

Grupo de Trabajo Institucional El Niño
**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico-
Pesqueras**

Setiembre 2015

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 26 de septiembre 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 95°W, 43°S con una intensidad máxima de ~1027 hPa, encontrándose desplazado al sur de su posición habitual y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~2 hPa (Figuras 1 y 1a). Asimismo, se observó en el Pacífico oriental tropical la presencia de anomalías negativas de presión entre -4 y -1 hPa, mientras que en el Pacífico occidental tropical, la presencia de anomalías positivas entre +1 y +2 hPa (Figura 1b).

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 JAS 2015, el IAPS presenta un valor de -1,02 ubicado en el rango neutro (Figura 2).

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

La distribución de las anomalías de la radiación de onda larga (ORL) indica que el fortalecimiento de la convección se mantuvo en el océano Pacífico ecuatorial en setiembre, localizándose un área continua extendida desde ~150°E (levemente al sur del ecuador) hasta la costa sudamericana (al norte del ecuador) desde 160°W y hacia el este. En esta banda ocurrieron núcleos de máxima precipitación con -40 W/m². El sector frente a Sudamérica presentó leve subsidencia (0-10 W/m²). (Figura 3).

El campo de anomalías de vientos (m/s) a nivel de 850 hPa indica que los vientos del oeste se extendieron desde el sector occidental al sector central-oriental del Pacífico ecuatorial. A nivel de 200 hPa, prevalecieron vientos del este entre el sector occidental al central-oriental del Pacífico ecuatorial; mientras que anomalías del oeste caracterizaron la región del Pacífico oriental (Figura 4).

1.2 Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales

El océano Pacífico entre 10°N y 10°S, principalmente al este de la línea de cambio de fecha, registra el calentamiento más intenso de la cuenca con anomalías que alcanzan +3,5°C y +4°C alrededor de 115°W. En el sector costero frente a Sudamérica, el foco de calentamiento más intenso se mantiene frente a la costa norte del Perú donde se registra una anomalía de +3°C (Figura. 5).

Las anomalías térmicas en las regiones Niño (Figura 6) indican que una tendencia ascendente de las ATSM con algunas declinaciones (disminución de la ATSM) principalmente a inicios de mes. Por otro lado se observa que la serie de la región Niño 1+2 es la que presenta una mayor variabilidad en su comportamiento en lo que va de la evolución de este El Niño. La NOAA reportó que los últimos valores semanales promedio de las anomalías para este mes, en las regiones Niño fueron: +2,6°C en la región Niño 1+2; +2,7°C en la región Niño 3; +2,3°C en la región Niño 3.4; y +1,1°C en la región Niño 4.

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

La estructura térmica promedio mensual de temperatura del agua de mar y su anomalía para los primeros 500 m entre 2°N y 2°S, evidencia la continuidad del intenso calentamiento que se viene registrando desde meses anteriores, debido a desplazamiento de ondas Kelvin a lo largo de la zona ecuatorial, concentrándose altos contenidos de calor en la zona oriental, resaltando anomalías mayores a +7°C en un núcleo centrado en 50-75 m de profundidad. Áreas cálidas con anomalías mayores a 1°C se distinguieron hasta ~170°W y sobre los 150 m. (Figura 7).

2. CONDICIONES 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 setiembre del 2015 (del 01 al 26), el viento frente a la costa peruana (aproximadamente a 40 km), presentó las siguientes variaciones:

La velocidad del viento (VV) varió entre 2,0 y 8,0 m/s, con una velocidad promedio de aproximadamente 6,0 m/s, presentando un debilitamiento del viento entre los días 14 y 16 de setiembre que afectó a gran parte de la costa peruana. Posteriormente a partir del 23 de setiembre se presentó un notable incremento de la intensidad del viento, en gran parte de la costa, alcanzando velocidades mayores a 8,0 m/s. (Figura 8).

La anomalía de la velocidad de viento (AVV), varió entre -3,0 y +2,0 m/s, predominando anomalías negativas durante los primeros días de setiembre y entre el 13 y 16 de setiembre, en cambio a partir del 22 las anomalías fueron positivas (Figura 9). Respecto a la dirección esta fue del sursuroeste (SSW) y suroeste (SW) al norte de 5°S, del sudeste (SE) entre 5°S y 18°S y del sur (S) y sudsudeste (SSE) al sur de los 18°S (Figura 10).

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar

Los mapas promedio de cada 5 días de distribución horizontal de anomalía del nivel del mar, fueron obtenidos de datos de altimetría producidos por SSALTO/DUACS y distribuidos por AVISO (indicar URL).

Para el mes de setiembre los valores para la ANMM variaron entre 0 cm y +20 cm frente a la costa (Figura 11), con anomalías entre -0,5 y 20 cm (Figura 12) dentro de los primeros 40 km. Los valores más bajos se presentaron frente a Chicama entre el 10 y 20 de setiembre, presentándose el mínimo el día 16; mientras que los máximos ocurrieron al sur de Chimbote durante los 10 primeros días del mes y entre el 16 y 20 de setiembre al norte de los 3°S (el máximo ocurrió al norte de Puerto Pizarro el 17-18 de setiembre).

2.2.4. Temperatura superficial del mar frente al litoral.

2.2.4.1 Laboratorios Costeros

La temperatura superficial del mar (TSM) registrada en los Laboratorios costeros del IMARPE, durante todo el mes de setiembre superó a sus promedios patrón, siendo significativo el incremento entre el 22 y 23 de setiembre, cuando las anomalías alcanzaron los +6°C frente a Paita, debido al relajamiento de los vientos y al impacto de una onda Kelvin; para luego descender, manteniéndose anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) mayores a +2°C al norte de Chimbote (Figura 13).

2.2.4.2 Información satelital

La información satelital de la temperatura superficial indica la continuación del calentamiento que se viene observando desde meses anteriores asociados a la evolución del El Niño. Es así que se observaron durante la primera semana ATSM de hasta +4 °C entre 5°S a 8°S y entre Callao y Pisco, atenuándose las anomalías la segunda semana, para volver a incrementarse la tercera semana, hasta alcanzar valores mayores a +4°C al norte de los 7°S. Sin embargo en la zona sur las ATSM se incrementaron la primera quincena y descendieron la segunda quincena; observándose un núcleo frío de -1,5°C frente a Pisco (Figura 14).

Las ATSM diarias para la franja dentro de las 50 millas náuticas (Figura 22), mostraron a inicios de setiembre un aumento general entre 4°S a 16°S y una leve atenuación al sur de los 16°S. Durante la segunda semana se observó una tendencia a la normalización, manteniendo valores positivos. En tanto, entre los 3° y 7°S durante la segunda quincena, la ATSM se incrementó superando los +4°C (Figura 15).

Por otro lado, 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 80 km usando la base de datos de NOAA-NCDC OISST v2 (Reynolds et al 2007), alcanzó un valor de +1,53, que representa una condición cálida en la franja costera frente al Perú. (Figura 16).

2.2.5 Condiciones oceanográficas y anomalías termo-halinas en la columna de agua.

2.2.5.1 Sección Paita (16-17/09/2015, Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10).

La sección Paita presentó una termoclina moderada con isotermas entre 18° y 22°C sobre los 50 m de profundidad, debilitándose en la zona costera. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 120 y 200 m, encontrándose a mayor profundidad cerca de la costa. Por otro lado, las anomalías térmicas indicaron una columna más cálida de lo normal con +1°C sobre los 350 m y +2°C sobre los 50 m.

Asimismo, la distribución halina también fue impactada, sugiriendo el desplazamiento de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hacia el sur, asociado a anomalías $< -0,15$ ups sobre los 30 m; por debajo de esta capa se encontraron las Aguas Ecuatoriales Sub-superficiales (AESS) asociadas a flujos al sur (Figura 17).

El oxígeno disuelto (OD), presentó concentraciones mayores a 4 mL/L sobre los 30 metros y por fuera de las 30 mn. Estos valores estuvieron asociados a las AES, en tanto que, las concentraciones elevadas de OD en la zona costera estuvieron posiblemente relacionadas a procesos fotosintéticos. El tope superior de la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se localizó por debajo de los 200 m (Figura 17).

Las corrientes marinas evidenciaron flujos hacia el sur dentro de las 20 mn y por fuera de las 40 mn. En ambos casos la velocidad alcanzó 30 cm/s en sus núcleos. Por otro lado, se observaron flujos intensos hacia el norte, uno ubicado sobre la plataforma continental y el otro por fuera de 20 mn y sobre los 30 m (Figura 17).

2.2.5.2 Sección Punta Falsa (13-14/09/2015, Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10)

Esta sección se caracterizó por presentar una termoclina sobre los 80 m de profundidad, debilitándose dentro de las 20 mn, posiblemente debido a procesos de surgencia. En tanto, la isoterma de 15°C se ubicó alrededor de los 100 m de profundidad. La inusual presencia de aguas oceánicas asociadas al evento El Niño generó anomalías térmicas mayores de +1°C sobre los 70 m de profundidad. También las concentraciones de sales se vieron incrementadas principalmente por fuera de las 60 mn, donde se encontraron anomalías mayores a +0,01 ups. En cambio dentro de las 40 mn los cambios no fueron significativos y estuvieron relacionados a aguas de mezcla (Figura 18).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) presentó una oxiclina débil sobre los 50m y un núcleo con valores mayores a 5 mL/L en la superficie asociado a procesos fotosintéticos. Dentro de las 20mn se observó un rápido ascenso de las iso-oxígenas al igual que las isotermas, lo que es consistente con procesos de afloramiento aunque el agua aflorada correspondiese a aguas de mezcla (ASS+ACF). La iso-oxígena de 0,5 mL/L tope superior de la capa mínima de oxígeno se localizó entre 150 y 200 m de profundidad.

Los flujos geostroficados hacia el norte fueron predominantes entre las 20 y 60 mn, con dos núcleos uno en la superficie y otro alrededor de las 300 m con velocidades mayores a 30 y 15 cm/s respectivamente; también se determinaron flujos hacia el sur por fuera de las 70 mn con velocidades mayores a 10 cm/s. (Figura 18).

2.2.5.3 Sección Chicama (10-11/09/2015, Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10)

La sección Chicama presentó una termoclina débil, situada sobre los 70 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15°C se ubicó entre los 100 y 120 m de profundidad. Por otro lado se observó que la columna de agua presentó incrementos térmicos sobre los 100 m, presentándose anomalías positivas mayores a +1°C (Figura 19).

Las concentraciones halinas indicaron presencia de aguas mezcla debido a la interacción entre ASS y ACF desde la costa hasta las 80 mn y ASS por fuera de las 80 mn; sin embargo no se observaron anomalías significativas de salinidad sobre los 100 m (Figura 19).

La distribución de las iso-oxígenas fue similar a la distribución de las isotermas, mostrando una oxiclina moderada sobre los 50 m de profundidad, desapareciendo en la zona costera debido a los procesos de afloramiento. El tope superior de la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se ubicó por debajo de los 80 m (zona costera) y los 180 m de profundidad (zona oceánica).

En general en esta sección predominaron flujos hacia el norte con velocidades de hasta 20 cm/s en su núcleo, ubicado sobre los 50 m y alrededor de las 70 mn (Figura 19).

2.2.5.4 Sección Chimbote (06-07/09/2015, Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10)

En la sección Chimbote se observó una termoclina que ascendió rápidamente hacia la costa dentro de las 60 mn, indicando a procesos de surgencia en la zona. Sin embargo se presentaron anomalías mayores a +1°C dentro de las 30 mn y de +2°C por fuera de las 40 mn. Con respecto a la salinidad, se observó predominio de ACF dentro de las 20 mn y de ASS por fuera de 30 mn y hasta la profundidad de 60 m. Se observaron anomalías significativas de salinidad (>+0,1 ups) en la capa superficial alrededor de las 50 mn. Por otro lado, el comportamiento de las iso-oxígenas es consistente con procesos de afloramiento en la zona. La ZMO se ubicó por debajo de los 40 m en la zona costera y por debajo de los 180 m en la zona oceánica.

En esta sección solo se observaron flujos hacia el norte con velocidades que superan los 40 cm/s en la capa superficial (Figura 20).

2.2.5.5 Sección Callao (01-02/09/2015, Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10)

La sección Callao presentó una termoclina débil ubicada sobre los 100 m de profundidad, aunque dentro de las 60 mn su distribución estuvo condicionada por el ingreso de aguas cálidas, las que generaron anomalías térmica y halinas mayores a +3°C y +0,1 ups respectivamente. La isoterma de 15°C se ubicó alrededor de los 100 m de profundidad. La distribución halina mostró a las ASS en toda la sección, hasta los 10 m en la zona costera (20 mn) y hasta los 50 m por fuera de las 20 mn; las ACF se ubicaron por debajo de las ASS y mezcladas con las ASS. Figura 21.

El oxígeno disuelto presentó un oxiclina débil entre los 40 y 60 m de profundidad, que se presentó algo más somera en la zona costera. El tope superior de la ZMO se ubicó entre los 80 a 100 m de profundidad. Por otro lado, la circulación geostrofica mostró un predominio de flujos débiles tanto hacia el sur como al norte, exceptuando un pequeño núcleo en la superficie hacia el norte con velocidades mayores a 10 cm/s (Figura 21).

2.2.5. Fertilidad y Productividad frente al litoral.

2.2.5.1 Nutrientes

El perfil Chicama, mostró en agosto una recuperación de las concentraciones de fosfatos presentando valores de alrededor de 1,5 μM en la superficie del mar y cerca de 2,0 μM en la capa de mezcla, asociados a los eventos de afloramiento costero mencionados más arriba. No obstante, en setiembre la fertilidad típica en cuanto a fosfatos estuvo restringida a las 20 mn de costa, con concentraciones entre 1,5 a 2,0 μM en la capa de mezcla, mientras que fuera de las 40 mn se detectaron concentraciones inferiores a 1,0 μM (Figura 22).

2.2.5.2. Clorofila-a in situ

En la misma sección Chicama se evaluó la productividad en términos de clorofila-a corregida por feo-pigmentos, mostrando de manera continua valores por debajo de lo usual. Sin embargo, la permanente fluctuación entre aguas frías (ACF) y cálidas (ASS), con predominio de estas últimas, generaron regiones intermedias de rango oligotrófico, con valores inferiores a $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ de clorofila-a, coincidiendo con la menor fertilidad de la columna de agua, particularmente en julio 2015. Para agosto y setiembre la concentración de clorofila-a, si bien aumentó respecto a julio, no alcanzó los relativos altos niveles de abril 2015 (Figura 23).

2.2.5.3. Variabilidad espacio-temporal de Clorofila-a en base a datos satelitales

A continuación se describe el comportamiento de la clorofila-a satelital y sus anomalías frente a la costa, en base a información diaria proveniente del satélite MODIS con una resolución espacial de 4 km, así como en base a una climatología cada 5 días de clorofila-a superficial (2002 al 2013; D. Espinoza en prep.).

En promedio las anomalías de clorofila-a superficial para el año 2015 han sido negativas con un mínimo entre abril y mayo. Sin embargo, en julio se observó anomalías positivas, condiciones que continuaron en agosto y setiembre (Figura 23) Espacialmente, en las últimas semanas, se puede observar que la zona alrededor de los 7°S a los 10°S presenta las mayores anomalías positivas. En la zona centro ha sido más difícil observar algún cambio por la presencia de nubes. (Figura 24).

En cuanto a la distancia a la costa, en los meses de julio y agosto del 2015 en comparación a los meses de julio y agosto del año 2014, la zona norte (06° – 10°S) y centro (10° – 16°) fueron menos productivas; sin embargo en comparación al mes de setiembre del año 2014, el presente año presenta mayores concentraciones de clorofila cerca de la costa. Además se observa que la zona norte es más productiva que la zona centro cerca y fuera de la costa, aunque los valores no superaron los promedios climáticos (Figura 25 y 26).

2.2.6 Indicadores Biológicos del Plancton

Perfil Paita

En todo el perfil se distribuyó *Ceratium breve*, indicador de AES, asociados a TSM que fluctuaron entre $19,8$ y $22,3^{\circ}\text{C}$ a 5 y 40 mn, respectivamente.

A 80 y 100 mn predominaron diatomeas termófilas como *Thalassiosira partheneia* y *Thalassiosira* sp. Por otro lado, dentro de las 16 mn se observó a *Detonula pumila* (diatomea nerítica) pero con menor abundancia. Además, se apreció alta riqueza de diatomeas y dinoflagelados termófilos: entre estos a *Pseudosolenia calcar-avis*, *Lioloma delicatulum*, *Proboscia alata* f. *gracillima*, *Achnanthes longipes* *Rhizosolenia bergonii*, *Amphisolenia bidentata*, *Pronoctiluca pelágica*, *Ceratium gibberum* v. *dispar*, *C. contortum*, *C. trichoceros*, *C. lunula*, *C. candelabrum*, *Pyrocystis noctiluca*, *Protoperidinium grande*, *Ornithocercus steinii*, y *Goniodoma polyedricum*. (Figura 27)

Respecto al zooplancton, se determinó al copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF, a 5 mn de la costa. Asimismo se observó a los copépodos *Acartia danae* y *Oncaea conifera*, indicadores de ASS, y al copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, ambos distribuidos en toda el área evaluada, observándose principalmente aguas de mezcla.

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia*, distribuidos por fuera de las 40 mn de la costa (Figura 28).

Perfil Chicama

Se determinó a *Protoberidinium obtusum*, indicador de ACF, dentro de las 15 mn de la costa y a *Ceratium praelongum* y *C. incisum*, indicadores de ASS, sólo a 45 mn de la costa (Figura 29).

La predominancia del fitoplancton solo se presentó hasta las 15 mn, con altas abundancias relativas de diatomeas neríticas como *Detonula pumila*, *Lithodesmium undulatum*, *Chaetoceros affinis*, *Thalassiosira anguste-lineata* y *Eucampia zoodiacus*. De los dinoflagelados, se presentaron aquellos que son de distribución cosmopolita como *Protoberidinium depressum*, *Ceratium furca*, *C. tripos* y *C. fusus*, entre otros.

Nuevamente se observó, al igual que en agosto, presencia de especies termófilas a partir de las 30 mn como *Chaetoceros coarctatus*, *Ch. rostratus*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia bergonii*, *R. hyalina*, *Pyrocystis fusiformis*, *Py. lunula*, *Ceratium trichoceros*, *C. gravidum*, *C. candelabrum*, *C. azoricum*, *Goniodoma polyedricum*, *Ornithocercus steinii* y *Dinophysis cuneus*, entre otros.

Respecto al zooplancton, se determinó la presencia del copépodo *C. brachiatus* (indicador de ACF) en toda el área evaluada. Se observó al copépodo *Acartia danae*, especie indicadora de ASS, por fuera de las 45 mn de la costa y se determinó la presencia del copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, a 45 y 100 mn de la costa (Figura 30).

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos y larvas de anchoveta, los cuales se localizaron en toda el área evaluada, en tanto que huevos de *Vinciguerria lucetia* se distribuyeron por fuera de las 45 mn de la costa.

2.2.7 Monitoreo bio-oceanográfico de alta frecuencia

2.2.7.1 Punto Fijo Paita

La información del Punto Fijo de Paita nos muestra la evolución de la estructura vertical de la temperatura y salinidad durante el 2015 frente a la costa norte. Desde la segunda quincena de junio se detectó una tendencia a la normalización de las condiciones termo-halinas, manteniéndose sin embargo anomalías térmicas mayores a +2°C en toda la columna de agua. Esta condición cambió rápidamente debido al impacto de una nueva onda Kelvin alrededor del 16 de setiembre, que generó anomalías mayores a +6°C y +3°C sobre los 40 y 100 m de profundidad respectivamente. Para el 29 de setiembre se observó un descenso de las anomalías, principalmente sobre los 50m, conservándose anomalías positivas de +3°C sobre los 80 m de profundidad (Figura 31).

2.2.7.2 Punto Fijo Chicama

Después del comportamiento ascendente de las isotermas a fines de agosto, se observó una declinación de las isotermas (16, 17 y 18°C), lo cual indicaría un incremento térmico asociado a la propagación de la onda Kelvin. Sin embargo predominaron aguas de mezcla al igual que el mes de agosto, aunque con una ligera mayor influencia de las ASS hacia fines de setiembre. Asimismo, el oxígeno mostró en toda la columna de agua un incremento de su concentración, ocasionando una profundización de más de 40 m de la iso-oxigena de 1 mL/L (Figura 32).

2.2.7.3 Punto Fijo Callao

La información del **Punto Fijo de Callao**, ubicado a 8 millas frente a Callao, permite detectar los cambios ocurridos entre el 28 de agosto al 22 de setiembre del 2015. Se observó un descenso de la temperatura en toda la columna de agua, debido posiblemente a la disminución de la influencia de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) ya que en setiembre se encontró una mayor dominancia de Aguas Costeras Frías (ACF). También, los valores de oxígeno fueron ligeramente menores debido a la intensificación de los procesos de surgencia en setiembre (Figura 33).

2.2.7.3 Punto Fijo Ilo

Frente a Ilo, los datos oceanográficos, después de la segunda quincena de agosto; indican un proceso de calentamiento, evidenciado por la profundización de las isotermas (17°, 16°, 15° y 14°C) en toda la columna de agua, profundización que continuo en setiembre. En cambio la distribución de oxígeno mostró la primera semana de setiembre una disminución de las concentraciones por debajo de los 10 m, para luego incrementarse en casi toda la columna de agua, manteniendo una columna de agua bien oxigenada con concentraciones mayores a 2 ml/L sobre los 80 m de (Figura 34).

3. Monitoreo Diario De Indicadores Biológicos Marinos Provenientes Del Seguimiento De La Pesquería Y Programa Bitácoras De Pesca

3.1 Condiciones biológico – pesqueras

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 de enero al 27 de setiembre ascendió de 2 850 760 toneladas (t). La especie de mayor desembarque fue *Engraulis ringens* “anchoveta” con el 99,88% (Tabla 1).

El 31 de julio concluyó la Primera Temporada de Pesca 2015 de anchoveta en la Región Norte–Centro con un total de 2 556 228 toneladas, correspondiente al 99,1% de la cuota. El 1 de agosto se inició la segunda temporada de pesca en la región Sur con cuota de 450 000 toneladas hasta el 31 de diciembre. Al 27 de setiembre, los desembarques ascienden a 4 109 toneladas que representa al 1,1 % de la cuota (Tabla2).

Durante el 2015, los desembarques de la flota artesanal y de menor escala, alcanzaron 58 800 t, en abril se registraron los mayores desembarques durante el año, sin embargo en setiembre los desembarques fueron menores a 5 000 t (Figura 35). Los mayores desembarques se realizaron en el puerto de Chimbote (Figura 36a). El área de pesca de anchoveta por la flota artesanal y de menor escala, se registró en las regiones norte y centro distribuidas en dos (02) principales zonas de pesca, de Chimbote (09°S) y Pisco (13°S) dentro de las 20 millas náuticas (mn) (Figura 36b).

Debido al ingreso de una onda Kelvin a fines de setiembre, así como al paso por la costa de las ondas atrapadas, el ambiente marino sub-superficial se presentó alterado, encontrándose una mayor profundización de los cardúmenes de anchoveta. Sin embargo las profundidades registradas en setiembre del 2015, con promedio de 14 m a 8°S y de 16 m a 9°S, fueron más someras que las registradas en el 2014 con profundidades mayores a 25 m a las mismas latitudes (Figura 37).

Para el mes, las estructuras de tallas de la anchoveta presentaron un amplio rango de tallas que fluctuaron entre 9,5 a 16,5 cm en Chimbote con 13,5 cm de moda y 9,0 a 15,5 cm de amplitud con moda de 12,5 cm de longitud total (LT), y presentando juveniles, con 5,6% y 41,0% respectivamente (Figura 38).

Se registró mayor incidencia de especies trans-zonales como caballa, seguido del jurel y bonito. A su vez se observó la presencia de especies indicadoras de aguas cálidas provenientes del norte como samasa frente a Chimbote y de especies de aguas oceánicas como jurel fino, perico y barrilete. (Figura 39)

El comportamiento de los índices reproductivos muestra que la anchoveta del stock norte-centro se encuentra madurando y desovando con valores de Fracción desovante (FD) e Índice Gonadosomático (IGS) sobre sus valores críticos, lo cual indica que el recurso se encuentra dentro de su pico de desove, aunque ha mostrado un retraso en el inicio de este periodo. Se espera que el desove continúe y que se mantenga en las próximas semanas, si las condiciones ambientales son favorables.

Se registró mayor incidencia de especies transzonales como caballa, seguido del jurel y bonito. A su vez se observó la presencia de especies indicadoras de aguas cálidas provenientes del norte como samasa frente a Chimbote y de especies de aguas oceánicas como jurel fino, perico y barrilete. (Figura 40).

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, durante el mes de setiembre 2015, las variables oceánicas y atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial indicaron una condición El Niño, de magnitud fuerte, es decir que actualmente las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 son mayores al valor de +1,5 °C. Según las agencias internacionales (IRI, setiembre 2015), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican la continuación de las condiciones de El Niño de magnitud fuerte en el Pacífico Ecuatorial durante el periodo octubre-noviembre-diciembre 2015, con una probabilidad de 99% (Figura 41).

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 (Figura 42). 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 setiembre 2015 se realizó sin el forzante de vientos.

Según la simulación de la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, la onda cálida (modo 2) generada en julio 2015, debido a pulsos de vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría a las costas de Sudamérica entre fines de setiembre 2015 hasta mediados de octubre, lo cual se ha verificado hasta el momento en las observaciones descritas más arriba.

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 octubre 2015 y enero 2016. (Figura 43).

CONCLUSIONES

- El campo de presión atmosférica a nivel del mar evidenció anomalías de -1,0 hPa frente a la costa peruana. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó alrededor de su posición normal, con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~2 hPa.
- El Pacífico Ecuatorial exhibió anomalías positivas de temperatura superficial entre +2,7 y +2,6°C para las regiones Niño 3 y Niño 1+2, respectivamente.
- Frente a la costa peruana la temperatura superficial promedio alcanzó la máxima anomalía (+6,0°C) frente a Paita.
- El Nivel Medio del Mar frente a la costa presentó anomalías mayores a +10 cm al norte de los 8°S (Chicama) y menores a +10 cm en la zona sur.
- En el Pacífico Ecuatorial central-oriental, la estructura de la temperatura continuó mostrando anomalías mayores a 7°C, en cambio frente a la costa peruana se encontraron anomalías mayores a +4 y 2°C frente a Paita y Chicama respectivamente, en la capa de 0 a 50 m en ambos casos.
- La distribución de la anchoveta estuvo principalmente dentro de las 20 mn, principalmente frente a Chimbote y Pisco. Los índices reproductivos muestran que la anchoveta se encontró madurando y desovando con valores de Fracción desovante (FD) e Índice Gonadosomático (IGS) sobre sus valores críticos.

PERSPECTIVAS

Según las proyecciones de las condiciones oceanográficas basadas en el modelo oceánico, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002) implementado en el IMARPE al 10 de setiembre 2015, se indicaba una alta probabilidad de arribo de ondas Kelvin cálidas entre fines de setiembre e inicios de octubre 2015. El Comunicado Oficial ENFEN N°16-2015 también indica que esta onda Kelvin cálida viene presentando anomalías positivas en la profundidad de la termoclina y en el Nivel Medio del Mar (NMM) al este de los 95°W y que esta onda cálida no estaría atenuada como en los dos últimos meses, por lo que su arribo contribuiría a mantener el calentamiento actual e incluso podría incrementarlo. Sin embargo, la información obtenida por las diferentes plataformas de monitoreo del IMARPE indican que el impacto de la Onda Kelvin antes mencionada se viene registrando en la zona norte (5°S) del mar peruano desde el 18 de setiembre, asociado a un incremento en la temperatura en la columna de agua hasta +6°C +4°C sobre el promedio en los primeros 40 y 70 m respectivamente, frente a Paita. Se espera que el impacto de la onda Kelvin se mantenga en Paita e incremente la temperatura al sur de esta localidad asociada al desplazamiento de esta onda.

Por otro lado, los modelos globales para el Pacífico central (región Niño 3.4) continúan pronosticando la intensificación de las condiciones El Niño hacia el fin de año con anomalías de la TSM que podrían exceder los +2°C en la región (Figura 28). El Comité ENFEN mantiene la probabilidad de 75% que El Niño en esta región alcance una magnitud fuerte o superior en el verano del 2016. Asimismo el ENFEN prevé un 95% de probabilidad que El Niño Costero continúe hacia el verano y un 55% de probabilidad que El Niño Costero alcance la magnitud de fuerte o extraordinaria este verano.

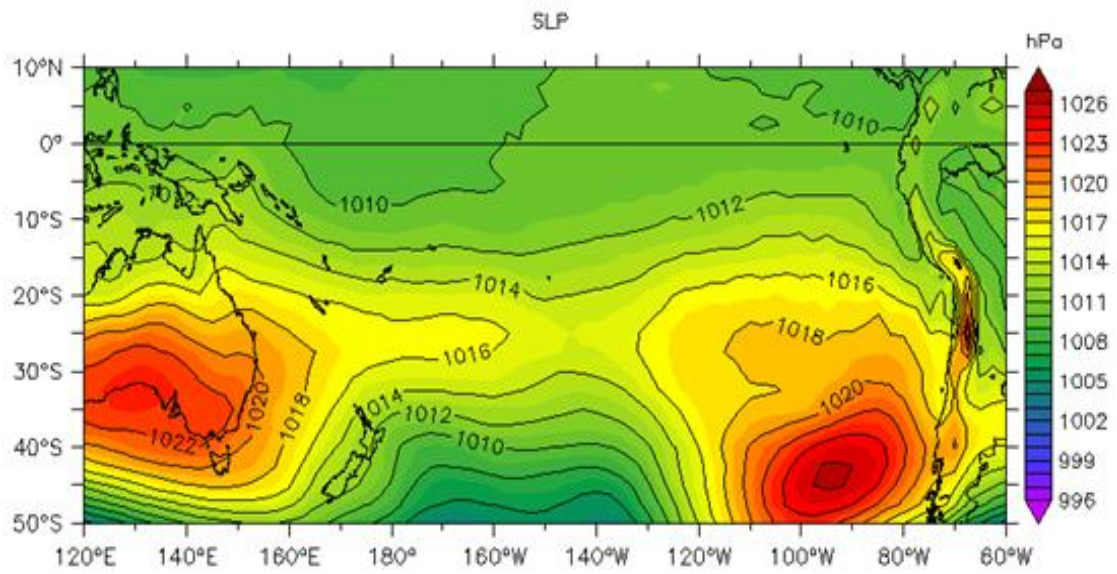


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-26 setiembre 2015, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

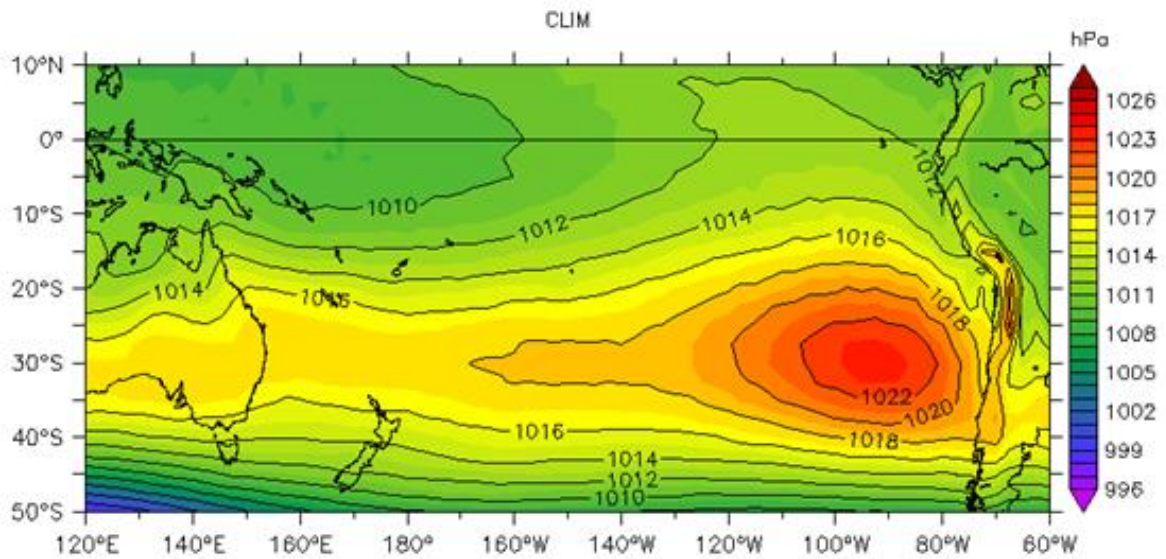


Figura 1a. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología setiembre. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

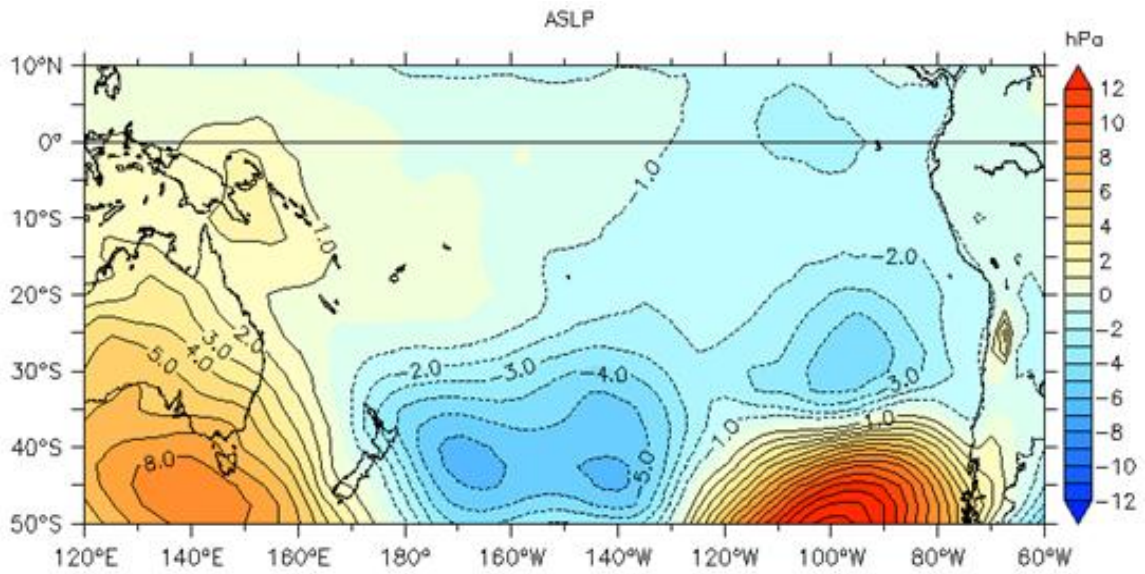


Figura 1b. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-26 setiembre 2015. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

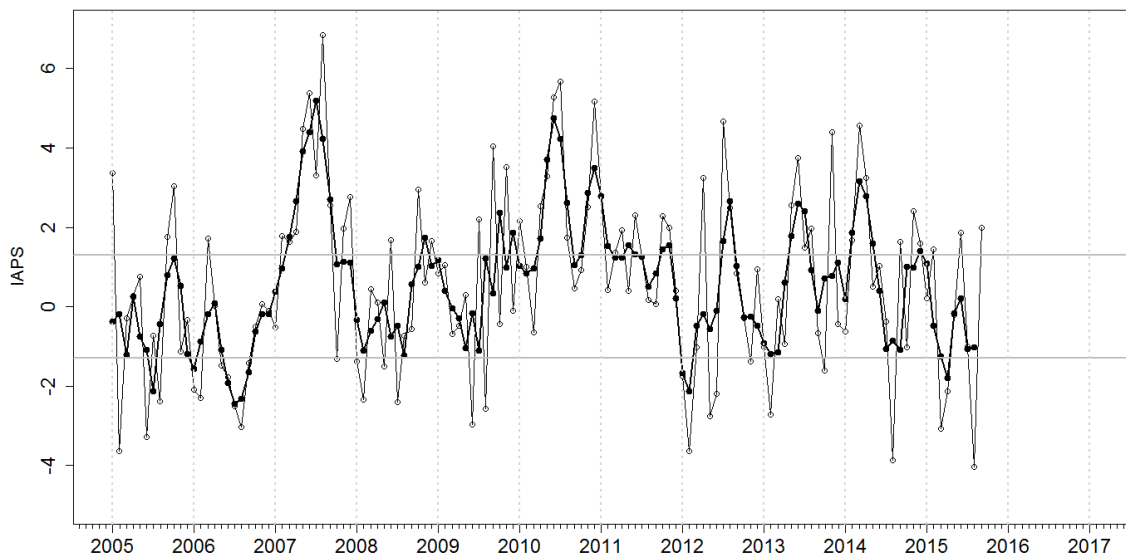


Figura 2. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre JAS 2015. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

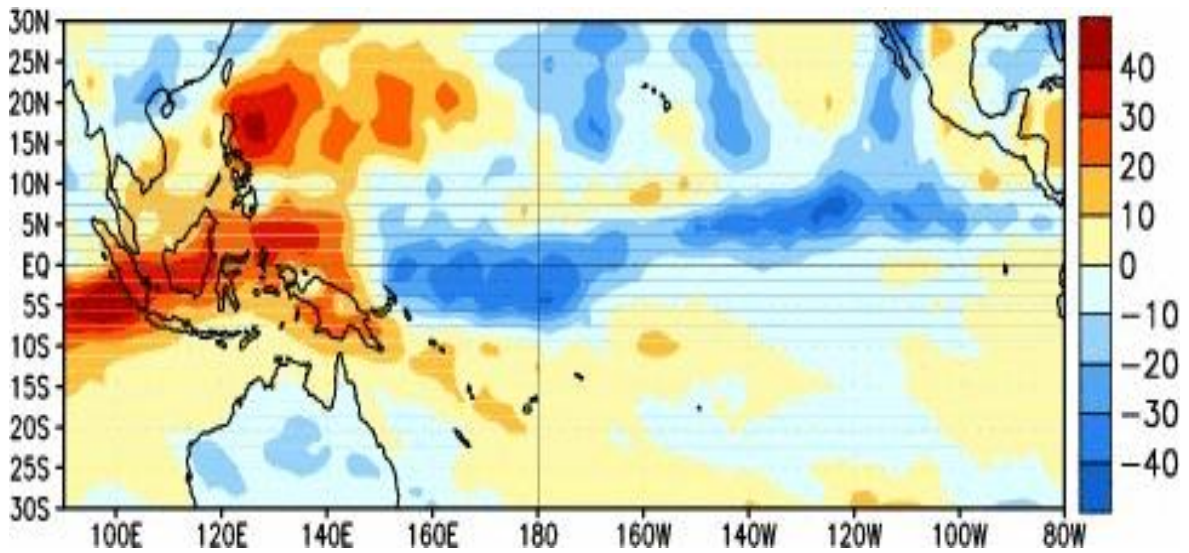


Figura 3. Anomalía promedio mensual de la radiación de onda larga (W/m^2) para setiembre de 2015. Adaptado de NCEP/NOAA.

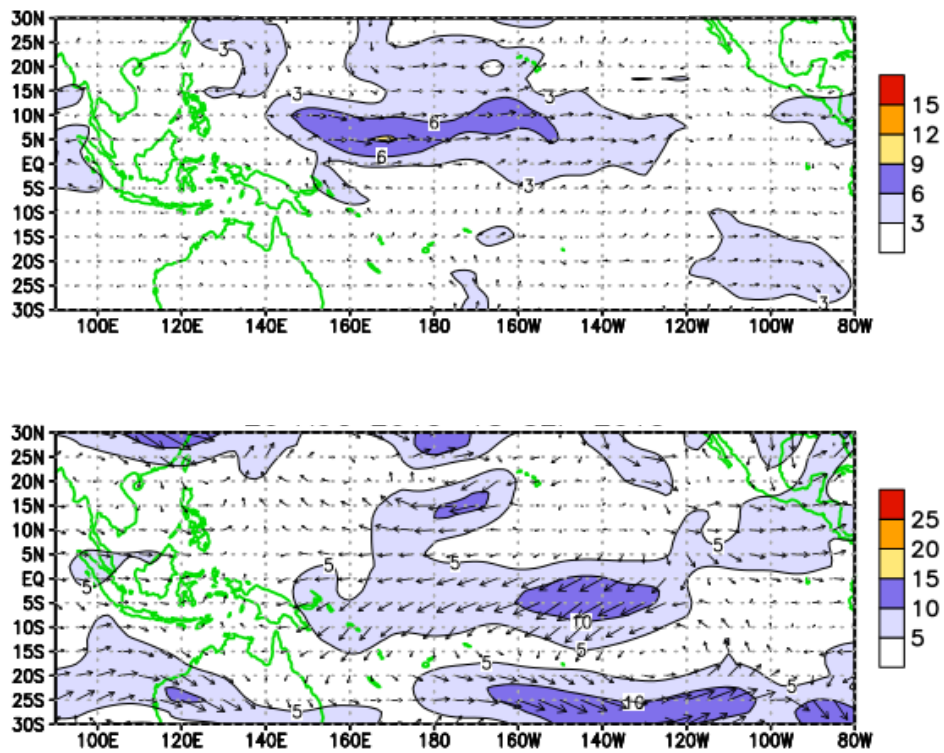


Figura 4. Distribución espacial de las anomalías del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel inferior) en setiembre 2015. Adaptado de NOAA.

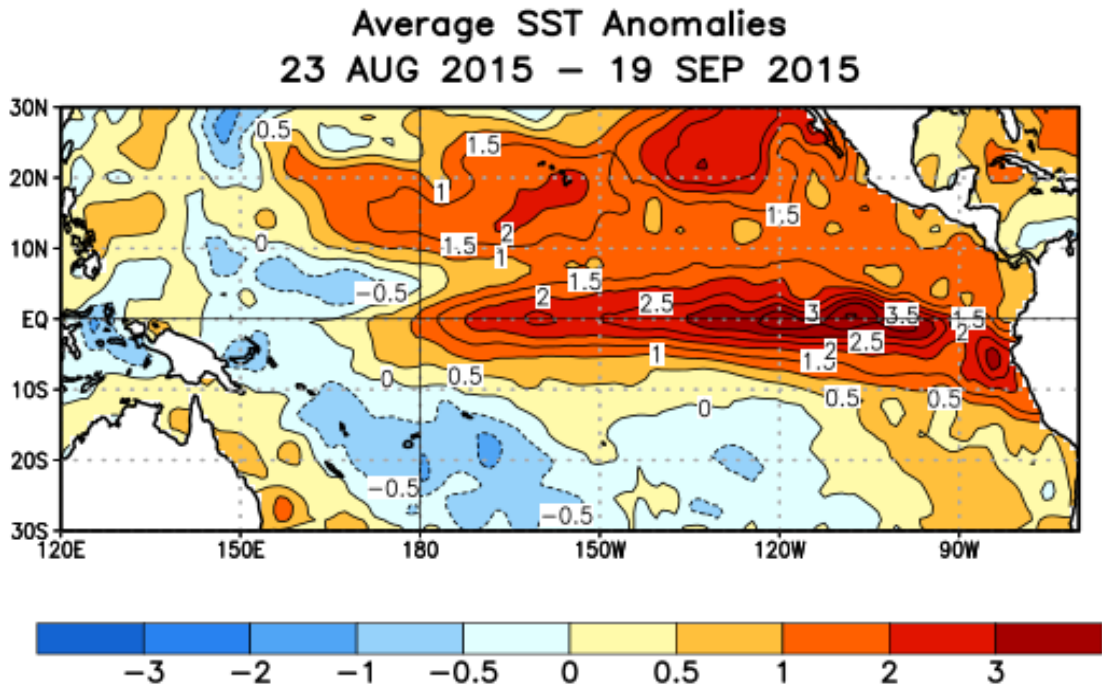


Figura 5. Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico, 23 agosto-19 setiembre 2015. Adaptado de NOAA.

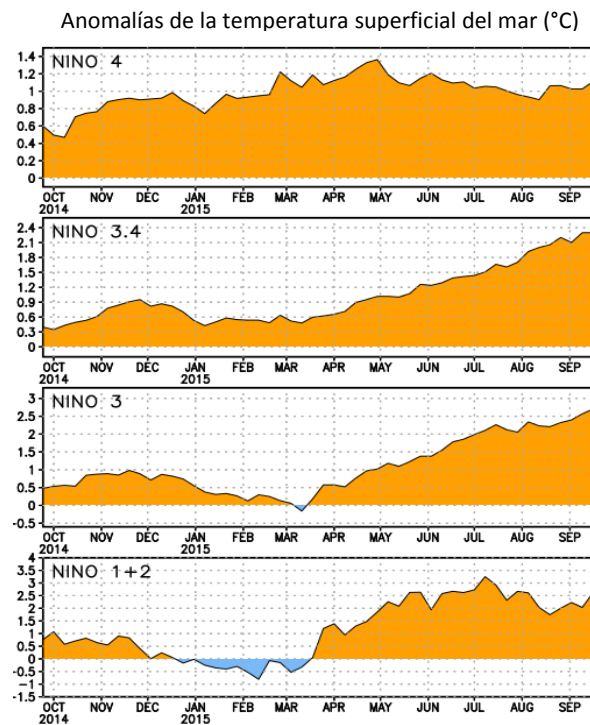


Figura 6. Evolución de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de setiembre 2014 a setiembre 2015. Adaptado de NOAA.

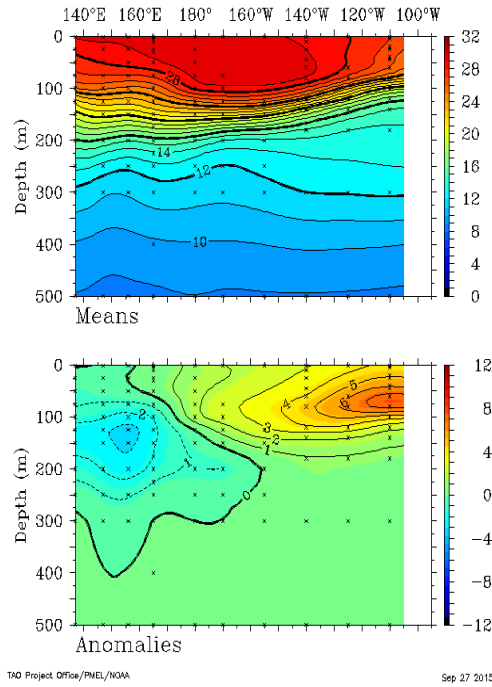


Figura 7. Estructura promedio mensual de: temperatura del agua de mar (°C) (panel superior) y anomalía térmica (°C) (panel inferior) para los primeros 500 m superiores del océano Pacífico entre 2°N y 2°S en setiembre 2015. Los gráficos se han adaptado de TAO/TRITON de la NOAA.

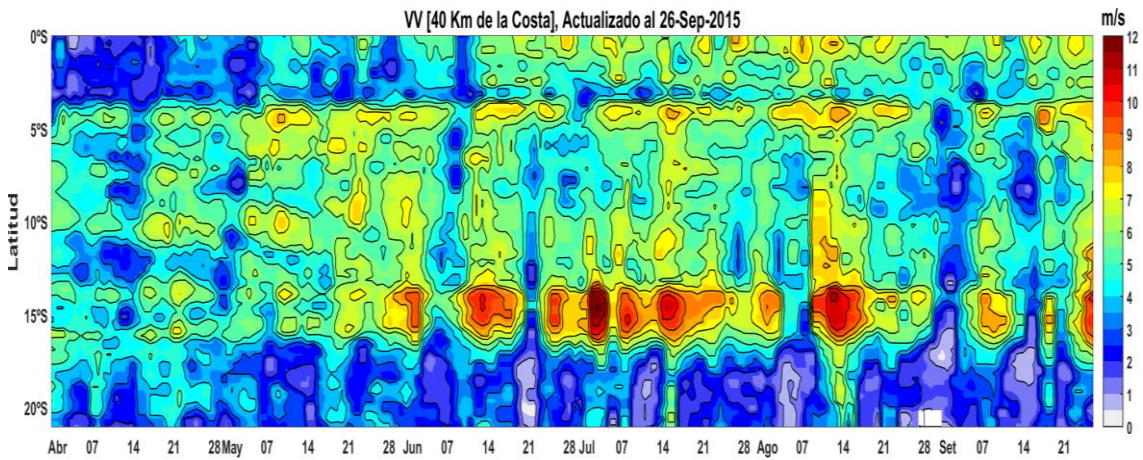


Figura 8: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 26/09/2015.

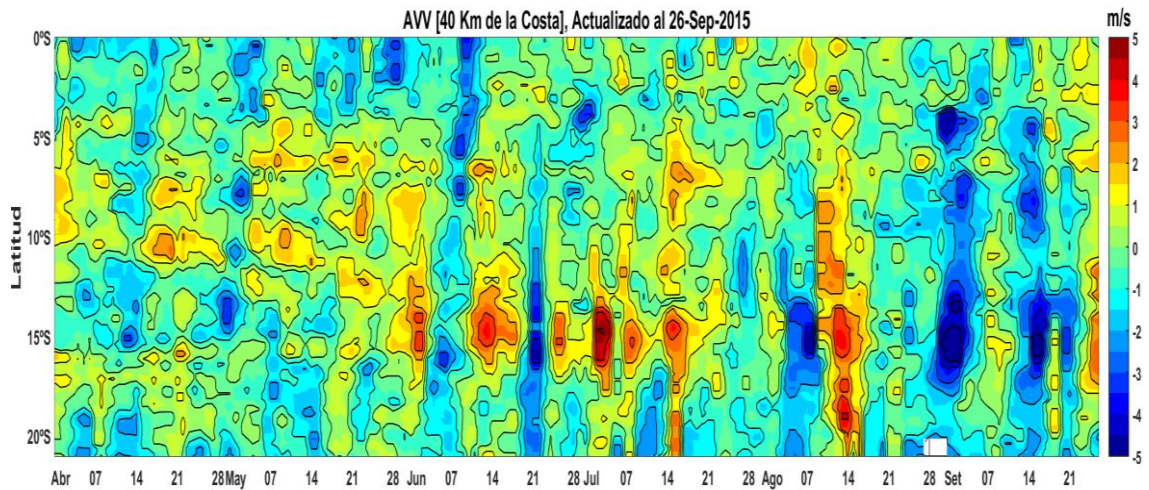


Figura 9: Diagrama Hovmöller de la Anomalia de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 26/09/2015.

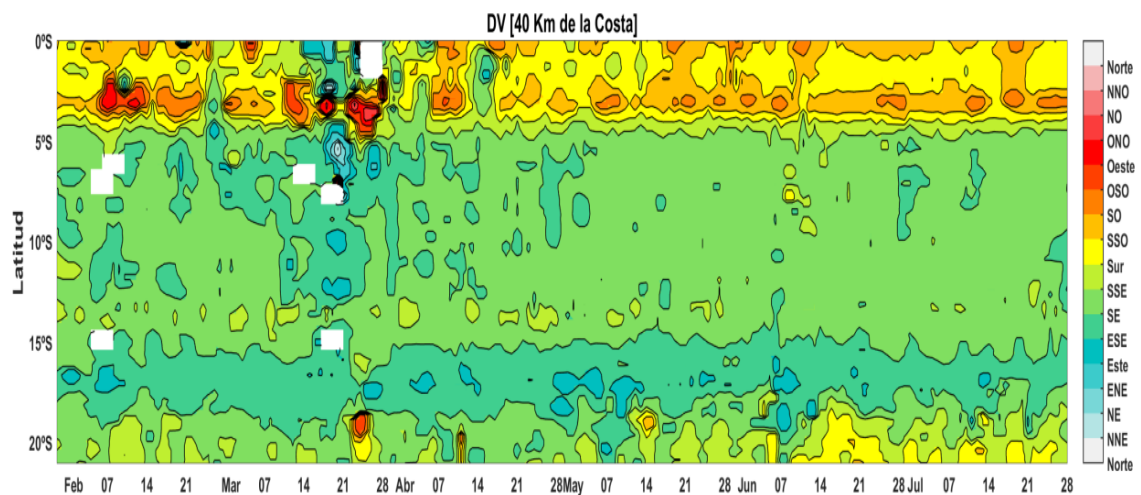


Figura 10: Diagrama Hovmöller de la Dirección del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 26/09/2015.

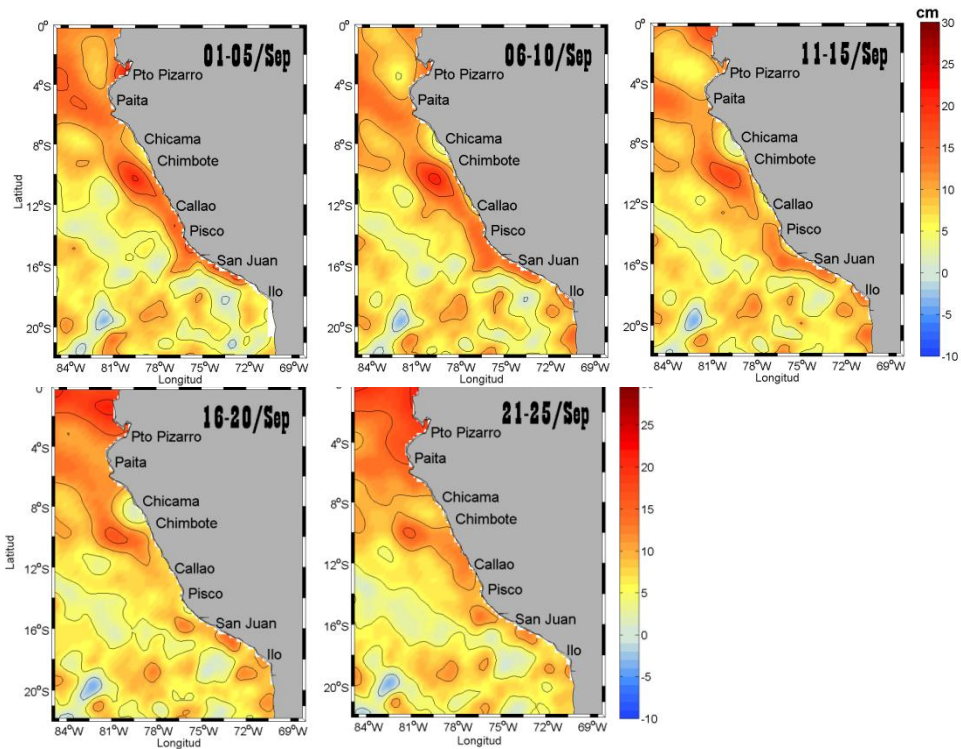


Figura 11. Anomalia de altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1-25 de setiembre 2015. Fuente: producido por SSALTO/DUACS/ distribuido por AVISO/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

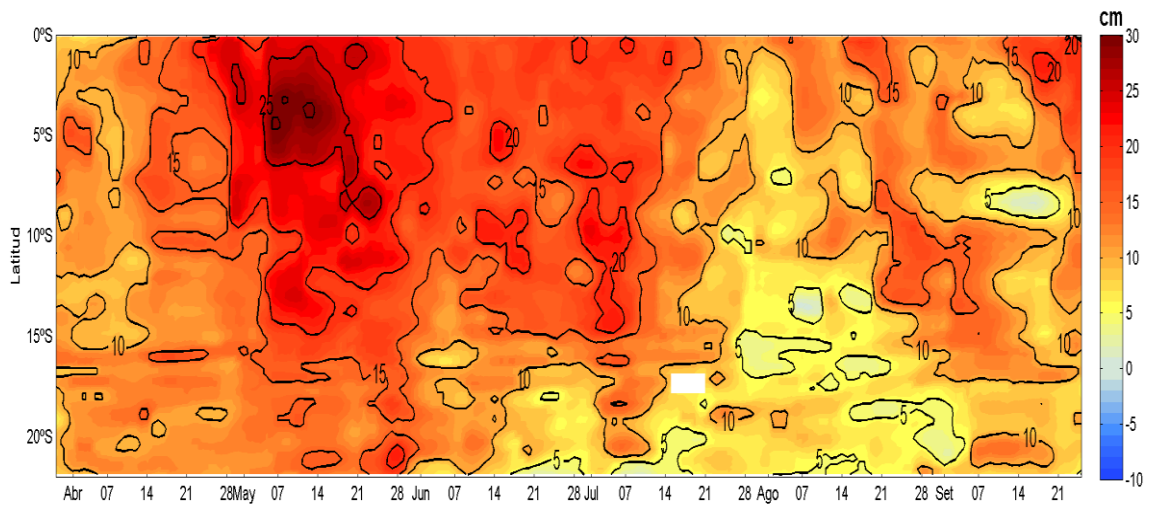


Figura 12. Diagrama de Hovmöller para Anomalia de altura del nivel del mar (cm) hasta el 25 de setiembre 2015. Fuente: producido por SSALTO/DUACS/ distribuido por AVISO/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

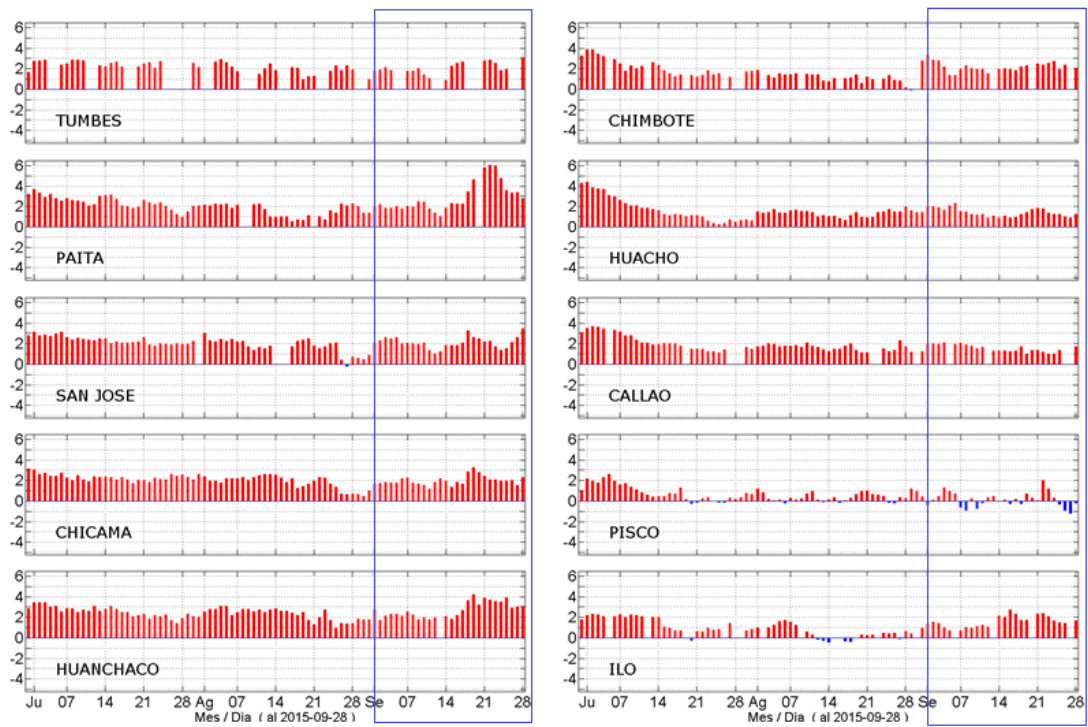


Figura 13. Series diarias de Anomalías de TSM, registradas en estaciones costeras del IMARPE, actualizados al 28 de setiembre del 2015. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

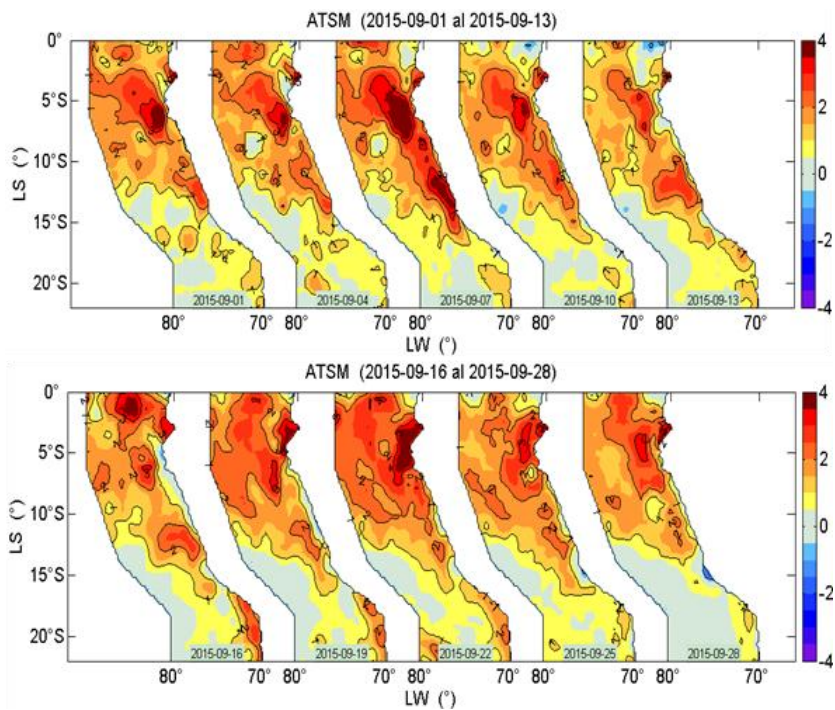


Figura 14. Distribución espacial de Anomalías de la TSM frente a Perú, cada 3 días durante setiembre del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

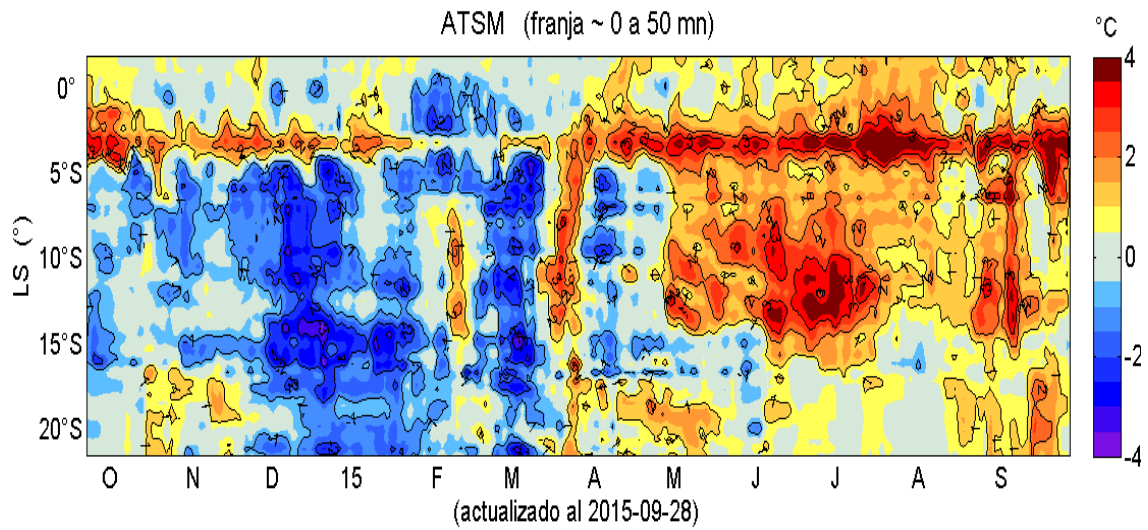


Figura 15. Diagrama Hovmöller de Anomalías de la TSM frente a Perú, durante setiembre del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE

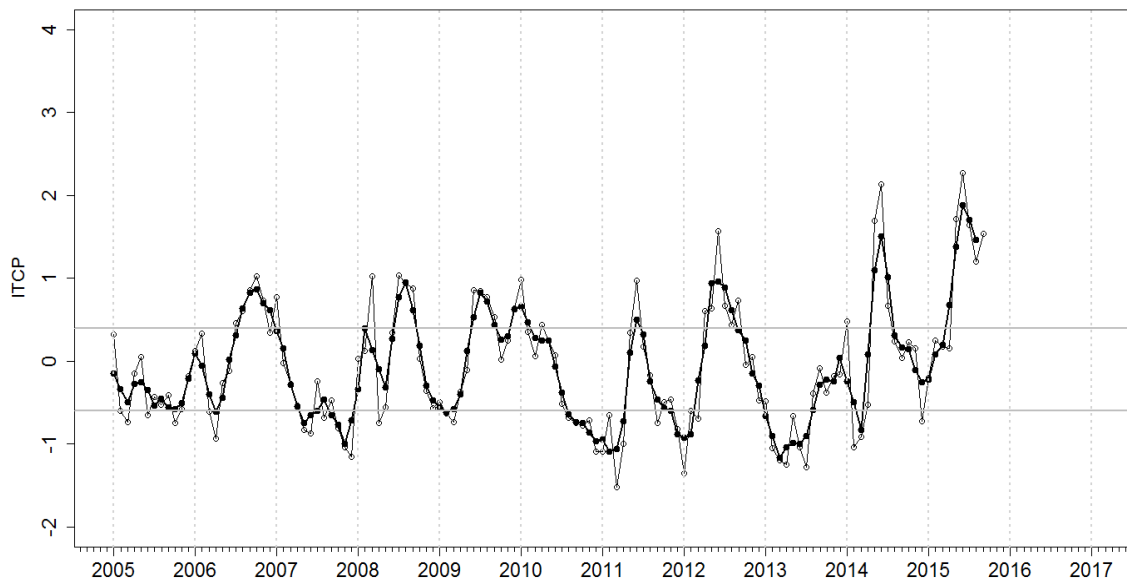


Figura 16. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre JAS 2015. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er modo EOF de la ATSM (círculo blanco).

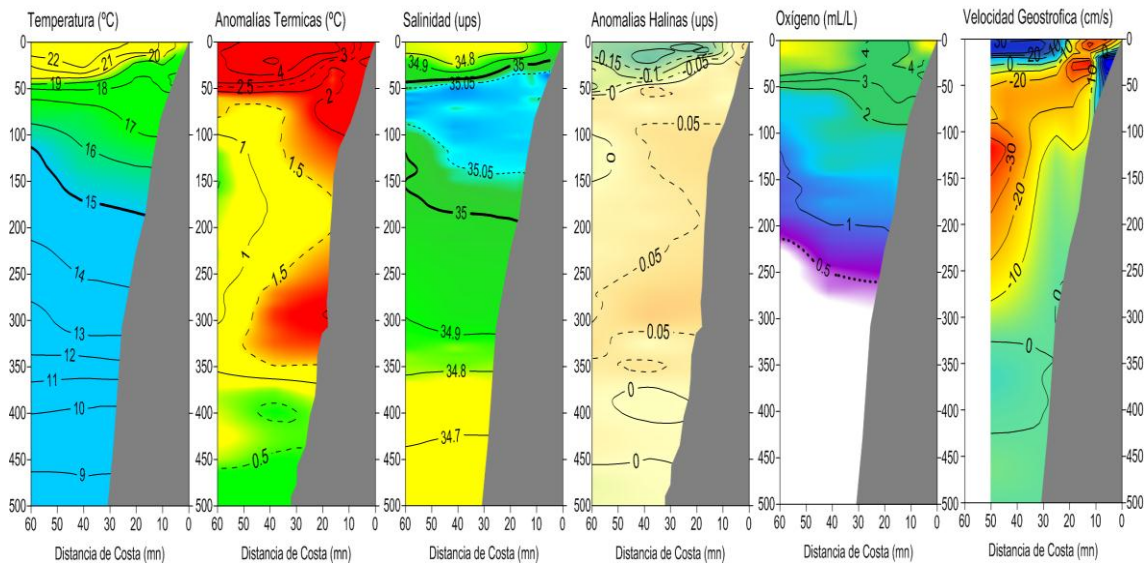


Figura 17. Sección Paíta 17-18 setiembre 2015: a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalías Térmicas c) Salinidad (ups), d) Anomalías Halinas (ups), e) Oxígeno (mL/L) y d) Velocidades Geostróficas (cm/s). Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10. Proyecto PpR 068, IMARPE

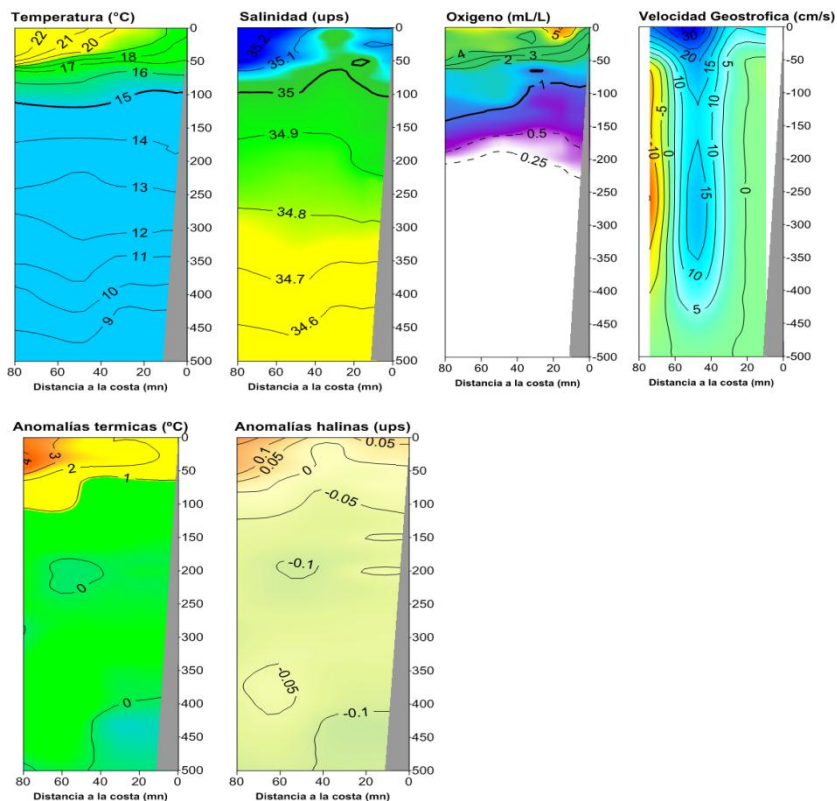


Figura 18 Sección Punta Falsa 13-14 setiembre 2015 a) Temperatura, Salinidad, Oxígeno; Corrientes Geostróficas, Anomalías de la temperatura y Anomalías de la Salinidad (ups). Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10.

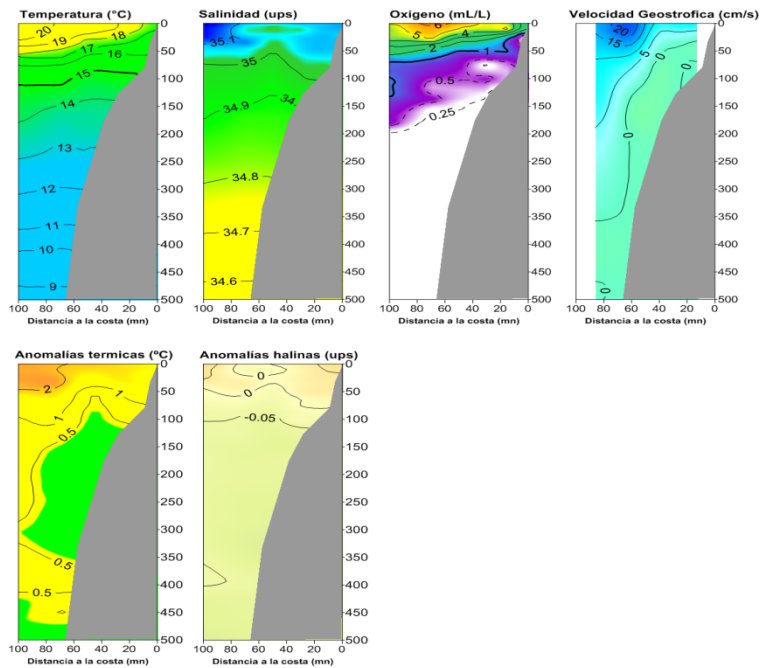


Figura 19. Sección Chicama. Distribución superficial de: Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Corrientes Geostroicas, Anomalías de la temperatura y Anomalías de la Salinidad (ups). Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10. Proyecto PpR 068, IMARPE

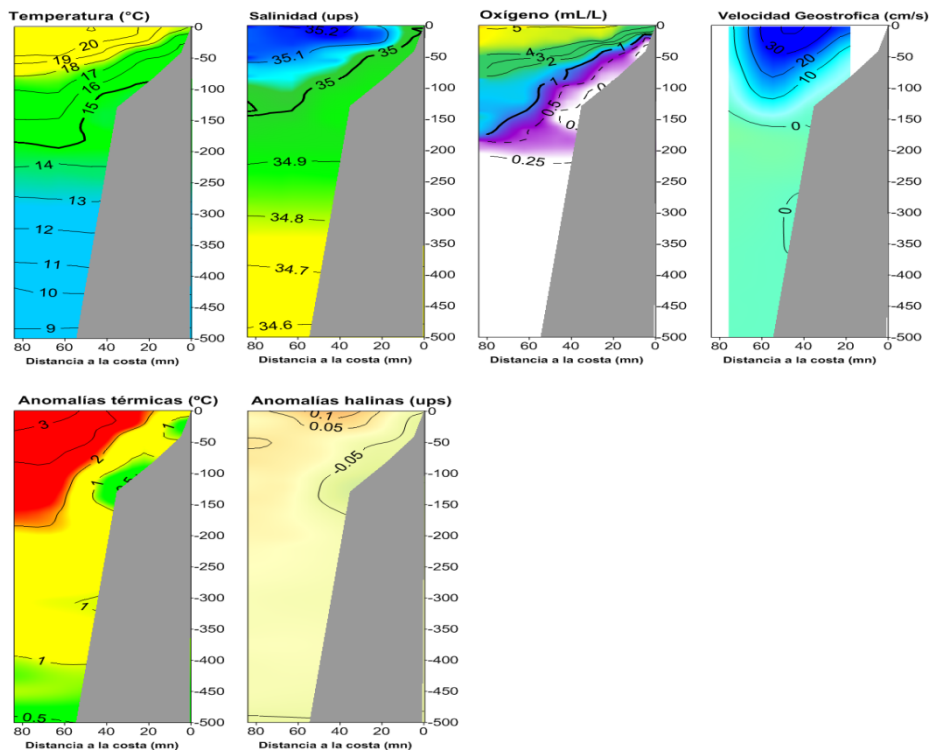


Figura 20. Sección Chimbote. Distribución superficial de: Temperatura, Salinidad, Oxígeno, c) Corrientes Geostroicas, Anomalías de la temperatura y Anomalías de la Salinidad (ups). Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10.

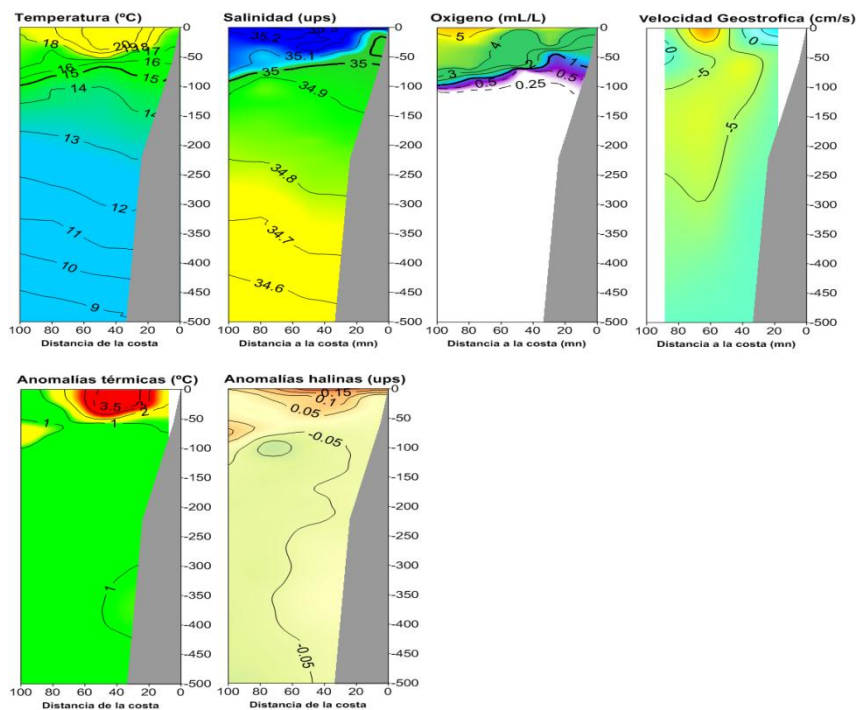


Figura 21. Sección Callao. Distribución superficial de: Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Corrientes Geostroficas, Anomalías de la temperatura y Anomalías de la Salinidad (ups). Crucero de Eval. Hidro-Acústica de Recursos Pelágicos 1508-10.

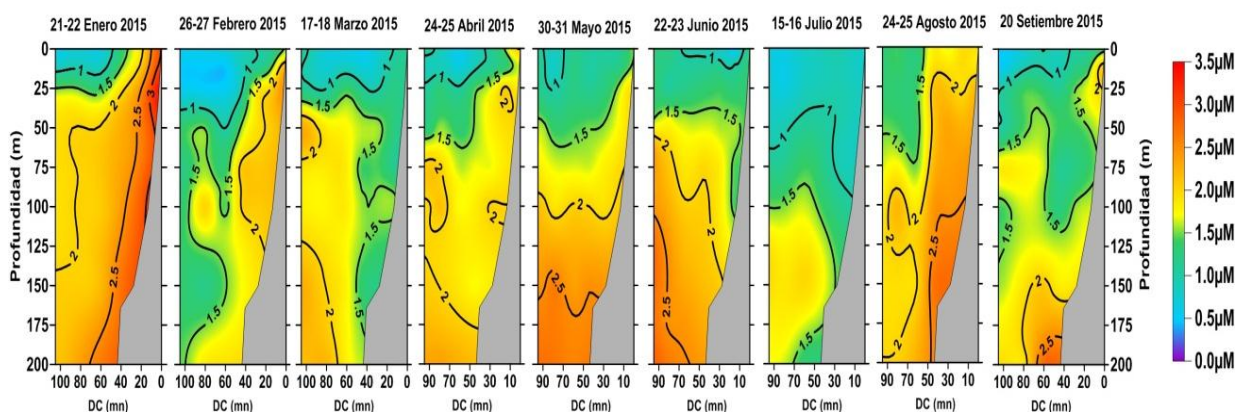


Figura 22. Variación de la distribución vertical de fosfatos en el Perfil Chicama durante el 2015, proyecto PpR 068, IMARPE.

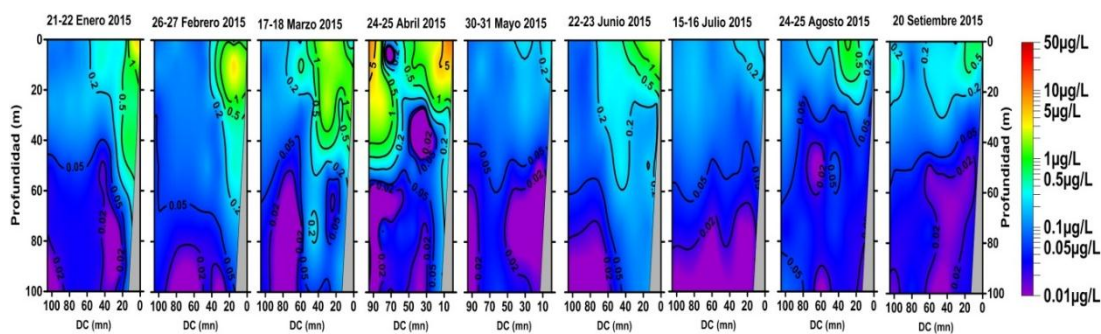


Figura 23. Variación de la distribución vertical de la clorofila-a en el Perfil Chicama durante 2015, proyecto PpR 068, IMARPE.

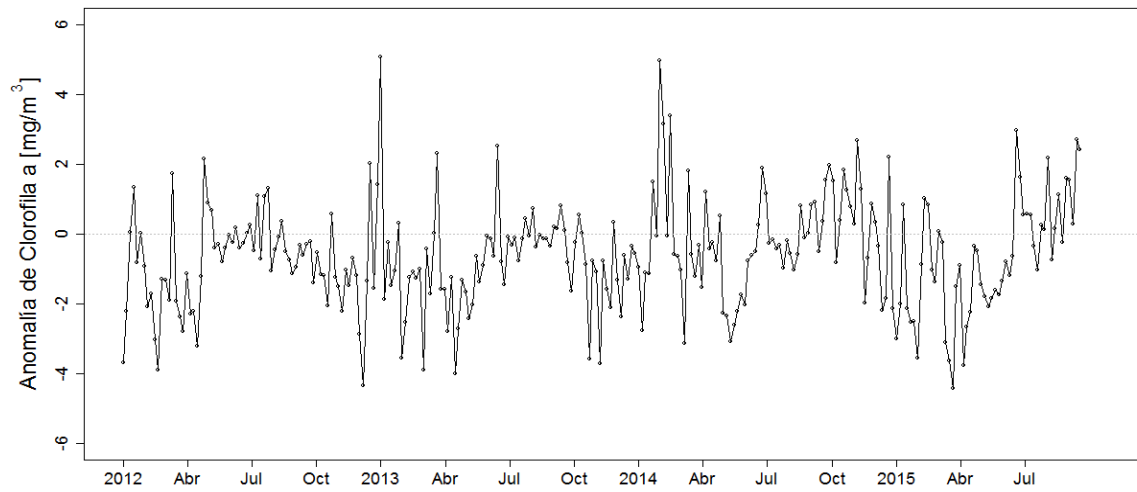


Figura 24. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los 4°S – 16°S desde enero del 2012 hasta el 23 de setiembre del 2015.

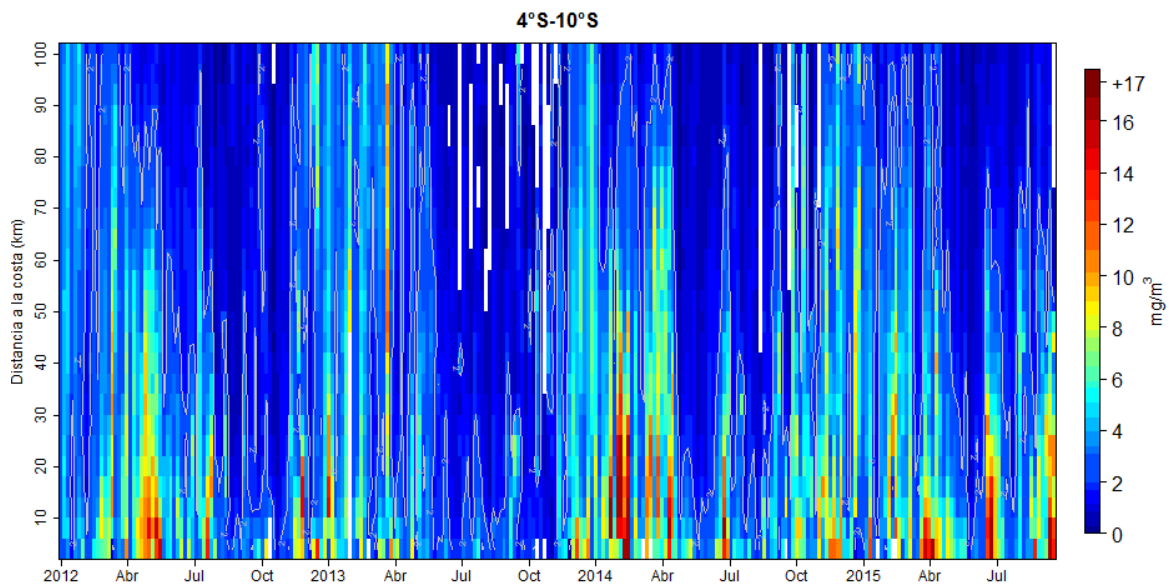


Figura 25. Clorofila-a superficial (mg/m^3) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona norte (4°S – 10°S) desde enero del 2012 hasta el 23 de setiembre del 2015.

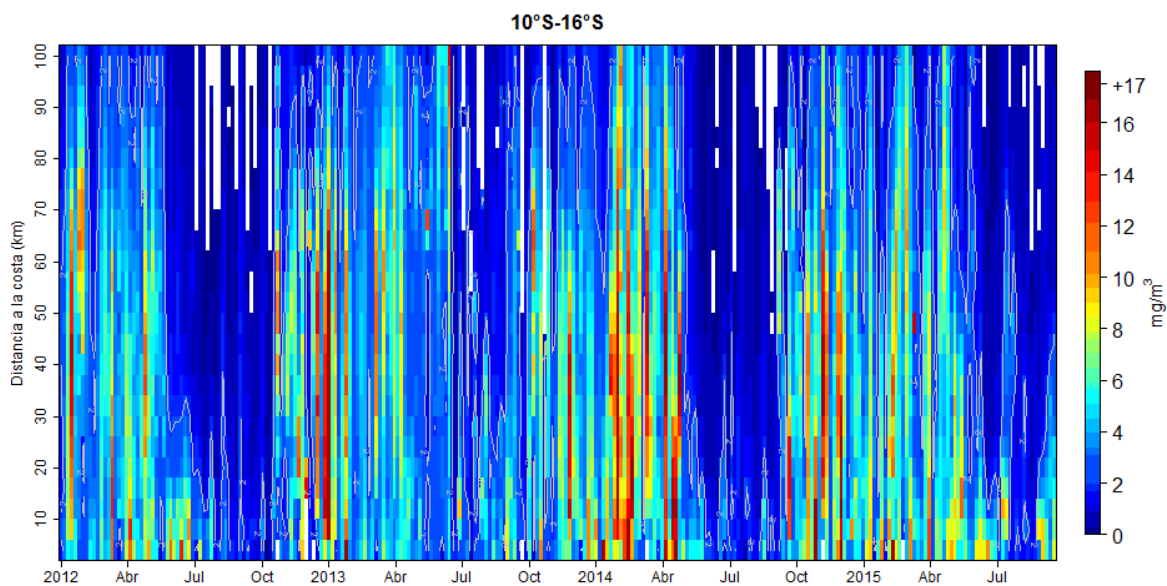


Figura 26. Clorofila-a superficial (mg/m⁻³) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro (10°S-16°S) desde enero del 2012 hasta el 23 de setiembre del 2015.

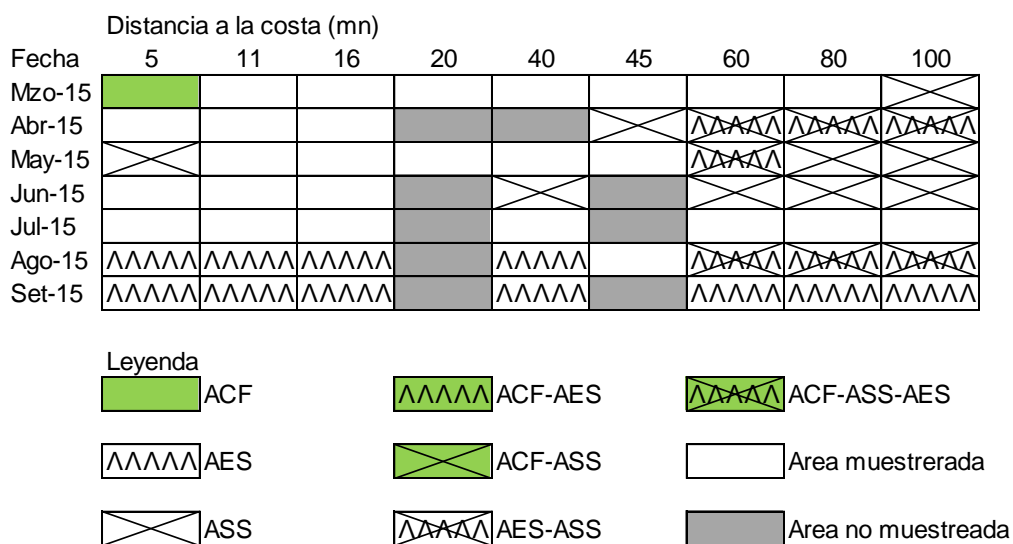


Figura 27. Distribución de Indicadores biológicos de fitoplancton en el perfil hidrográfico Paita 1509.

Paita 2015
Distancia de costa (mn)

Fecha	5	11	15	30	40	45	60	80	90	100	120	130	160	200
26 al 28 de Enero	ACF		ACF-AES	ASS		ACF	ACF-AES	ASS			ASS	ASS	ASS	ASS
17 al 22 Marzo	ACF-AES		ACF-AES	ASS		ACF-AES	ACF-AES	ASS						
26 y 27 Abril	ACF		ACF-AES	ASS		ACF-AES	ACF-AES	ASS						
16 y 17 de Mayo	ACF		ACF-AES	ASS		ACF-AES	ACF-AES	ASS						
19 y 20 Junio					ASS		ACF-AES	ASS						ASS
17 y 18 Julio		ASS	ASS		ASS		ACF-AES	ASS						
26 y 27 Agosto	ACF-AES	ACF-AES	ASS		ASS		ACF-AES	ASS						ASS
17 y 18 Agosto	ACF-AES	ASS	ASS		ASS		ACF-AES	ASS						ASS

Figura 28. Indicadores biológicos de zooplancton PpR frente a Paita 1509

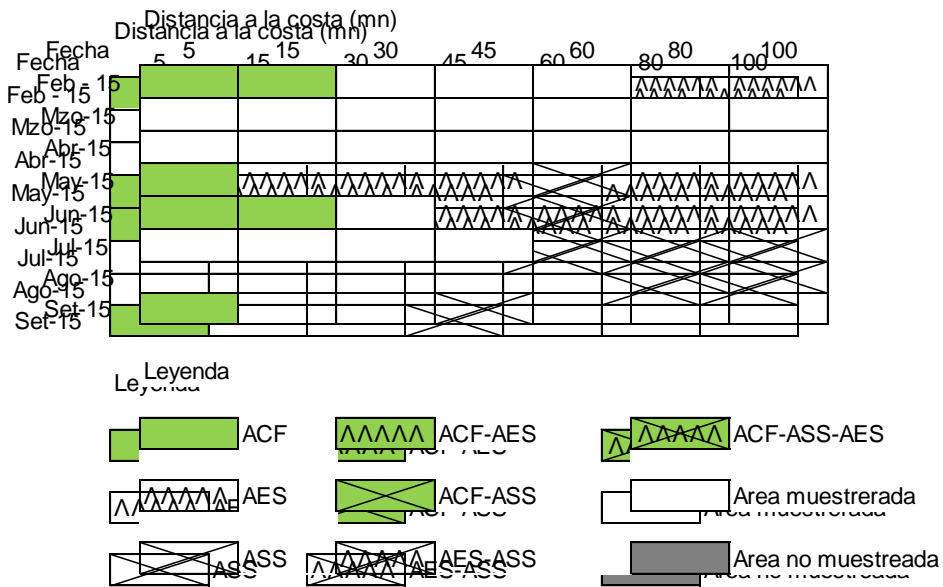


Figura 29. Distribución de Indicadores biológicos del fitoplancton en el perfil hidrográfico Chicama 1509

Chicama 2015
Distancia de costa (mn)

Fecha	5	15	30	45	60	80	90	100	120
26 al 28 de Enero									
26 y 27 Febrero									
17 al 22 Marzo									
24 y 25 Abril									
31 de Mayo									
22 y 23 de Junio									
15 y 16 Julio									
24 y 25 Agosto									
20 de Setiembre									



Figura 30. Indicadores biológicos de zooplancton PpR Chicama 1509

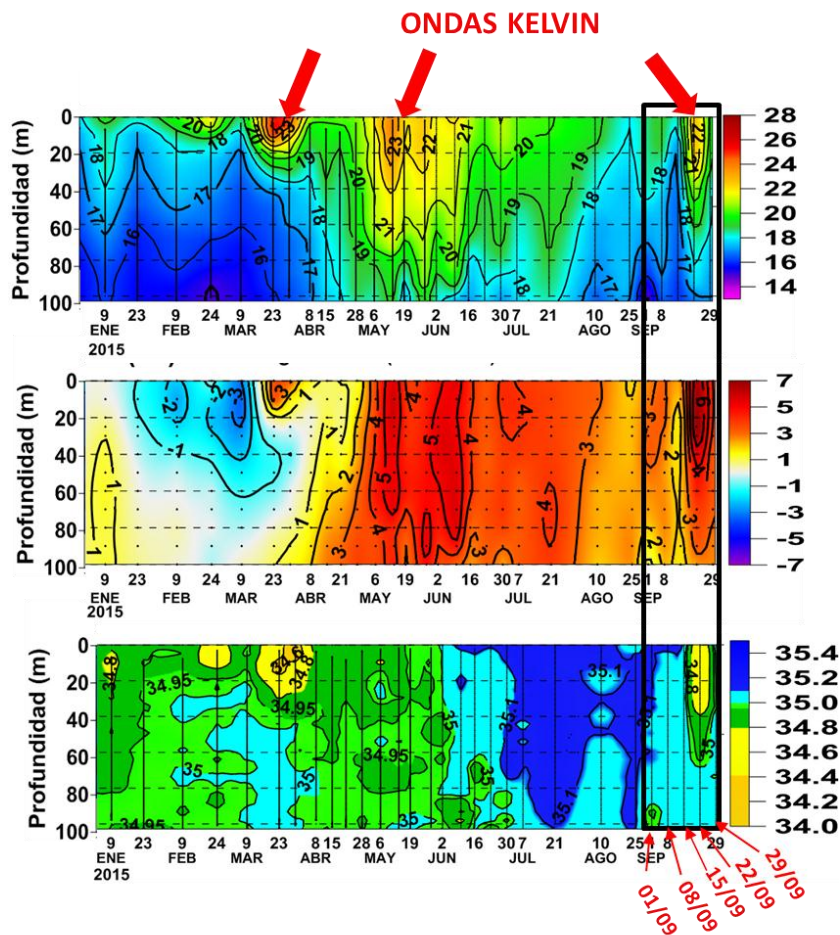


Figura 31. Variación de la distribución vertical de la temperatura, anomalías térmicas y salinidad, en el Punto Fijo Paita, durante 2015, proyecto PpR 068, IMARPE

PUNTO FIJO CHICAMA (25 SEPTIEMBRE 2015)

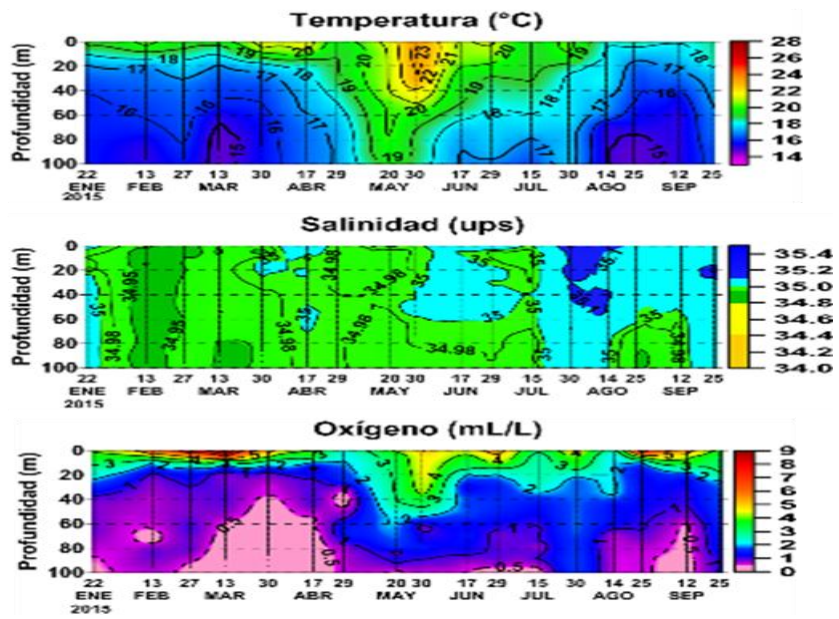


Figura 32. Variación de la distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno, en el Punto Fijo Chicama, durante 2015, proyecto PpR 068, IMARPE

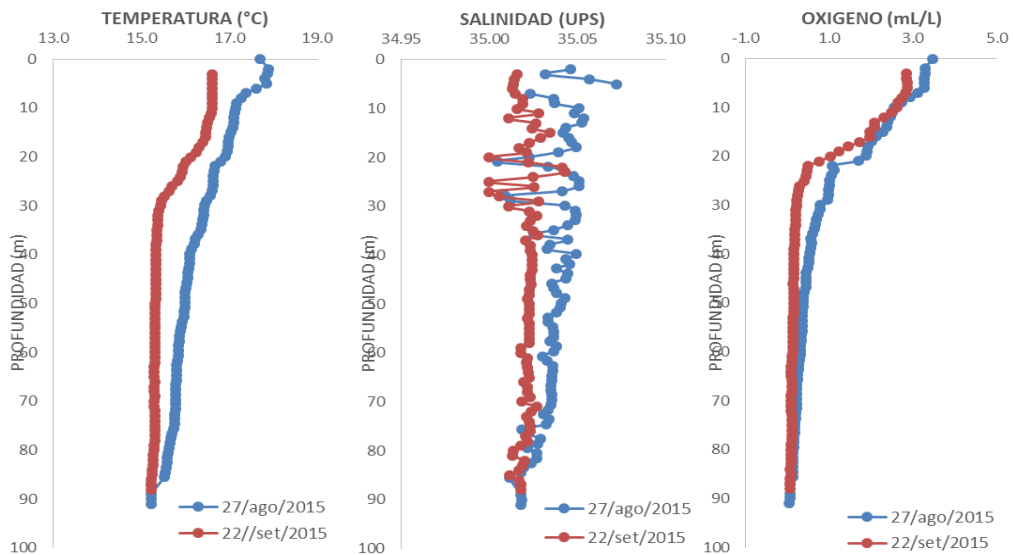


Figura 33. Variación de la distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno, en el Punto Fijo Callao, durante 2015, proyecto PpR 068, IMARPE

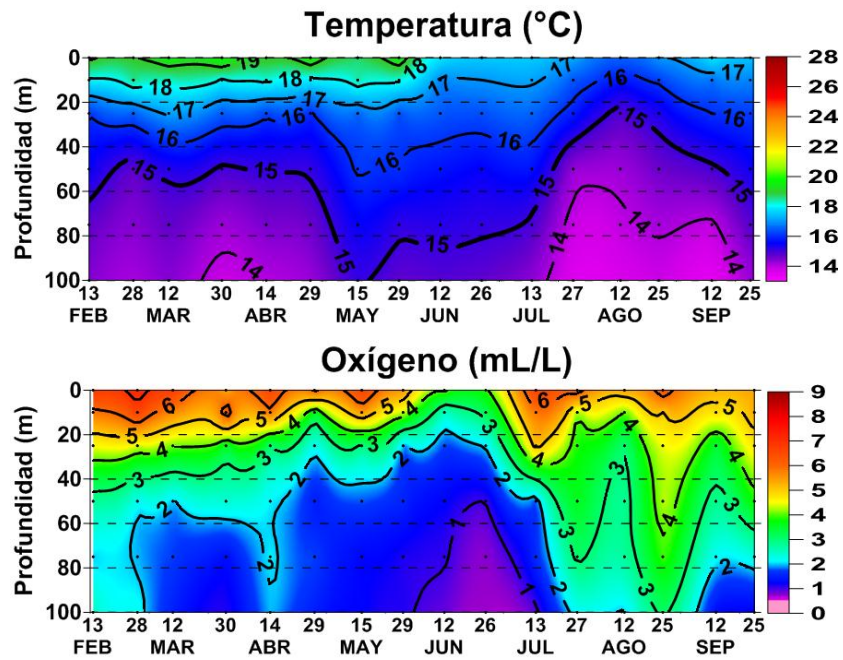


Figura 34. Variación de la distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno, en el Punto Fijo Ilo, durante 2015, proyecto PpR 068, IMARPE

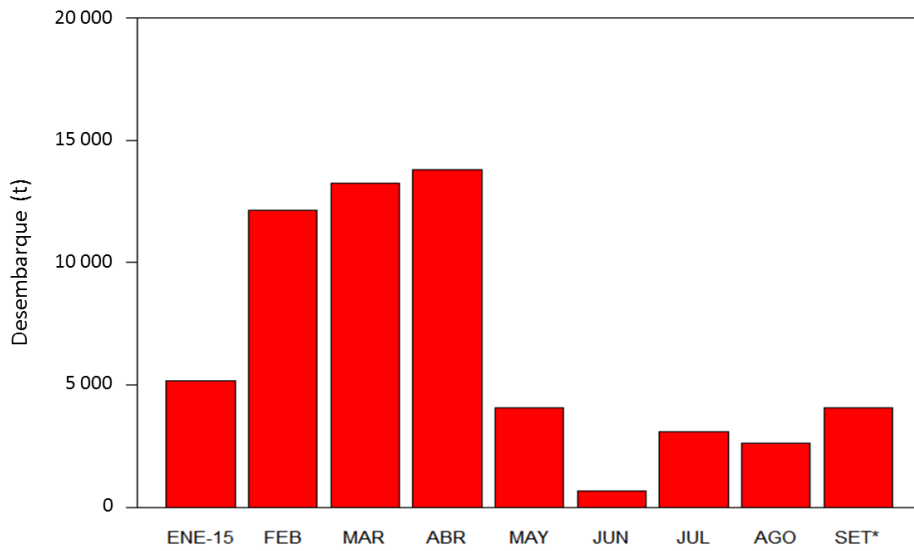


Figura 35. Desembarque (toneladas) mensual de anchoveta de la flota artesanal y de menor escala. Periodo Enero - setiembre 2015. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

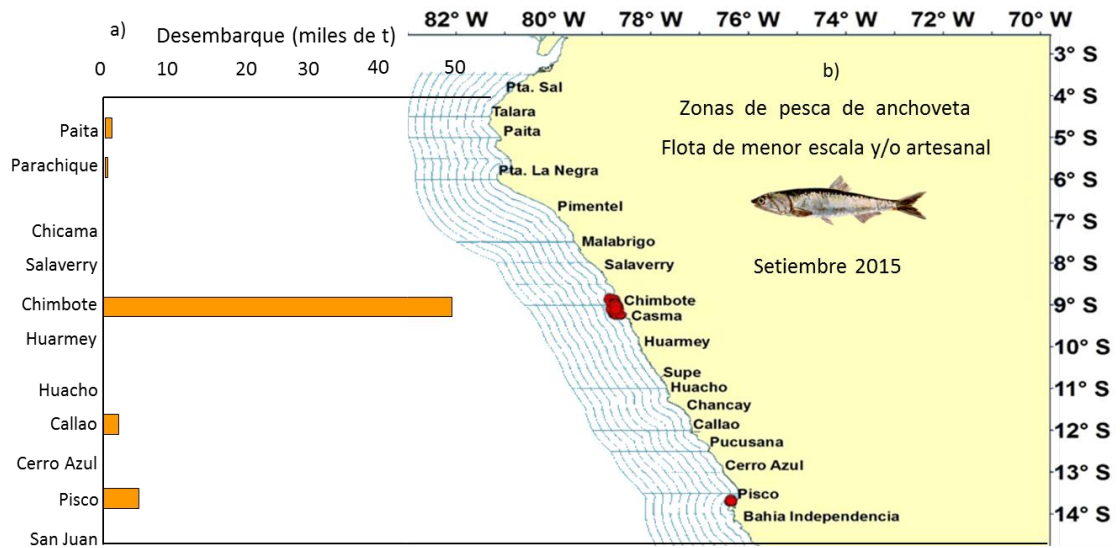


Figura 36. a) Desembarque (miles de t) de anchoveta según puerto de la flota artesanal y de menor escala durante Enero-setiembre 2015 y b) Distribución de zonas de pesca de anchoveta en Setiembre 2015. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

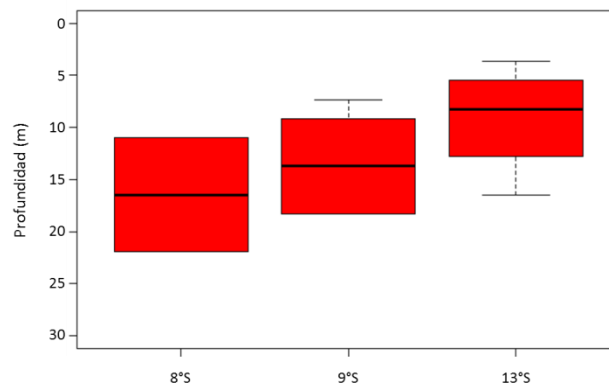


Figura 37. Distribución vertical de anchoveta según grado latitudinal. Periodo: Setiembre 2015. Fuente: PBP/AFDPERP/IMARPE.

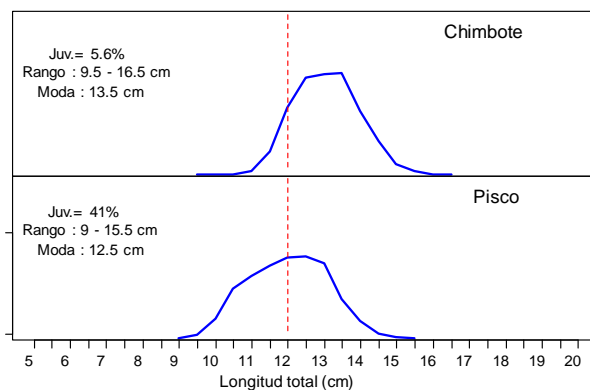


Figura 38. Estructura mensual de tallas anchoveta en la Región Norte - Centro. Periodo: Setiembre 2015. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

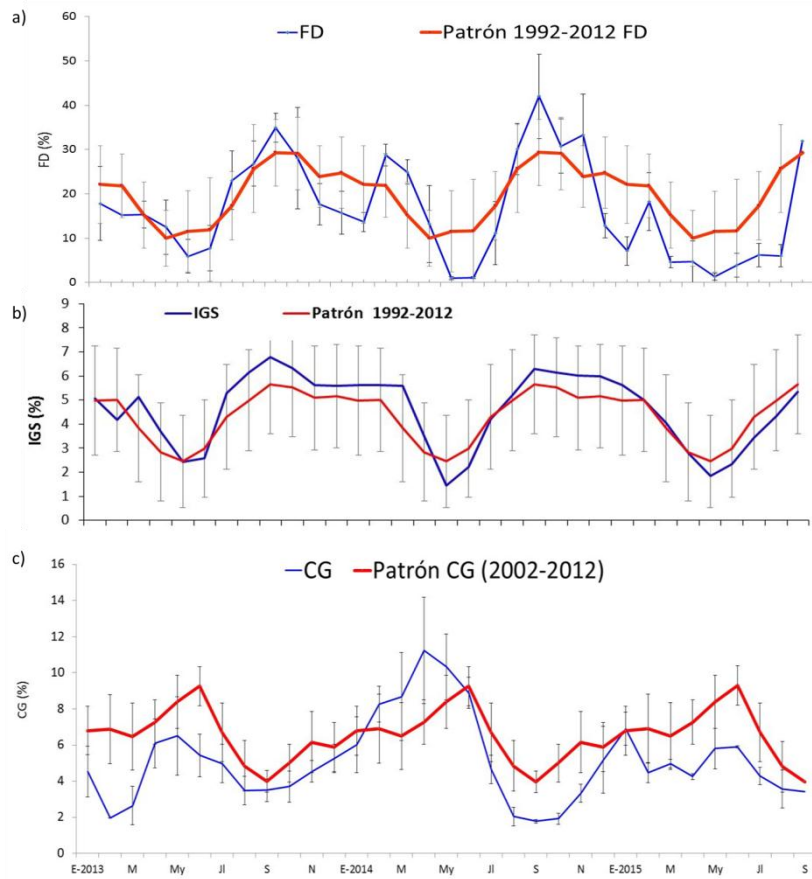


Figura 39. Indicadores biológicos de anchoveta en la Región Norte - Centro. Periodo: Setiembre 2015. Fuente: LBR/AFIRNP/IMARPE.

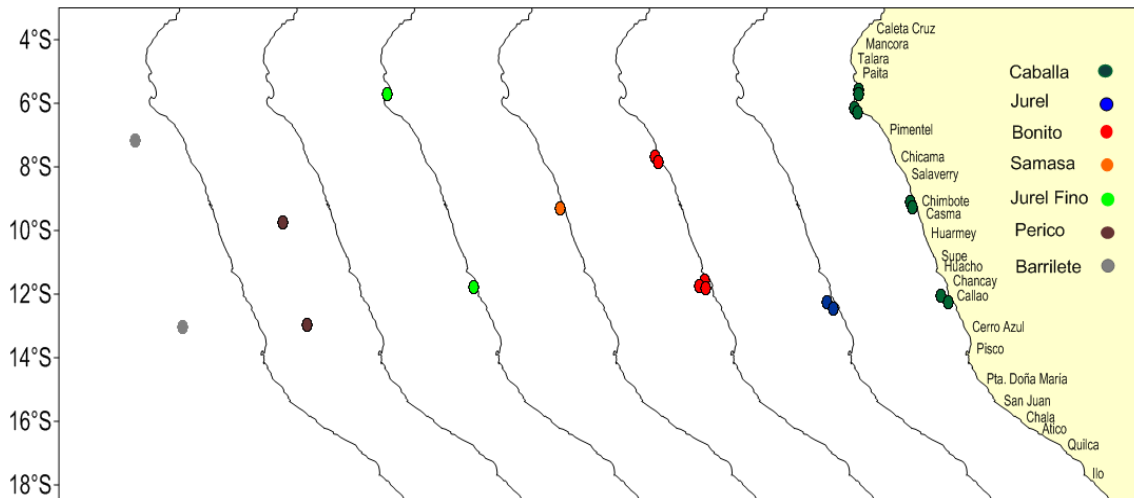


Figura 40. Incidencia de otras especies indicadoras frente a la costa del litoral Peruano. Periodo: Setiembre 2015. Fuente: AFIRNP/IMARPE y PBP/AFDPERP/IMARPE.

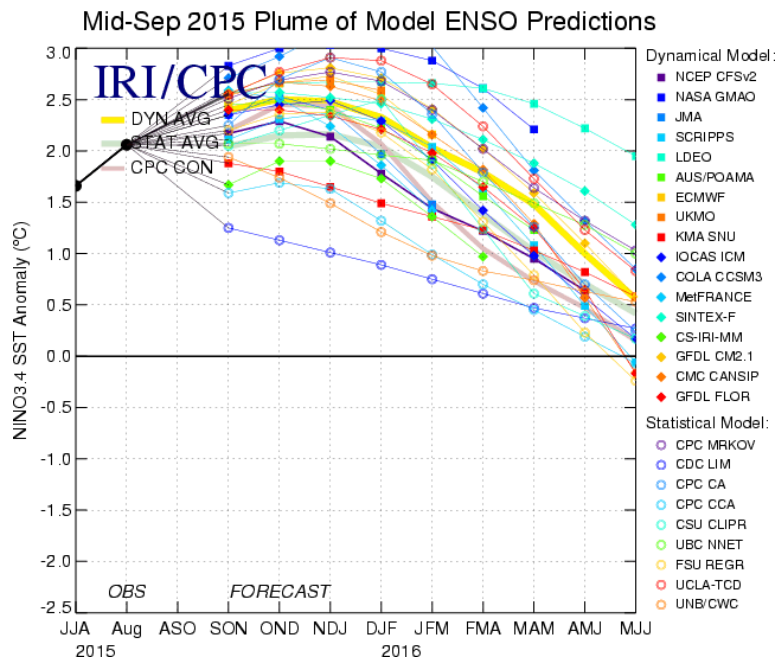


Figura 41. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Setiembre 2015.

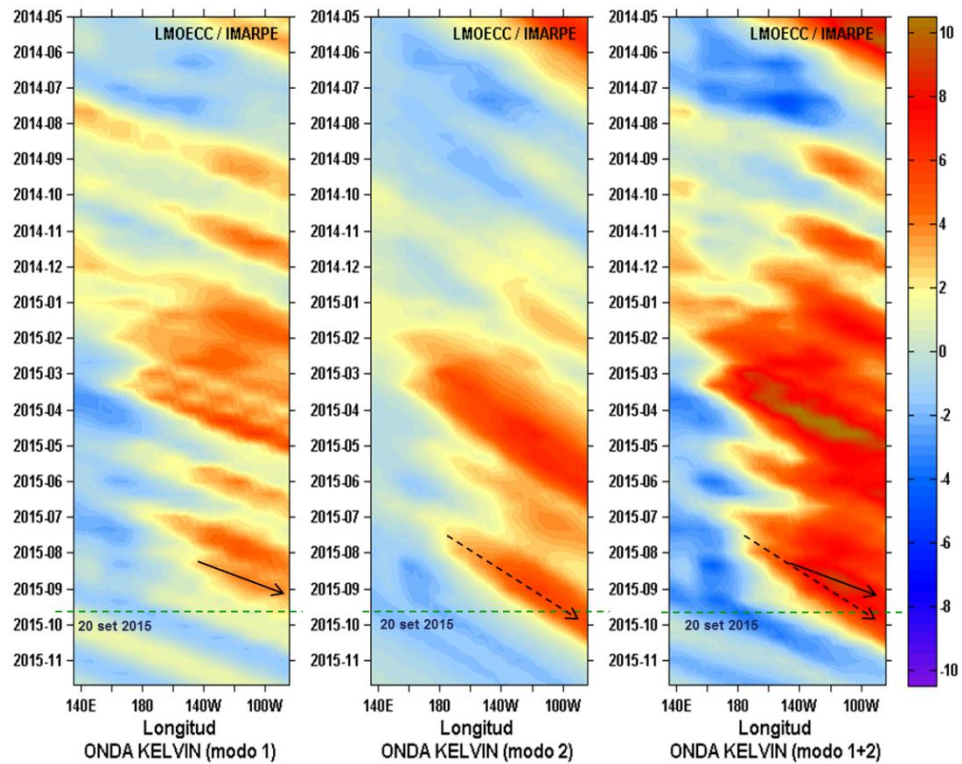


Figura 42. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE-LMOECC, forzado con vientos de NCEP.

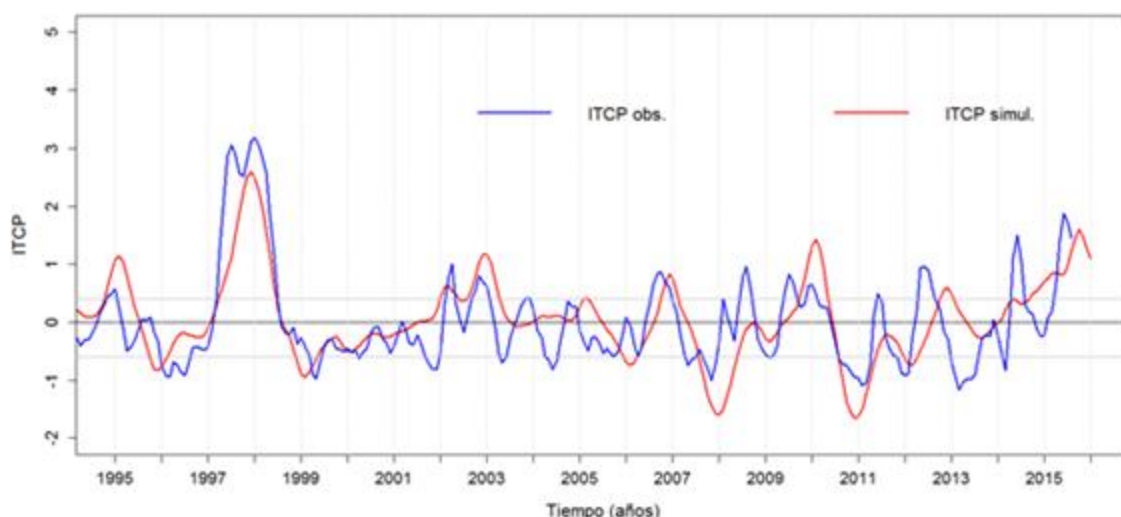


Figura 43. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Elaborado por IMARPE-LMOECC.

Tabla 2.7.1.1. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero - 27 de setiembre 2015). Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie\ Flota \ Región		Año Calendario (01 de enero al 27 de setiembre 2015)					
		Norte	Centro	N + C	Sur	Total	%
Anchoveta	Fl. Acero	498 619	1 592 948	2 091 567	284 541	2 376 108	83.35
	Fl. Madera	280 168	184 492	464 660	6 430	471 090	16.53
Subtotal		778 787	1 777 440	2 556 227	290 971	2 847 198	99.88
Porcentaje (%)		27.35	62.43	89.78	10.22	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		0	2	2	0	2	0.00
Caballa		762	1 855	2 617	0	2 617	0.09
Samasa		0	2	2	0	2	0.00
*Otros		777	132	909	32	941	0.03
Total		780 326	1 779 431	2 559 757	291 003	2 850 760	100.00
Porcentaje (%)		27.37	62.42	89.79	10.21	100.00	

Tabla 2.7.1.2. Desembarque de anchoveta en la Región Sur. Periodo 01 de Agosto al 27 de setiembre del 2015. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie\ Flota \ Puerto		Año Calendario (01 de enero al 27 de setiembre 2015)						
		Atico	Planchada	Quilca	Mollendo	Ilo	Total	%
Anchoveta	Fl. Acero	0	649	0	0	3 279	3 928	95.60
	Fl. Madera	0	0	0	0	181	181	4.40
Total		0	649	0	0	3 460	4 109	100.00
Porcentaje (%)		0.00	15.79	0.00	0.00	84.21	100.00	