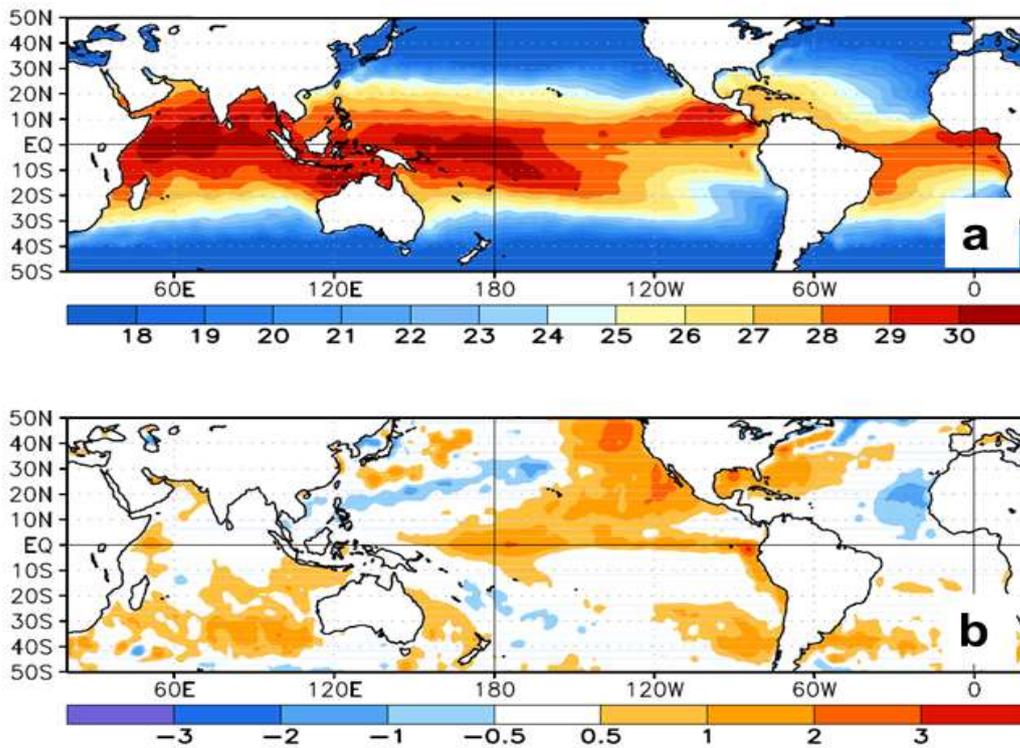


Figura 7. a) Temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) y b) Anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$) para abril de 2015. Tomado de Climate Diagnostics Bulletin/NOAA (abril, 2015).

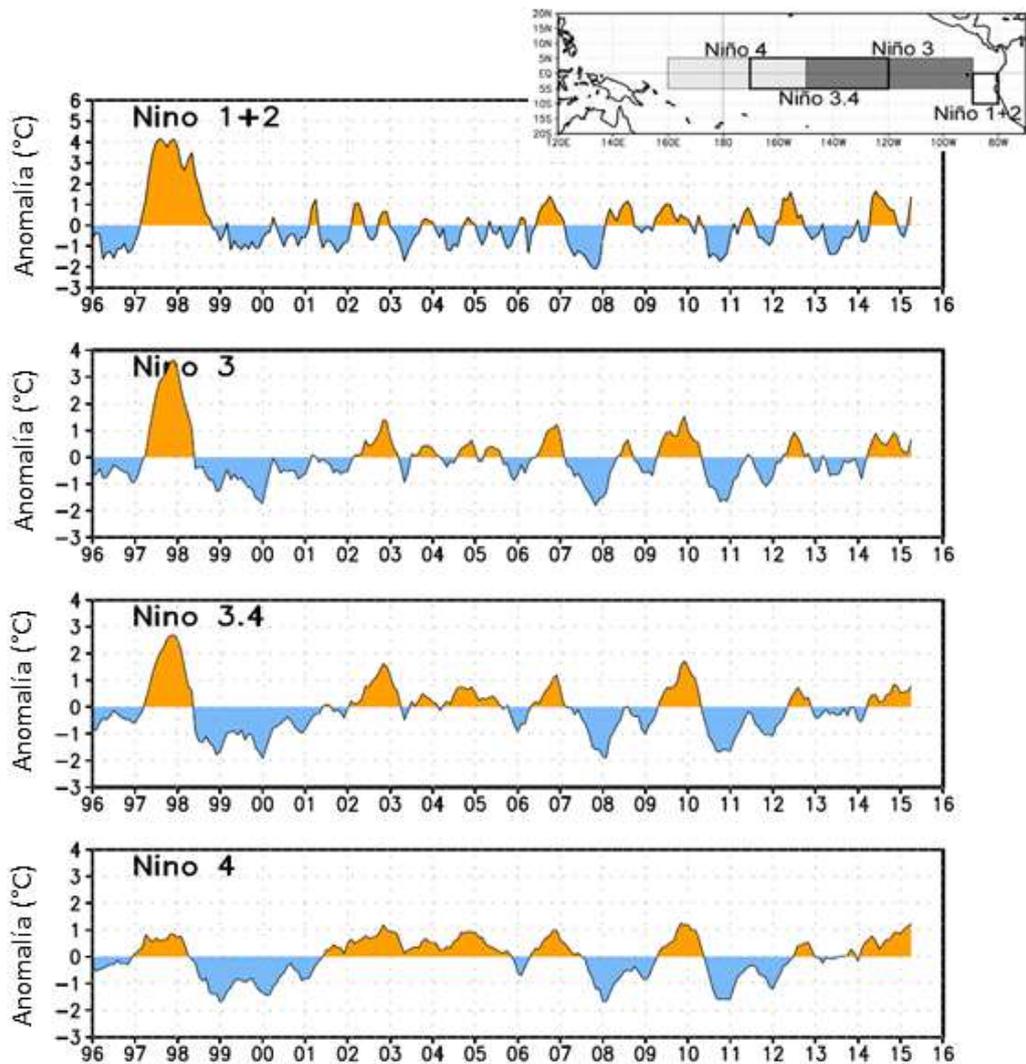


Figura 8. Series de tiempo para las regiones Niño de 1996 a abril 2015. Tomado de Climate Diagnostics Bulletin/NOAA (abril, 2015).

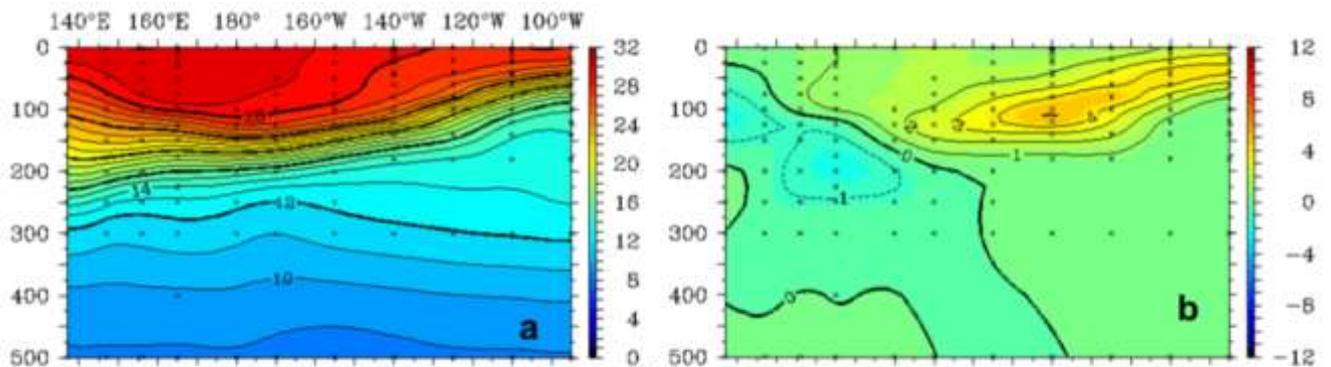


Figura 9. Estructura vertical de : a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$, panel superior) y b) Anomalías de temperatura ($^{\circ}\text{C}$, panel inferior) en abril 2015. Tomado de TAO (<http://www.pmel.noaa.gov>).

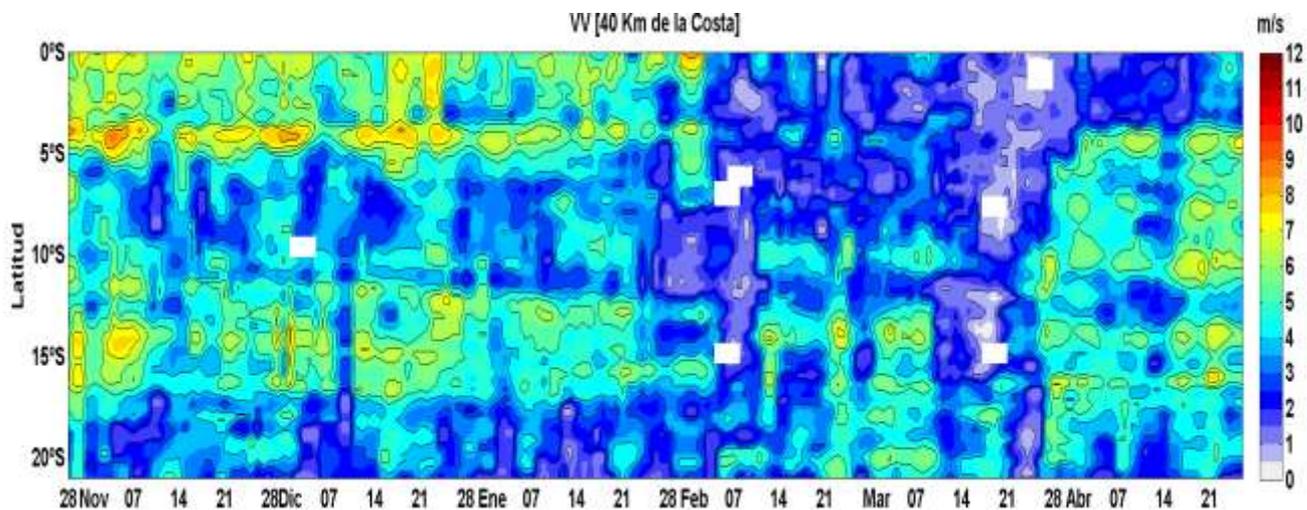


Figura 10 Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 26/04/2015.

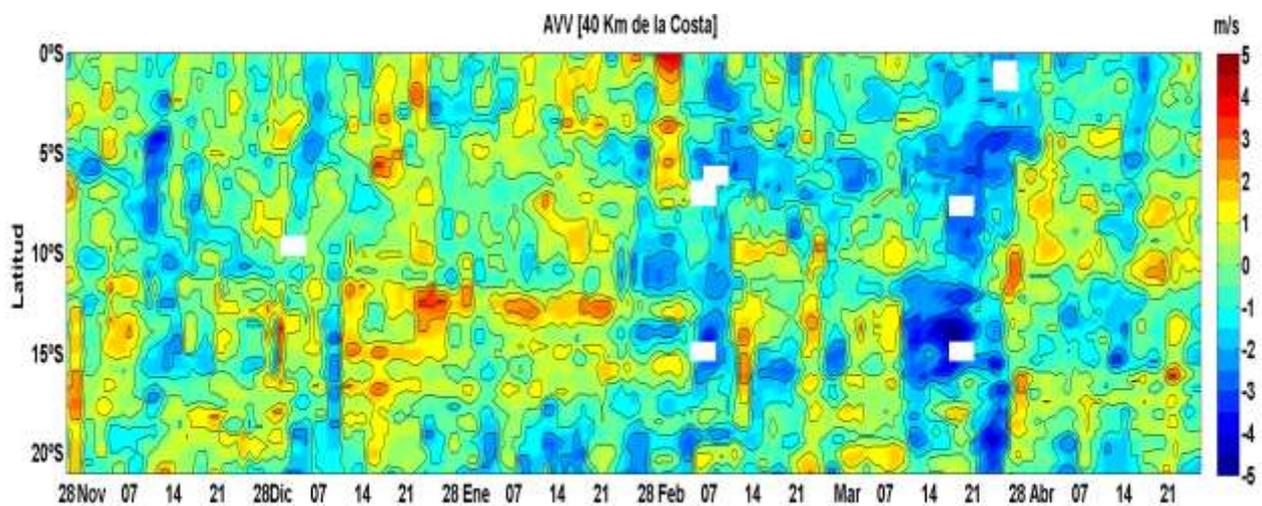


Figura 11: Diagrama Hovmöller de la Anomalía de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 26/04/2015.

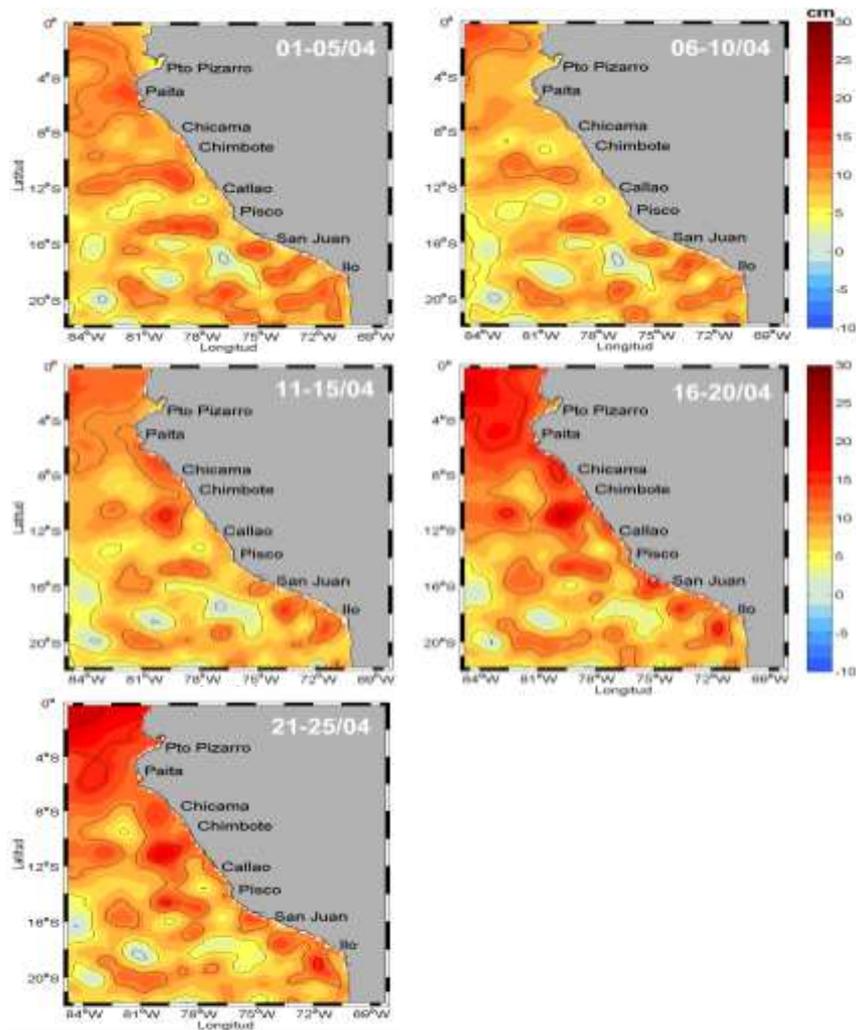


Figura 12. Anomalia de altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1-25 de abril 2015. Fuente: AVISO/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE.

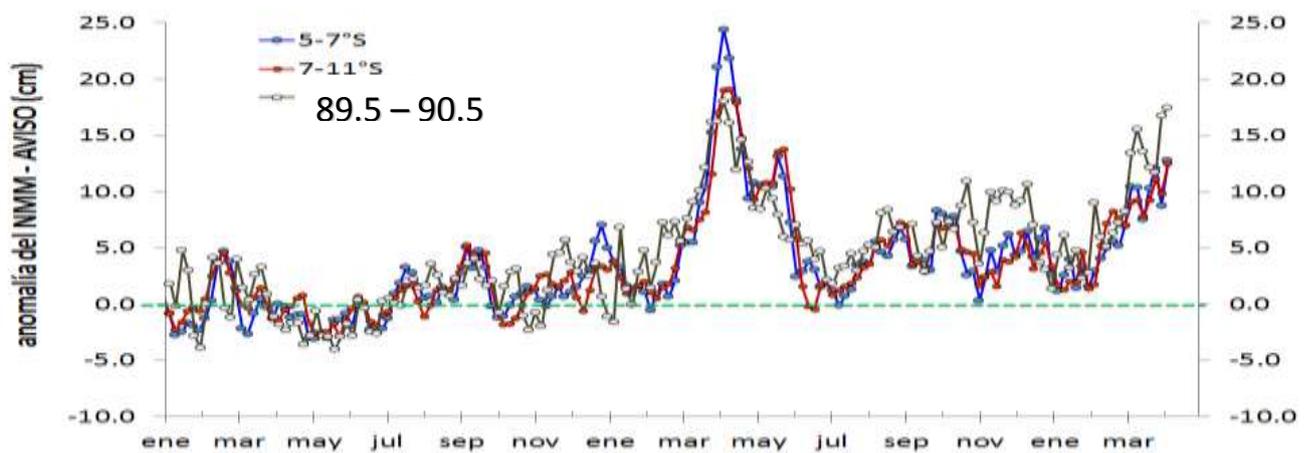


Figura 13. Anomalia del nivel medio del mar en las latitudes 5-7°S, 7-11°S (frente a la costa peruana) y longitudes 89.5-90.5°W (Isla Galápagos). Fuente: AVISO. Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE.

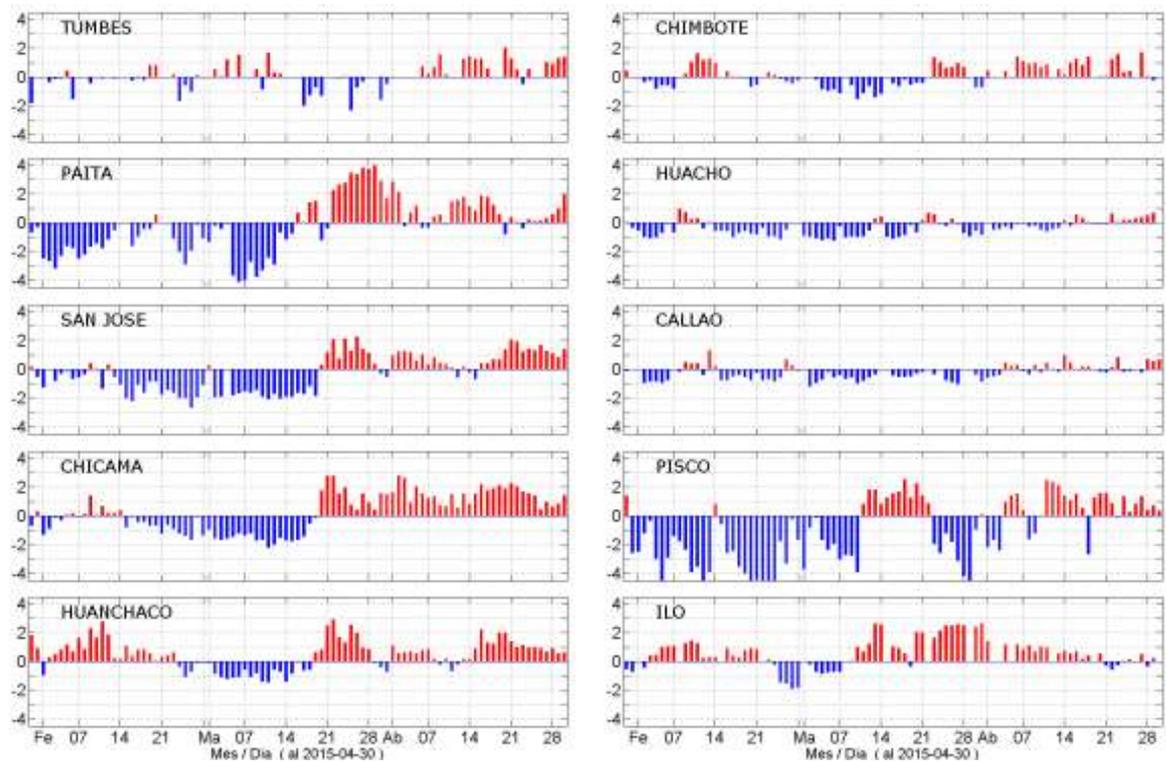


Figura 14. Series diarias de Anomalías de TSM, registradas en estaciones costeras del IMARPE al 30 abril 2015. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

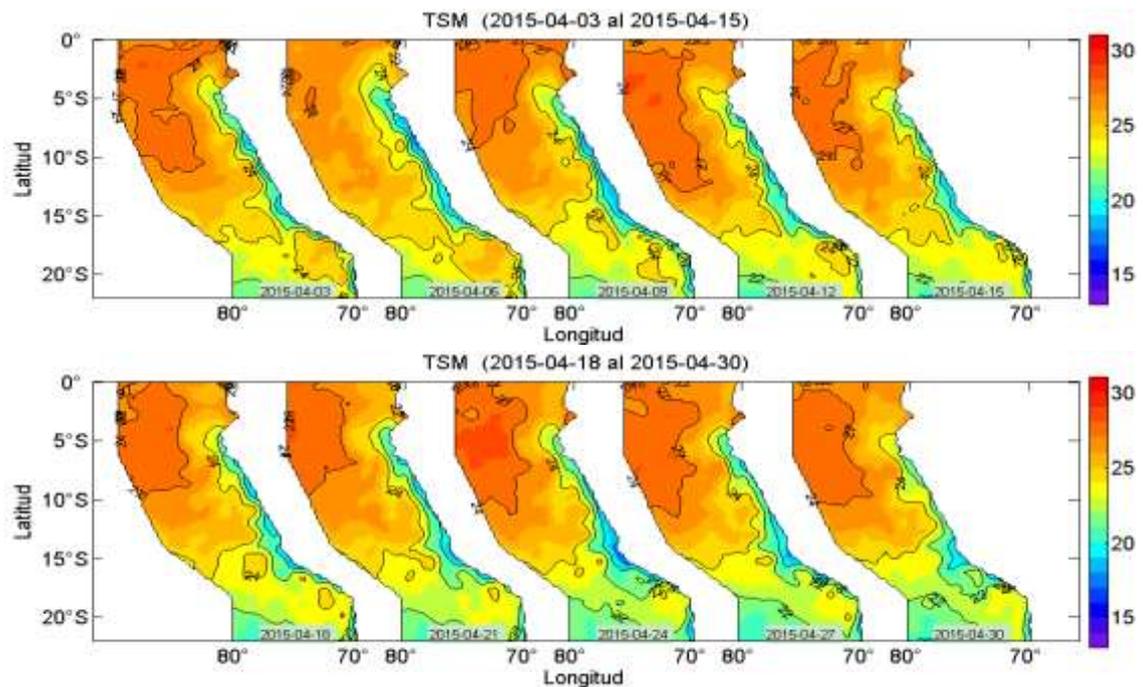


Figura 14. Distribución espacial de TSM frente a Perú, cada 3 días durante abril del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE

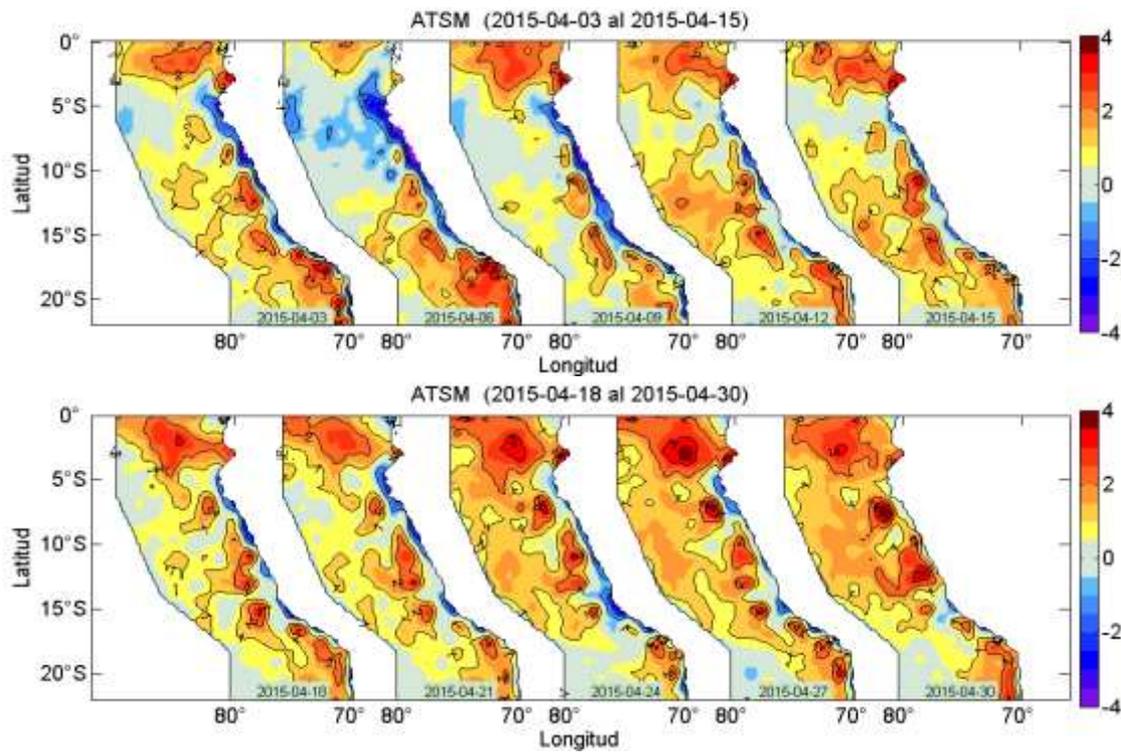


Figura 16. Distribución espacial de Anomalías de la TSM frente a Perú, cada 3 días durante abril del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

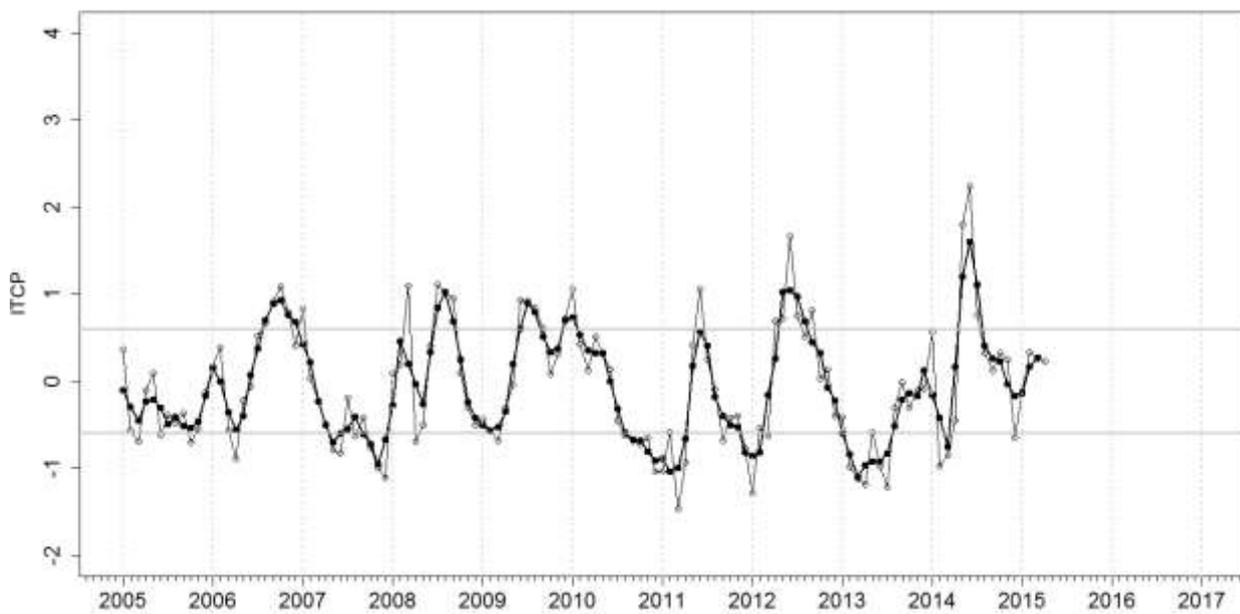


Figura 17. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre FMA 2015. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er modo EOF de la ATSM (círculo blanco)

**PERFIL PAITA
(26-27 Abril 2015)**

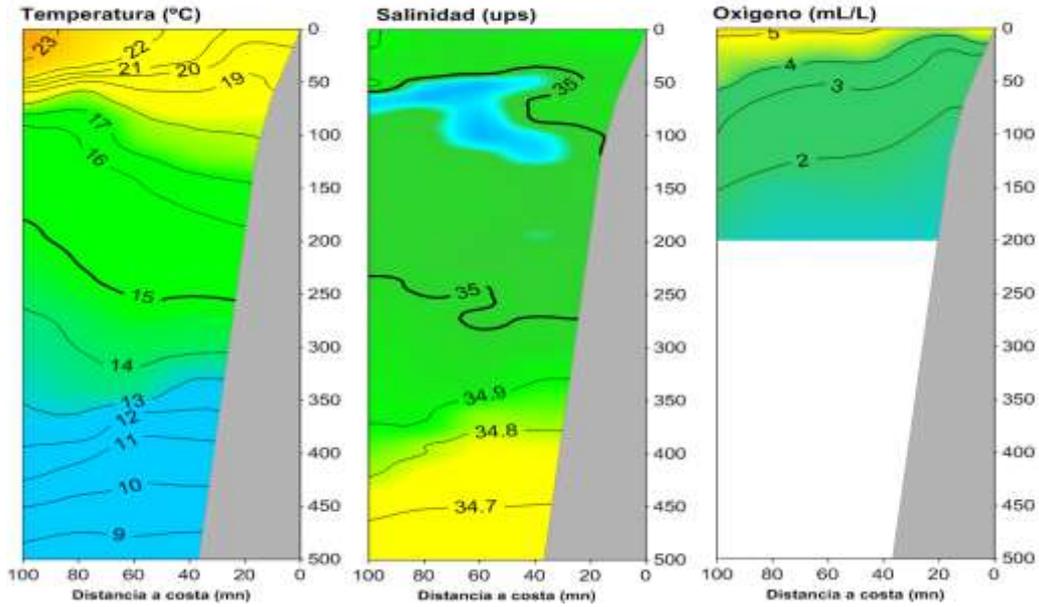


Figura 18. Sección Paíta 26-27 abril 2015: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L). Operación Monitoreo Bio-Oceanográfico 1504. BIC L. Flores.

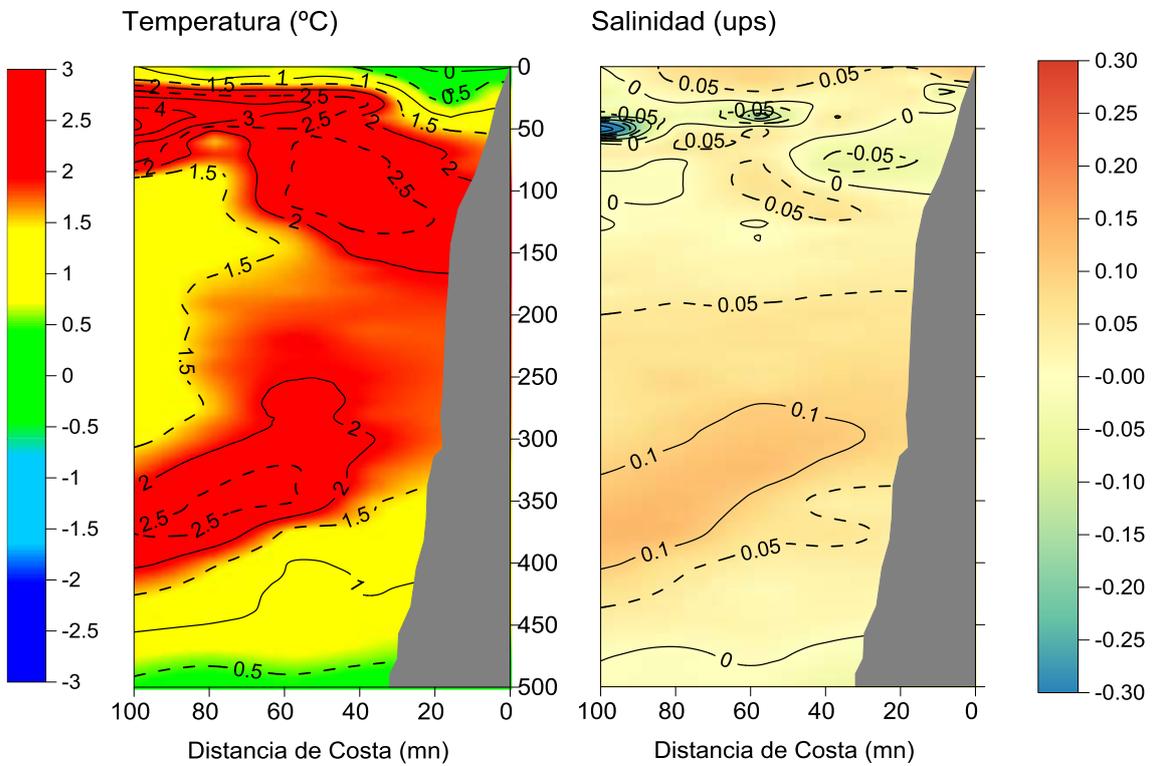


Figura 19. Sección Paíta 26-27 abril 2015: a) Anomalías de Temperatura (°C), b) Anomalías de Salinidad (ups). Operación Monitoreo Bio-Oceanográfico 1504. BIC L. Flores.

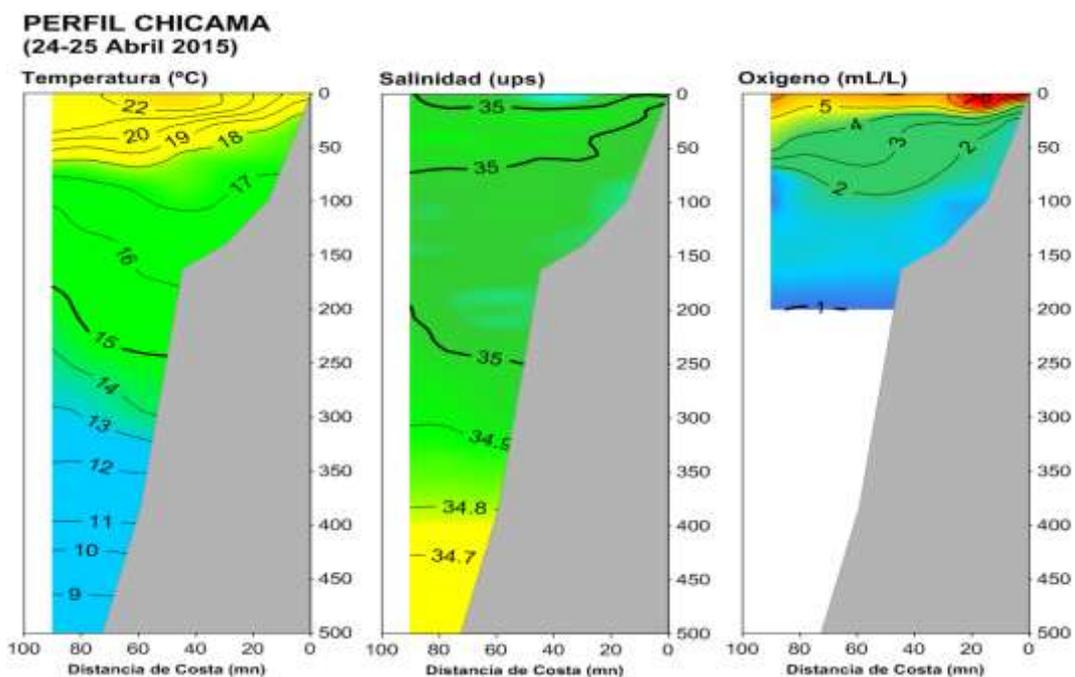


Figura 20. Sección Chicama 24-25 Abril 2015: Temperatura (°C), Salinidad (ups), Oxígeno (mL/L). Monitoreo Bio-Oceanográfico 1504 BIC L. Flores.

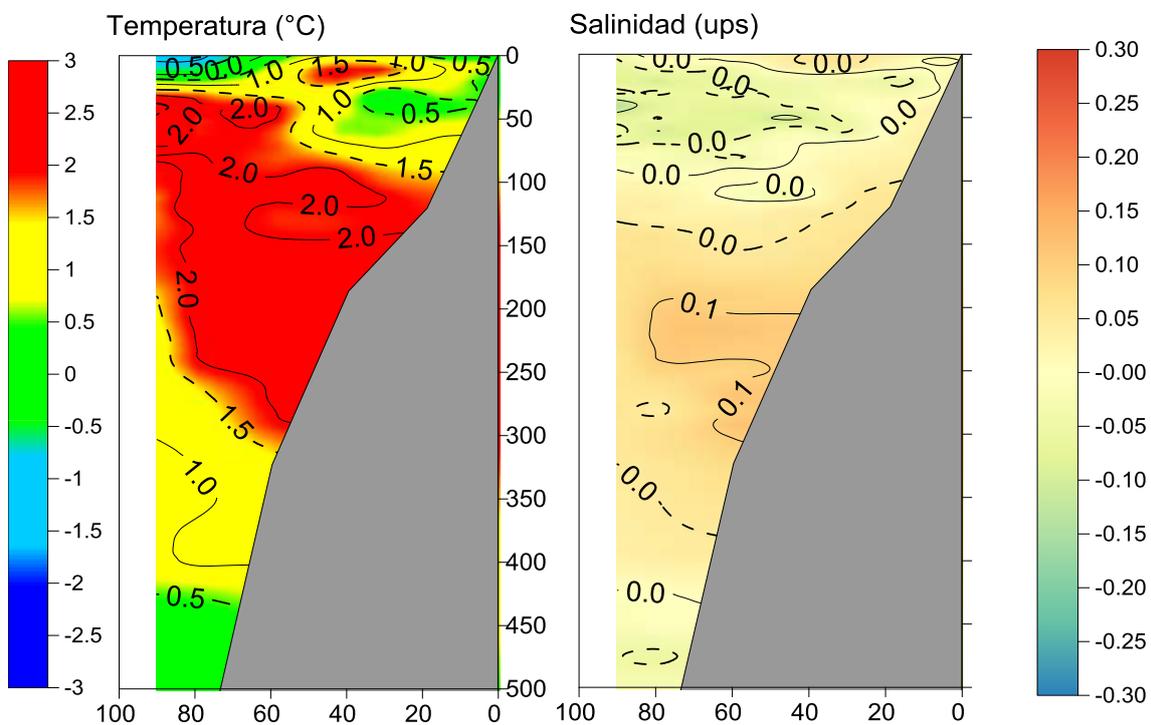


Figura 21. Sección Chicama 24-25 Abril 2015: Anomalías de Temperatura (°C), Anomalías de Salinidad (ups). Monitoreo Bio-Oceanográfico 1504 BIC L. Flores.

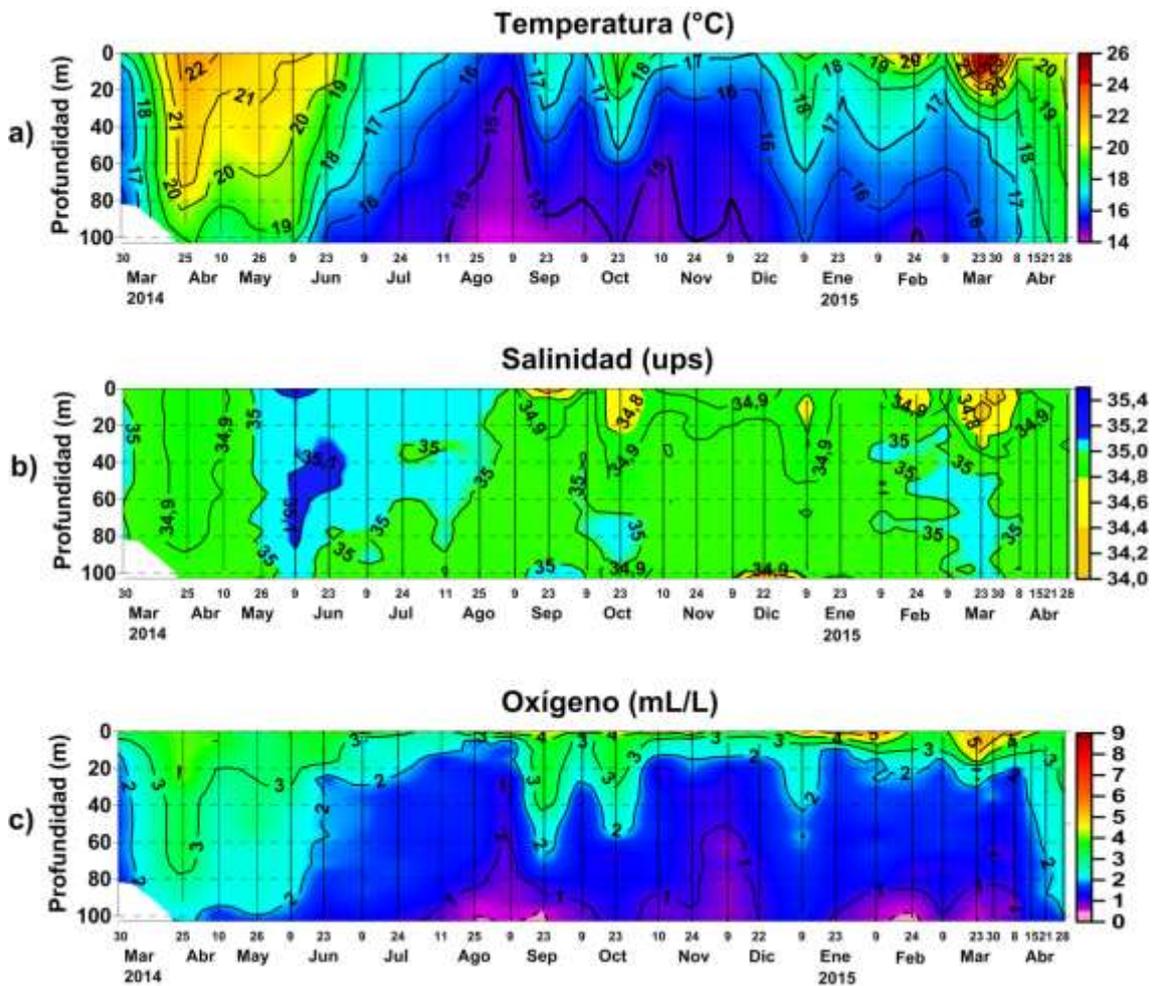


Figura 22. Series de tiempo de temperatura, salinidad, oxígeno de la estación Fija Paita (Lat: 05°04´S, Long: 81°14.9´W), actualizada al 24 de febrero 2015. Procesamiento: AFIOQG-IMARPE.

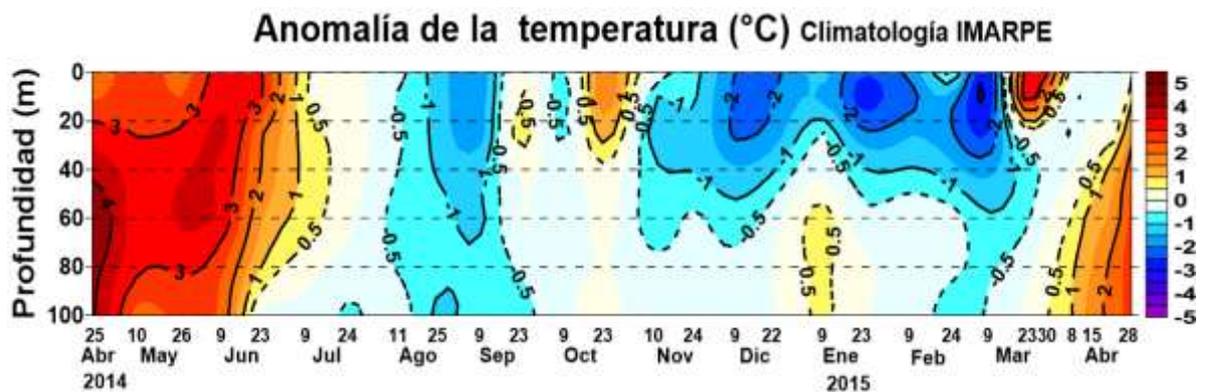


Figura 23. Serie de tiempo de anomalía del punto fijo de Paita, para el periodo de 25 de abril de 2014 a 28 de abril de 2015, en base a la climatología mensual de IMARPE para el periodo de 1981 a 2010.

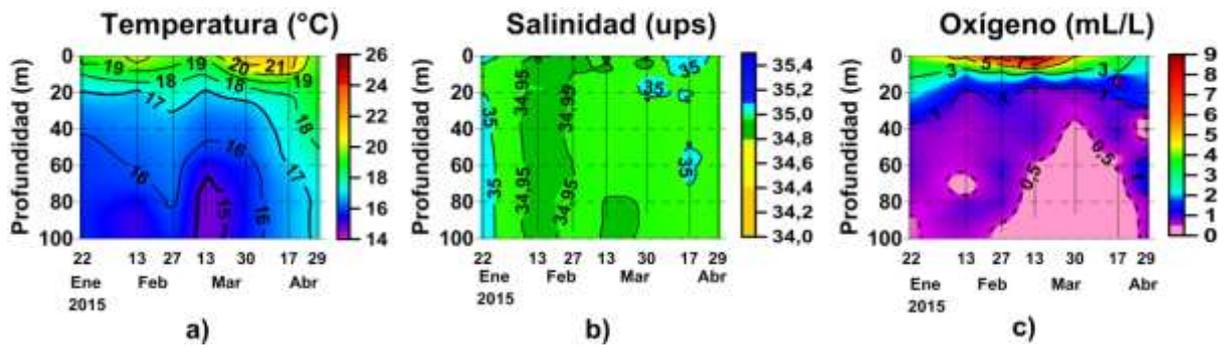


Figura 24. Series de tiempo de temperatura, salinidad, oxígeno de la estación Fija Chicama (Lat: 07°49.2'S, Long: 79°49.4'W), actualizada al 27 de febrero 2015. Procesamiento: AFIOQG-IMARPE.

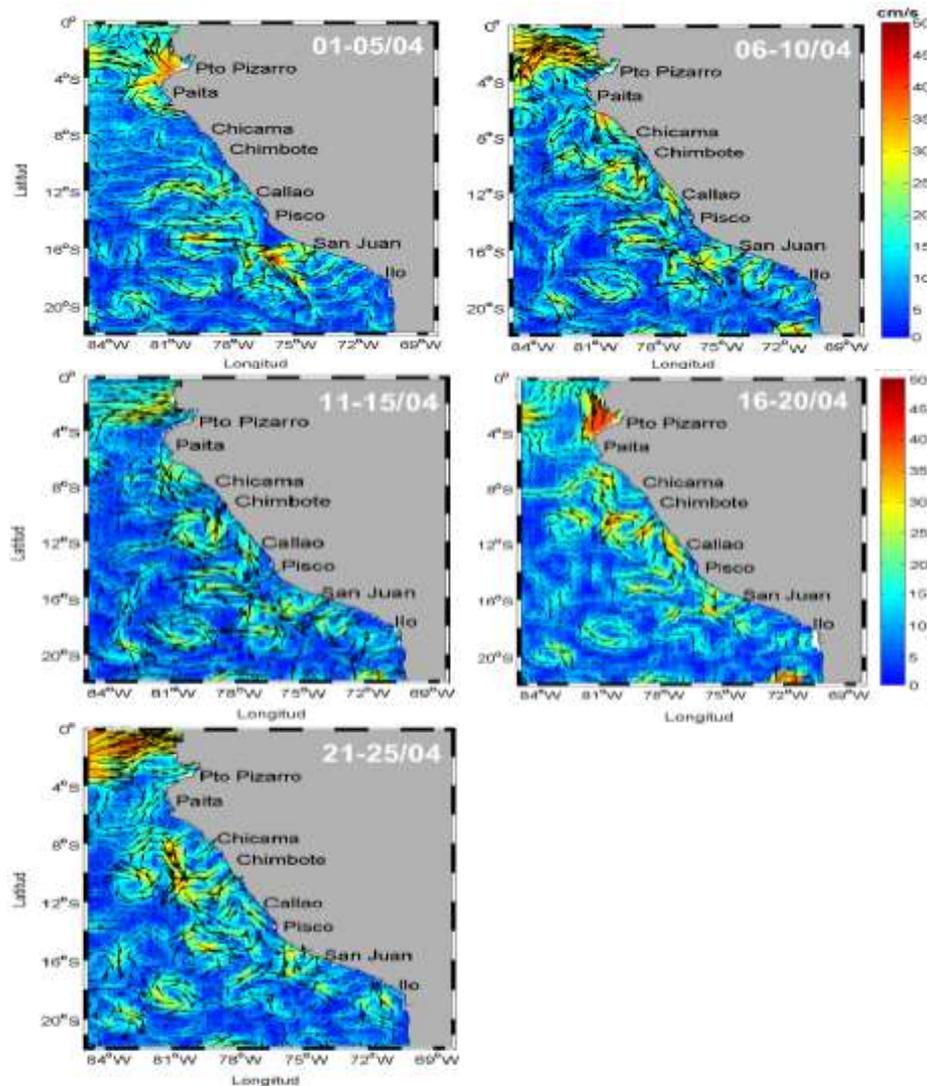


Figura 25. Velocidades Geostróficas (cm/s). Pentadas del 1-25 de abril 2015. Fuente: AVISO/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE

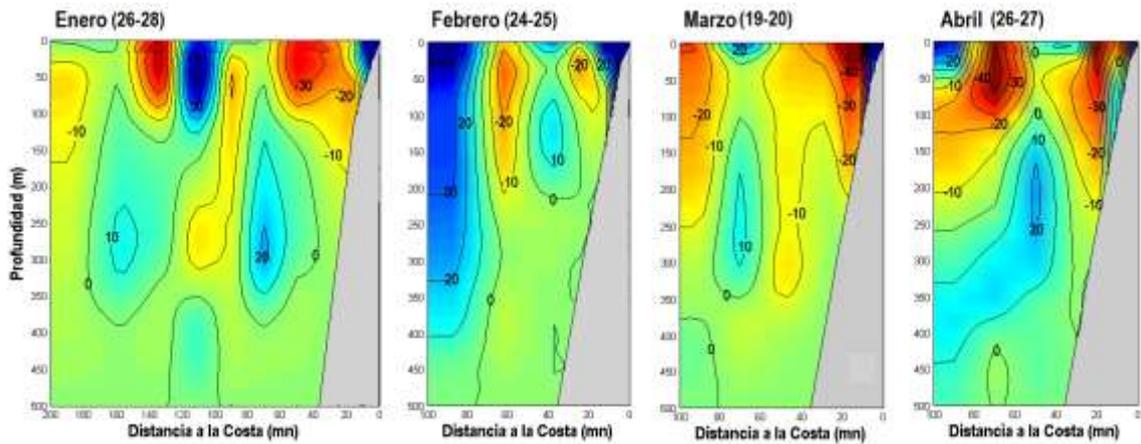


Figura 26. Sección Paita 26-27 Abril 2015: Velocidades Geostróficas (cm/s). Monitoreo Bio-Oceanográfico 1504 BIC L. Flores.

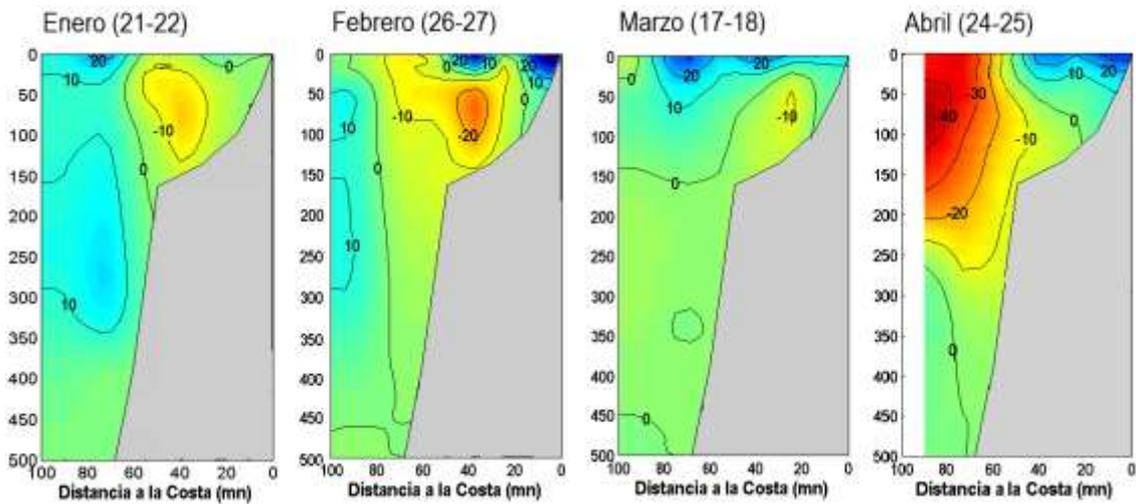


Figura 27. Sección Chicama 24-25 Abril 2015: Velocidades Geostróficas (cm/s). Monitoreo Bio-Oceanográfico 1504 BIC L. Flores.

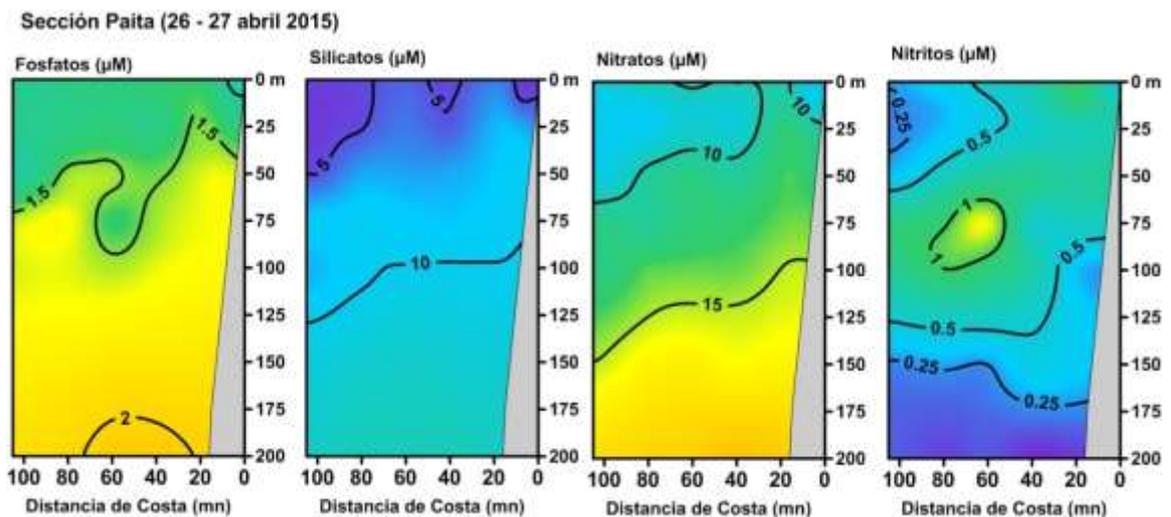


Figura 28. Distribución de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos en la sección Paita 1404. BIC Luis A. Flores.

Sección Chicama (24 - 25 abril 2015)

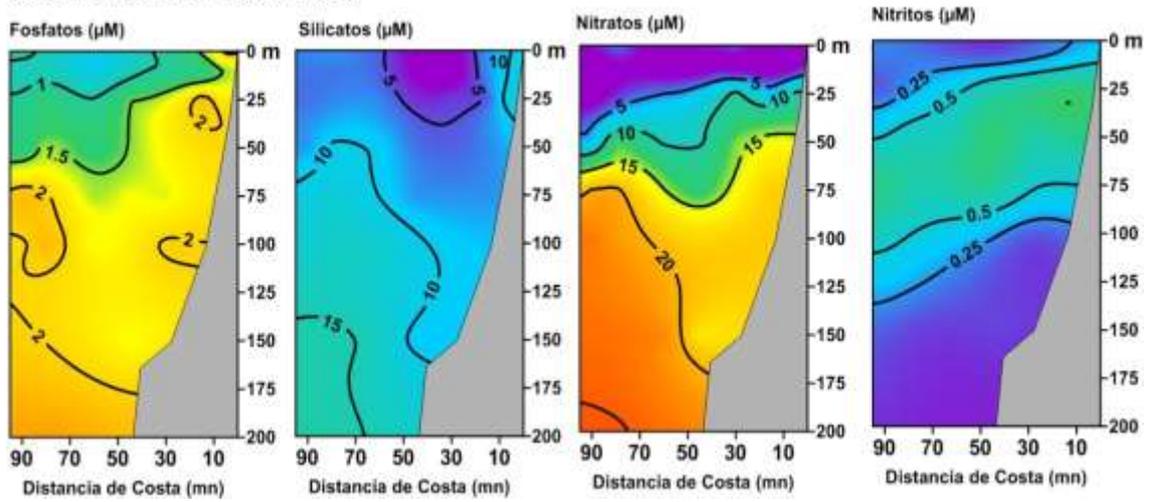


Figura 29. Distribución de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos en la sección Chicama 1504. BIC. Luis A. Flores

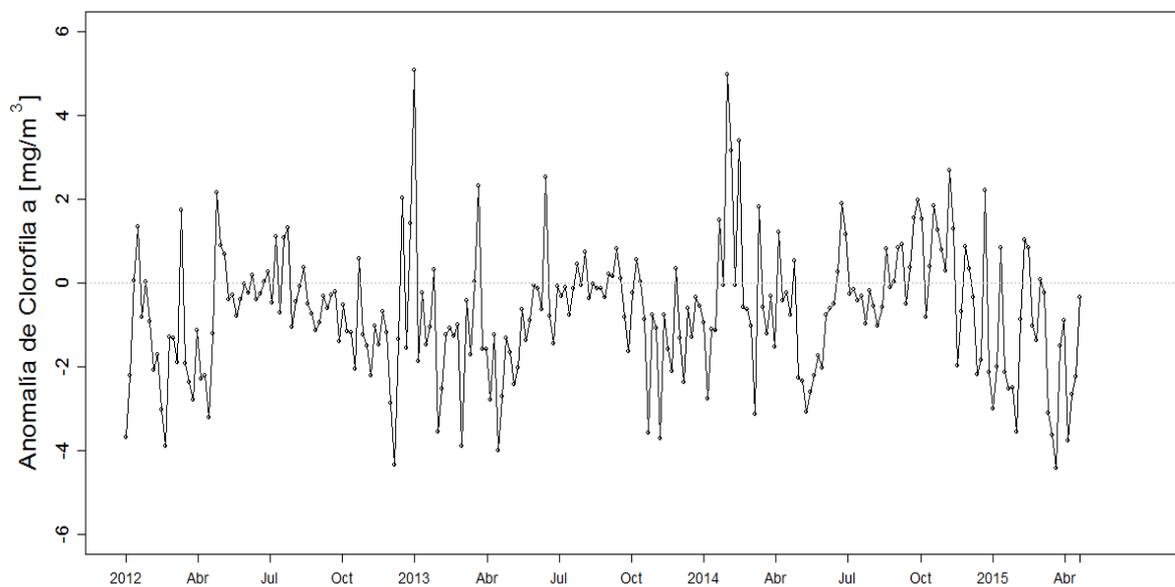


Figura 30 Anomalía promedio de clorofila-a superficial (mg/m^3) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los $6^\circ\text{S} - 16^\circ\text{S}$ desde enero del 2012 hasta el 28 de abril del 2015.

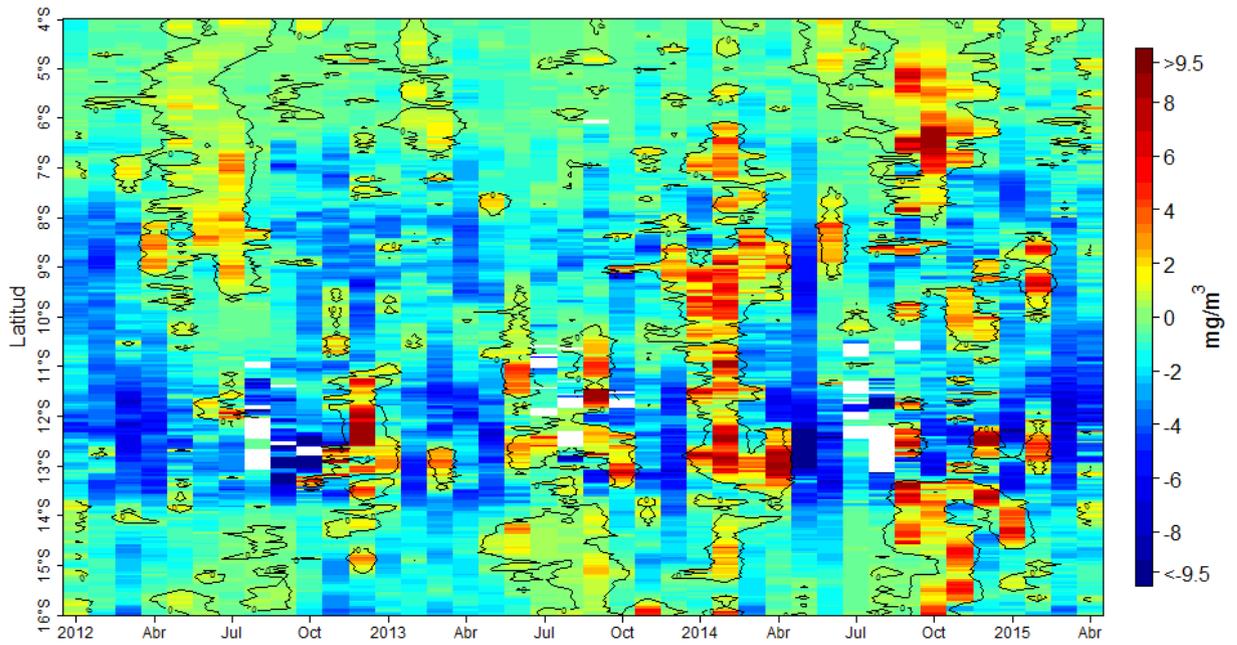


Figura 31. Anomalia promedio de clorofila-a superficial (mg/m^3) mensualmente del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa desde enero del 2012 hasta el 28 de abril del 2015

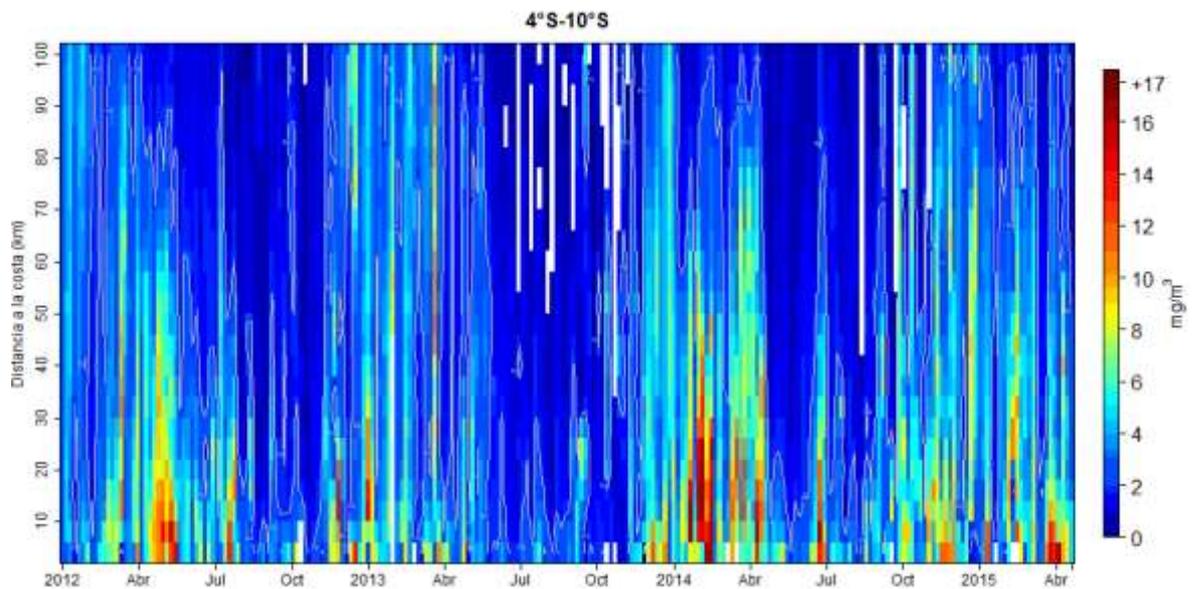


Figura 32. Clorofila-a superficial (mg/m^3) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona norte ($4^{\circ}\text{S}-10^{\circ}\text{S}$) desde enero del 2012 hasta el 28 de abril del 2015.

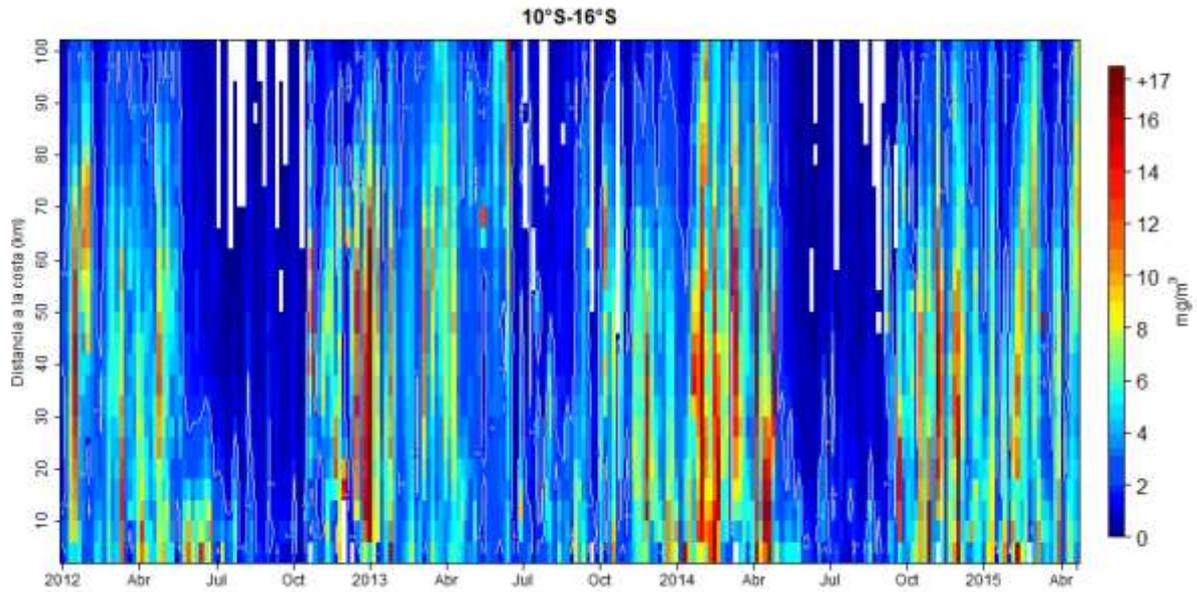


Figura 33. Clorofila-a superficial (mg/m^3) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro (10°S - 16°S) desde enero del 2012 hasta el 28 de abril del 2015.

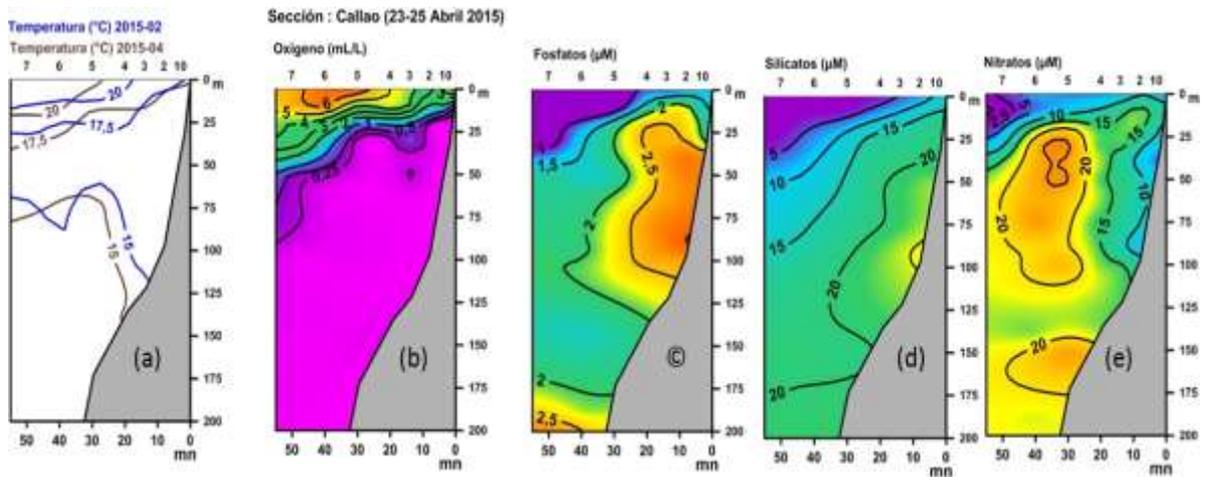


Figura 34. a) Distribución de la Temperatura vertical frente al Callao en los Cruceros Intensivos Oceanográficos (CRIOS) 1502-1504. Distribución vertical de: b) oxígeno, c) fosfatos, d) silicatos y e) nitratos durante el CRIO 1504. BIC. José Olaya B.

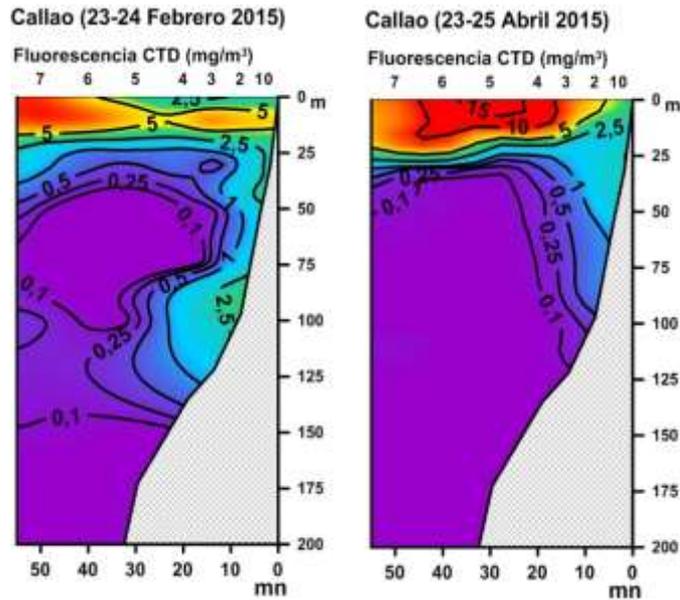


Figura 35. Distribución de fluorescencia en la columna de agua frente al Callao. Crs. CRIO 1502 y 1504.

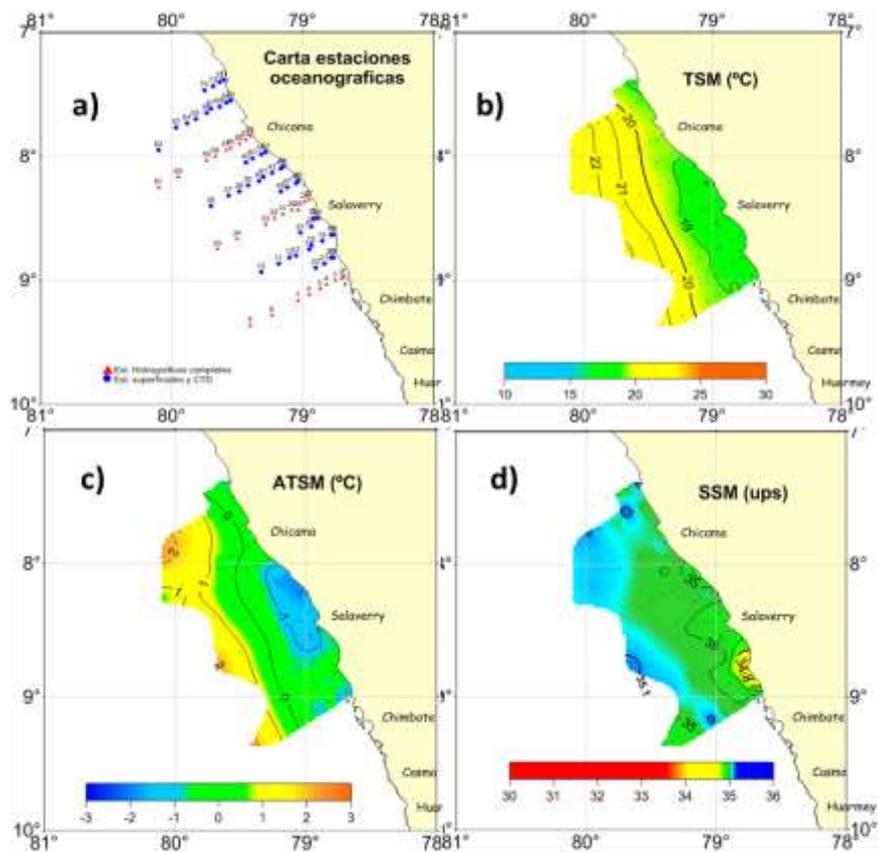


Figura 36. Distribución superficial: a) Carta de Estaciones Oceanográfica, b) Temperatura del agua de mar TSM (°C), c) Anomalías de la temperatura del mar ATSM (°C) d). Salinidad del agua de mar SSM (ups). Operación Seguimiento Larval 1504. BIC L. Flores

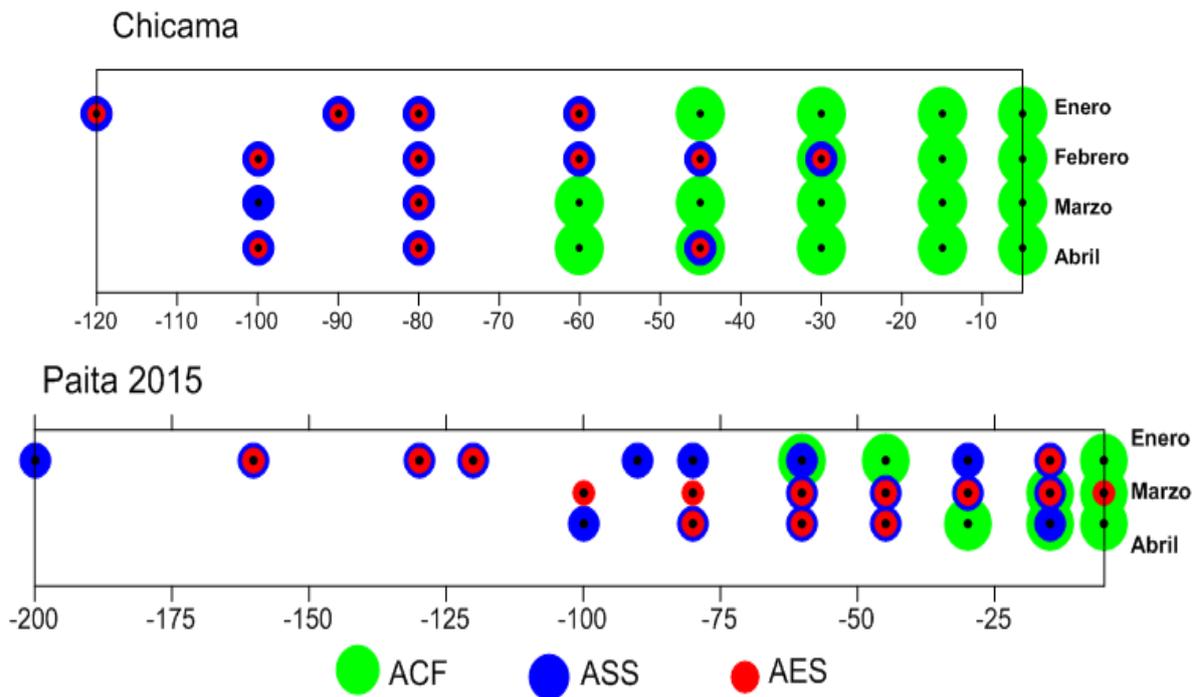


Figura 37. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama y Paita 1504

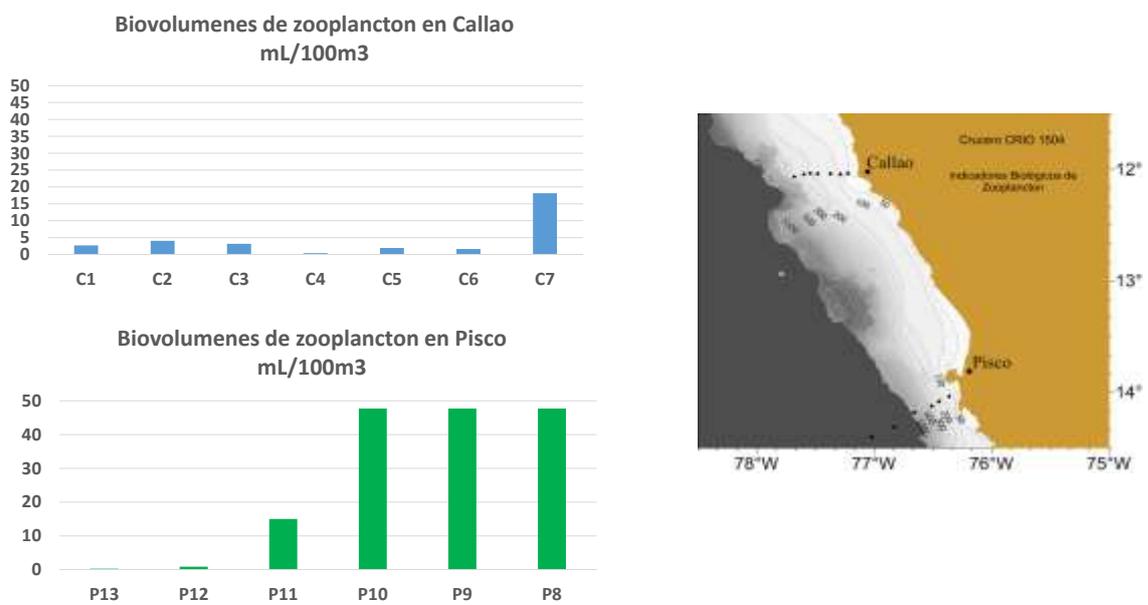
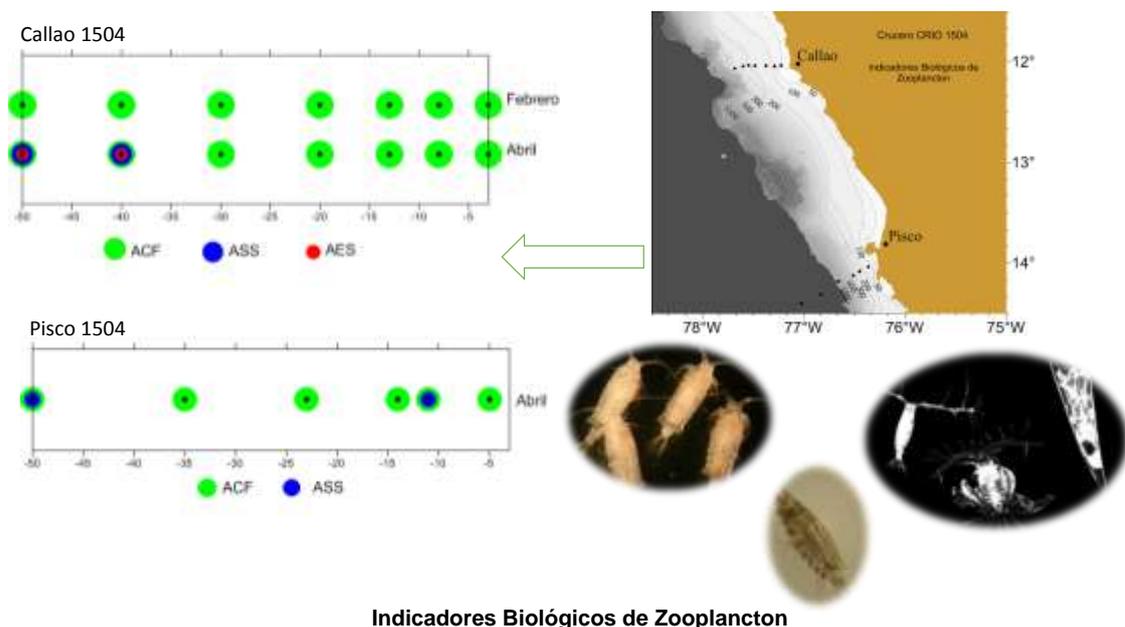


Figura 38. Biovolúmenes de zooplancton (mL/100m³), frente al Callao y Pisco 1504



Indicadores Biológicos de Zooplancton

Figura 39. Indicadores del zooplancton frente al Callao y Pisco Abril del 2015

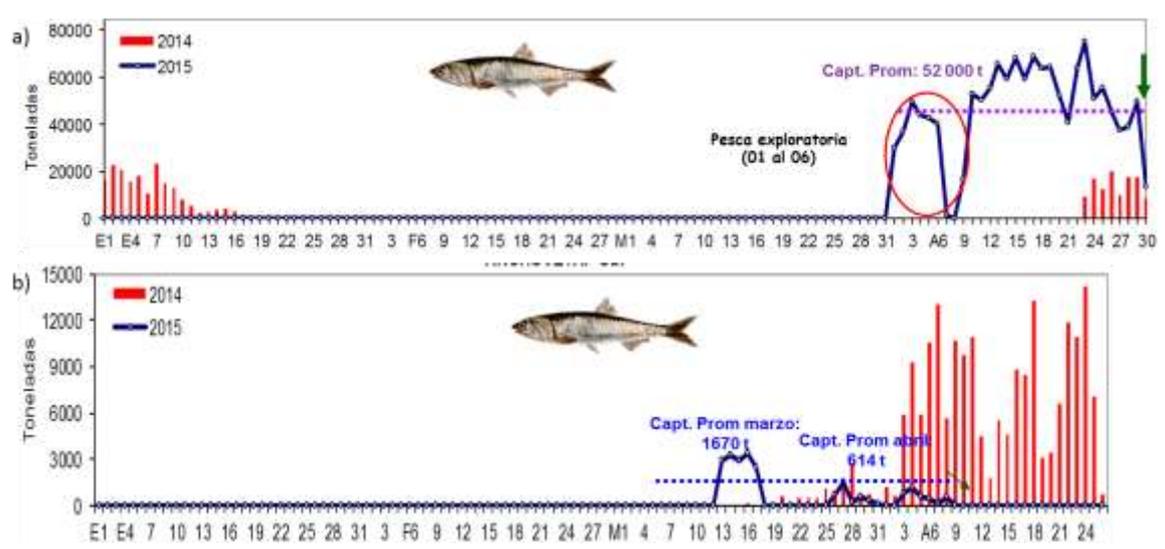


Figura 40. Desembarque diario de anchoveta en a) Región Norte – Centro y b) Región Sur. Periodo 01 de enero al 30 de abril 2015. Fuente: AFIRNP/IMARPE

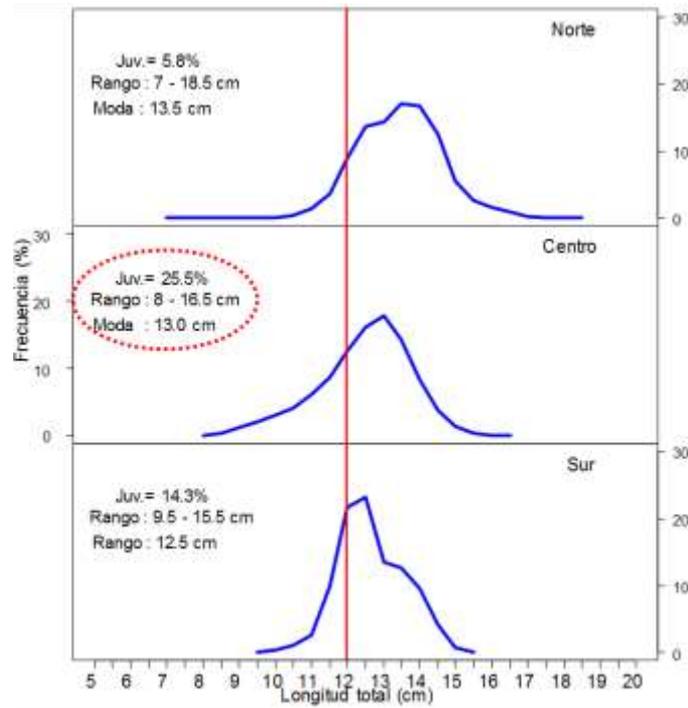


Figura 41. Estructura de tamaños de anchoveta. Abril 2015.
Fuente: AFIRNP/IMARPE

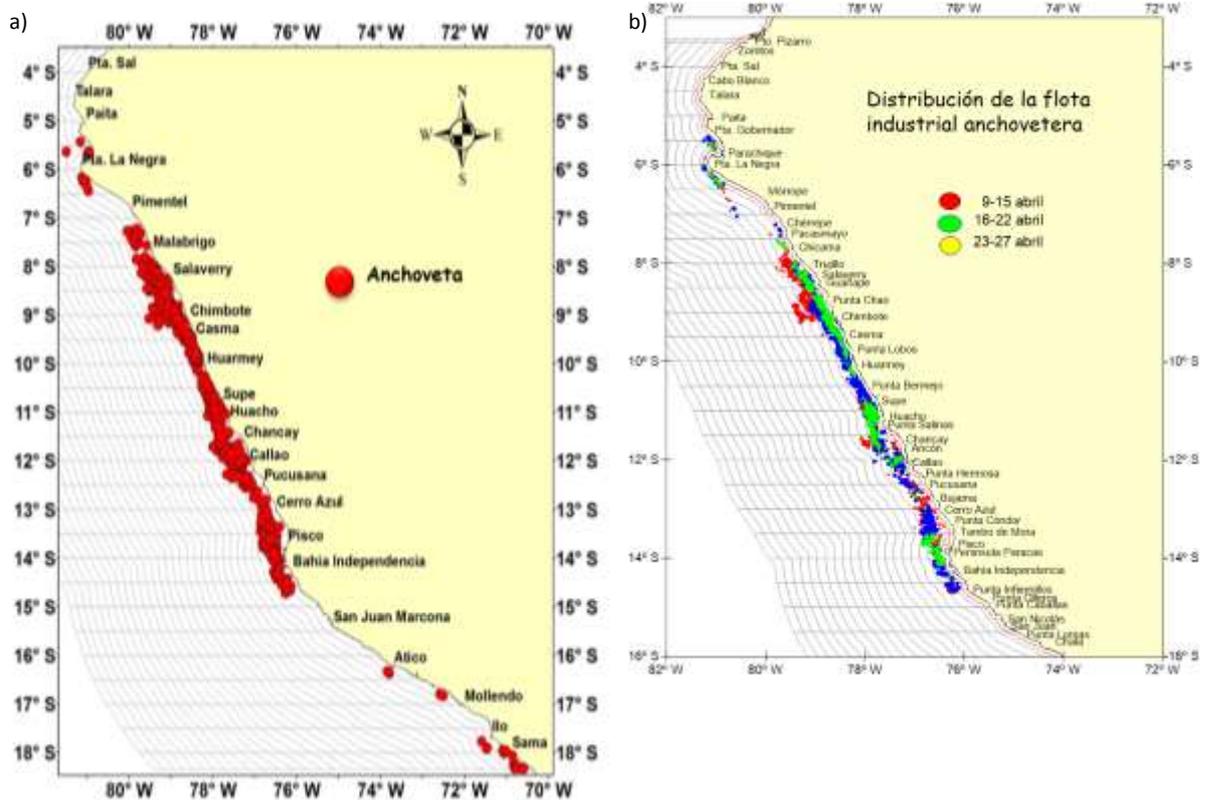


Figura 42. Distribución de la flota industrial de anchoveta. a) mensual y b) semanal. Abril 2015.

Fuente: AFIRNP/IMARPE

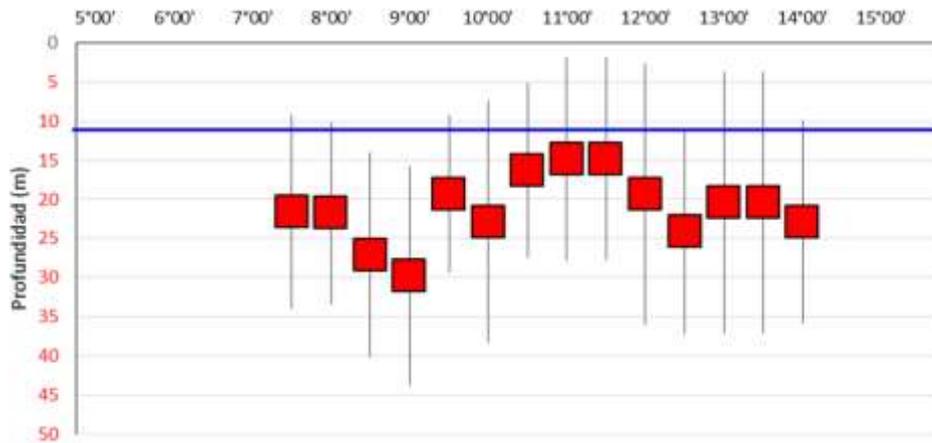


Figura 43. Distribución vertical de anchoveta. Abril 2015. Fuente : PBP/AFDPERP/IMARPE.

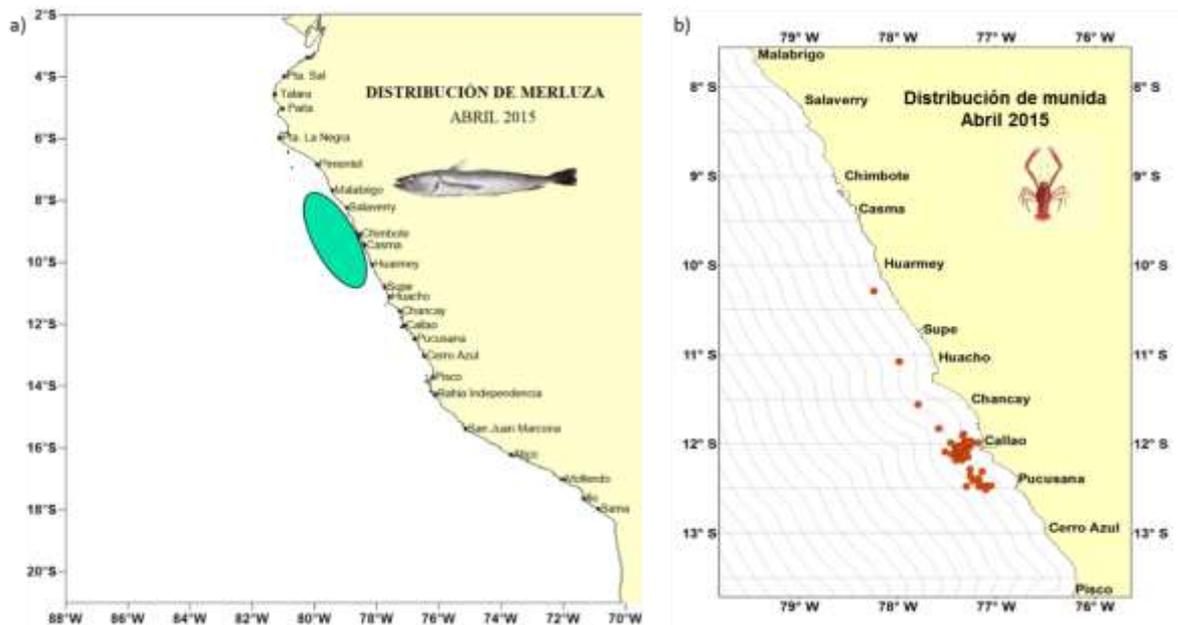


Figura 44. Especies indicadoras de masas de agua. a) merluza (cálidas) y b) munida (fría) durante abril 2015. Fuente: PBP/AFDPERP/IMARPE y AFIRNP/IMARPE.

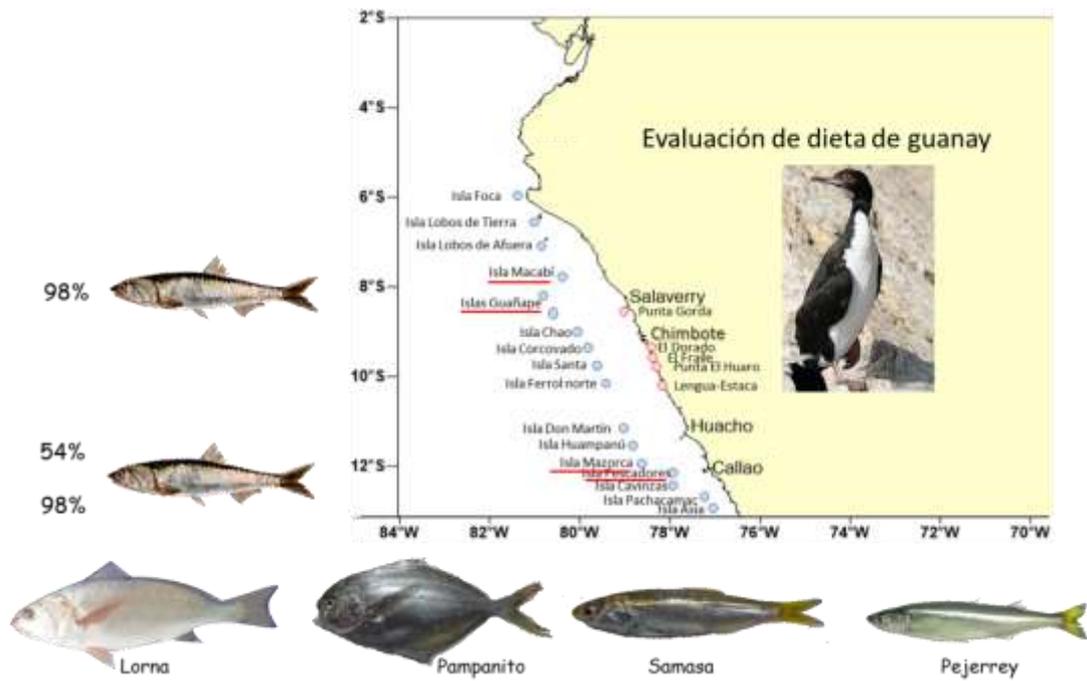


Figura 45. Dieta de guanay en islas del Norte - Centro durante abril 2015.
Fuente: ODS/AFDPERP/IMARPE

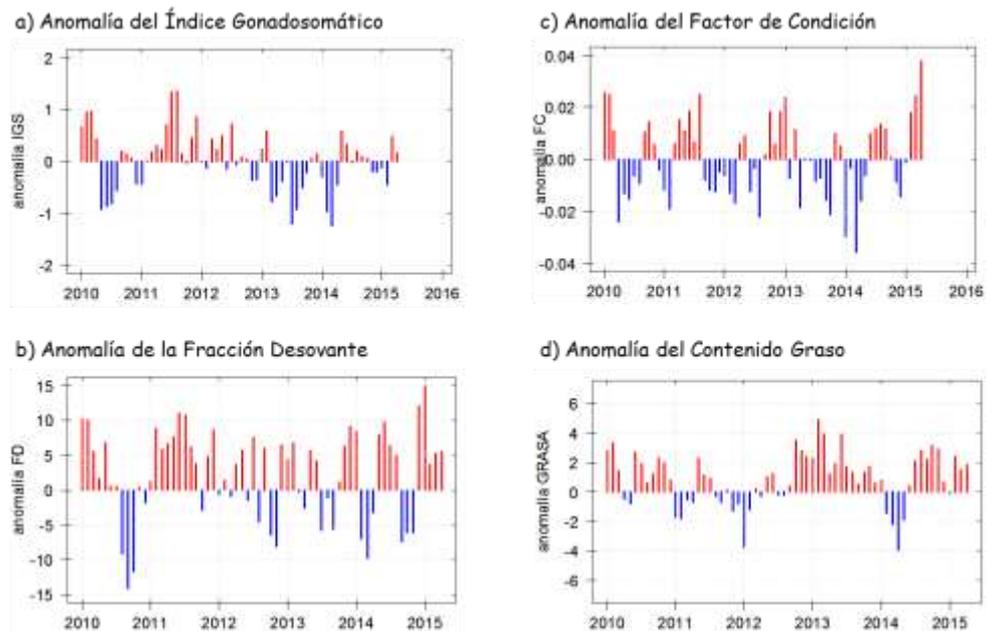


Figura 46. Anomalías de los indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) e indicadores somáticos c) Factor de condición y d) Contenido Graso (CG) del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2010 –abril 2015. Fuente: LBR/AFIRNP/IMARPE.

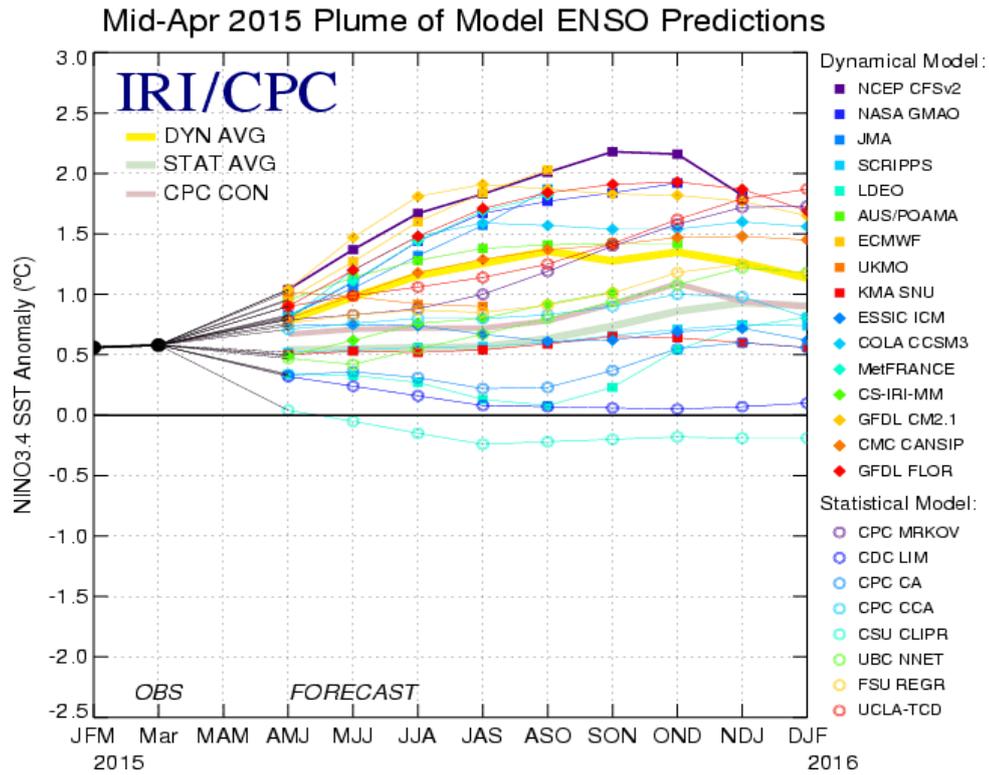


Figura 47. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Abril 2015.

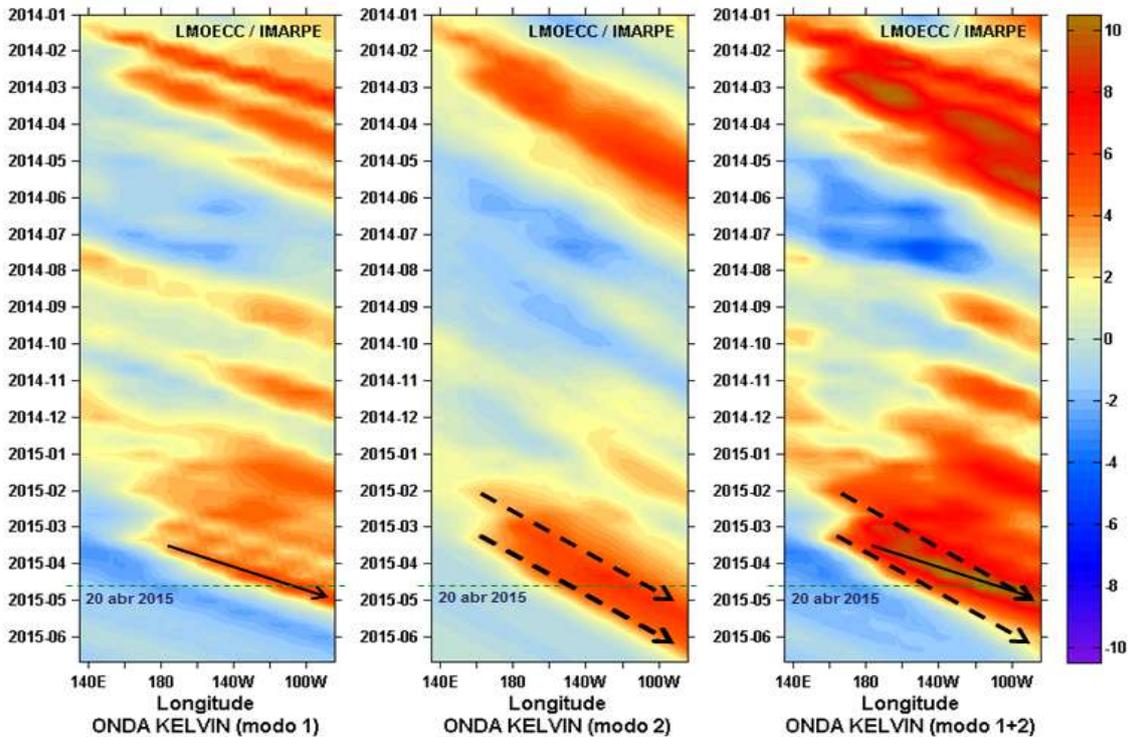


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

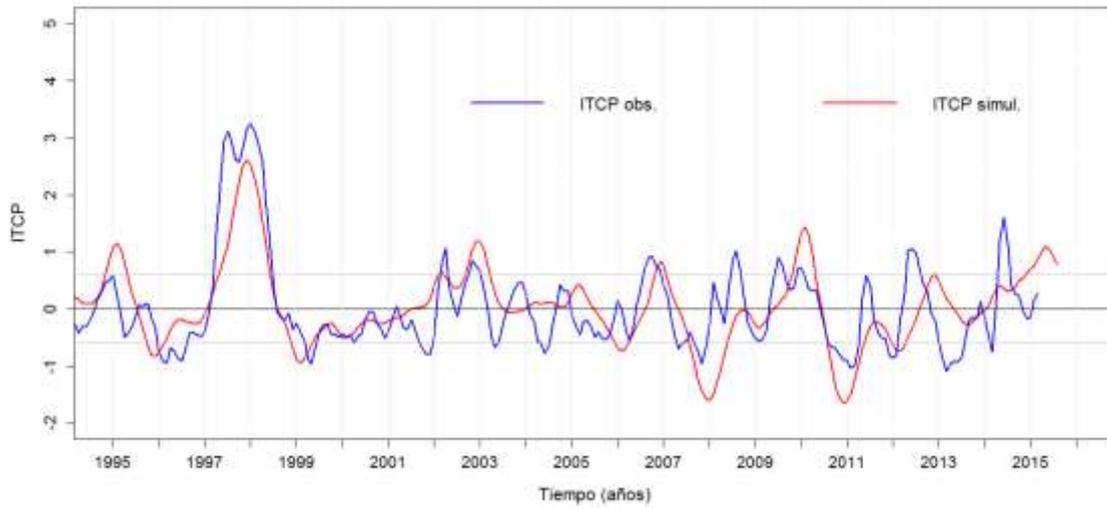


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

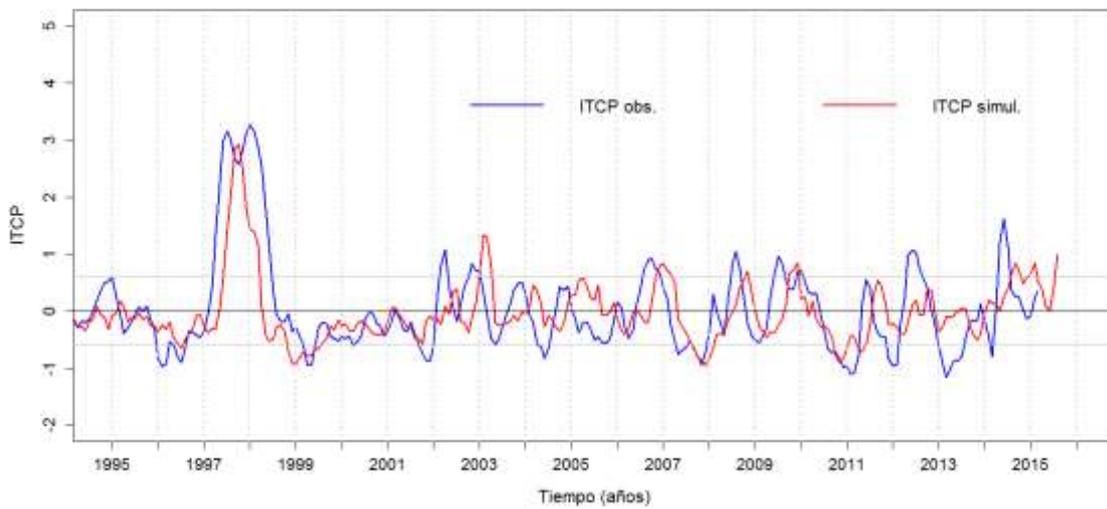


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.



Figura 51. Anomalías del Nivel medio del mar en estaciones costeras durante el mes de abril 2015. Fuente: DHNM.

