

Grupo de Trabajo Institucional El Niño

Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras Agosto 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 24 de Agosto 2015 usando datos del re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 93°W,25°S ubicado alrededor de su posición habitual, con una intensidad máxima de 1021 hPa, menor que su valor climatológico en 3 hPa (Figuras 1 y 2). Asimismo, para el Pacífico Oriental Subtropical se observó la presencia de anomalías negativas entre -2 y -5 hPa, mientras que para el Pacífico Occidental Subtropical se detectó la presencia de anomalías positivas entre +1 y +2 hPa. (Figura. 3).

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 JJA 2015 el IAPS presenta un valor de -0.7; este es menor que su valor anterior pero continua en el rango neutro (Figura 4).

1.1.3 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 del fortalecimiento de la convección en el océano Pacífico ecuatorial, localizándose amplios núcleos con valores negativos de radiación de onda larga (ROL) hasta de -40 W/m² desde la línea de cambio de fecha (180°W) hacia el norte con límite en 100°W; en este último caso, la magnitud de la ROL incrementó levemente de -30 W/m² a -10 W/m². Frente al Perú se registraron condiciones neutrales (Figura 5). Las anomalías negativas indican el fortalecimiento de la convectividad y la precipitación, las anomalías positivas refieren de escasa o nula convección y precipitación.

El campo de anomalías de vientos (m/s) a nivel de 850 hPa indica la ocurrencia de vientos del oeste de hasta 15-20 m/s en el sector occidental y central, predominando valores de 10-15 m/s. Frente al Perú ocurrieron condiciones neutrales con excepción de la zona norte donde los vientos alcanzaron de 5 a 10 m/s (Figura 6).

1.2 Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales

Las anomalías promedio de las temperaturas superficiales del mar en agosto indican del notable calentamiento del océano Pacífico, principalmente al este de la línea de cambio de fecha, registrándose calentamiento desde el extremo norte de Chile hacia el norte.

Fue notoria en las regiones Niño, exhibiendo áreas muy extendidas con anomalías térmicas de +2°C a +3°C, siendo la banda ecuatorial la que registra la mayor cobertura de valores de hasta +3°C sobre lo normal (Figura 7).

Las anomalías térmicas en las regiones Niño (Figura 8) indican que durante agosto ocurrió la declinación del calentamiento en la zona ecuatorial oriental (Niño 1+2) en la primera quincena de agosto para luego incrementarse en la segunda quincena del mes. Por el contrario, las regiones Niño 3 y Niño 3.4 continuaron con la tendencia de calentamiento, mientras que en la región Niño 4, el calentamiento disminuyó levemente para luego incrementar y mantenerse en una magnitud similar los últimos días del mes. La NOAA reportó que los valores promedio de la temperatura superficial del mar (y sus anomalías) para este mes, en las regiones Niño fueron: 22,9°C (+2,3°C) en la región Niño 1+2; 27,3°C (+2,3°C) en la región Niño 3; 28,9°C (+2,1°C) en la región Niño 3.4; y 29,7°C (1°C) en la región Niño 4.

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

La estructura promedio mensual de temperatura del agua de mar y su anomalía térmica para los primeros 500 m superiores entre 2°N y 2°S en agosto 2015, adaptados de TAO/TRITON registraron el intenso calentamiento asociado con el paso de pulsos de onda Kelvin, particularmente sobre los ~175 m de profundidad. La información al oeste de 110°W indica que este mes el calentamiento fue muy fuerte y alcanzó +7°C en un núcleo centrado en 75 m de profundidad. Áreas cálidas de hasta +1°C se distinguieron hasta 170°E. (Figura 9).

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 agosto del 2015, 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 2,0 y 12,0 m/s, observándose eventos de debilitamiento del viento entre los días 04 y 08 y a finales de agosto, afectando gran parte de la costa peruana; y un evento de intensificación de viento entre el 09 y 16 de agosto, cuando vientos presentaron velocidades superiores a los 10 m/s (Figura 10).

La anomalía de la velocidad de viento (AVV), varió entre -3,0 y +5,0 m/s, las mayores anomalías negativas se ubicaron alrededor de los 15°S entre el 04 y 08 de agosto. En cambio entre el 09 y 16 de agosto, se presentaron AVV positivas mayores a +1,0 m/s al sur de los 10°S. (Figura 11). Predominaron vientos de dirección sureste (SE) entre los 4° y 15°S, este-sureste (ESE) entre los 15° y 18°S y vientos del sur (S) y sur-sudoeste (SSO) al norte de Talara (4°S) (Figura 12).

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar

En la serie temporal de la anomalía del Nivel Medio del Mar (ANMM, Figura 13) se aprecia la continuación de la tendencia descendente iniciada a finales de junio. Sin embargo se observaron ligeros incrementos en la ANMM, manteniéndose en promedio alrededor de los +10 cm en el área de 90.125°W y 0.125°S y la zona de 5 a 14°S y alrededor de +5 cm entre los 14 y 18°S.

En la franja dentro de los primeros 40 km frente a la costa peruana (Figura 14), durante agosto las anomalías variaron de 0 a +20 cm, predominando en la primera quincena anomalías entre +5 a +10 cm en la franja costera. En la segunda quincenal se observó un incremento de la ANMM al norte de los 16°S, donde las anomalías fluctuaron entre los +10 y +15 cm. En cambio al sur de los 16°S las anomalías se mantuvieron por debajo de los +10 cm.

2.2.3. Temperatura superficial del mar frente al litoral.

2.2.3.1 Laboratorios Costeros

Las estaciones costeras del IMARPE mostraron valores térmicos que variaron de 26,84°C (Tumbes) a 15,54°C (Ilo), siendo las zonas de Tumbes a Chicama y de Callao las más cálidas, con anomalías que superaron los +2,0°C. En cambio en Ilo (+0,54°C) y Pisco (+0,39°C) se registraron las menores anomalías térmicas (Figura 15).

La salinidad superficial del agua de mar SSM (ups), varió de 33,57 (Tumbes) a 35,15 ups (Paita); las concentraciones encontradas estarían asociadas a presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) frente a Paita, Chicama e Ilo; a Aguas Tropicales Superficiales (ATS) en Tumbes y a aguas de mezcla frente a Callao y Pisco (Figura 16).

2.2.3.2 Información satelital de TSM y ATSM.

La evolución de la anomalía térmica (ATSM) frente a la costa peruana indica la persistencia de las condiciones cálidas al norte del Callao, mientras que al sur las condiciones dominantes son neutras. La segunda semana se observó un enfriamiento general en la franja costera, registrándose ATSM negativas de hasta -1°C. A partir de la tercera semana se comenzó a incrementar la temperatura a lo largo de toda la costa, alcanzando el máximo incremento a fines de mes cuando se detectaron núcleos de anomalías de hasta +3°C frente a Callao y al norte de Punta Falsa y de +1°C al sur de San Juan (Figura. 17). Este mismo patrón de variabilidad se visualiza en el diagrama Hovmöller de ATSM dentro de las 50 mn frente al litoral (Figura 18).

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

2.2.4.1 Sección Paita

Sección Paita (Monitoreo Bio-Oceanográfico 1508. E/P Polar VI, 24-25/08/2015).

La sección vertical frente a Paita presentó una termoclina moderada por fuera de las 70mn que desaparece dentro de las 40 mn debido a procesos de mezcla, en tanto la isoterma de 15°C se mantuvo casi paralela a la superficie entre los 170 y 180 m (Figura 19a). La columna de agua mantiene anomalías positivas mayores a 1°C sobre los 200 m, con un máximo de +4°C a las 100 mn (Figura 19e).

Las ASS, al igual que el mes pasado fue la masa de agua predominante sobre los 100 m de profundidad, hecho que generó muchos procesos de mezcla en la zona costera y sobre los 150 m (Figura 19b). Así mismo, las anomalías positivas de salinidad corroboran la fuerte influencia de las ASS hasta la costa, lo cual es totalmente inusual para la época (Figura 19f)

Las corrientes marinas calculadas a través de las anomalías geopotenciales (velocidades geostroficas) presentaron en Paita flujos hacia el sur asociados a la Corriente Sub-superficial Perú-Chile (también denominada aquí Extensión de la Corriente de Cromwell) ubicada dentro de las 30 mn y flujos hacia el norte por fuera de las 40 mn. En ambos casos las velocidades máximas fueron mayores a 20 cm/s (Figura 19d)

2.2.4.2 Sección Chicama

Sección Chicama (Monitoreo Bio-Oceanográfico 1508. E/P Polar VI, 24-25/08/2015).

La distribución de temperatura presentó una termoclina débil sobre los 100 m, que se debilitó aún más cerca de la costa debido a procesos de surgencia. Por ejemplo, la isoterma de 15°C se ubicó entre los 50 y 180 m estando más somera en la zona costera (Figura 21a). Por otro lado, se detectaron las anomalías térmicas de +1°C en los primeros 300 metros de la columna de agua (Figura 20e).

Las ASS se localizaron por fuera de las 20 mn y sobre los 100 m. Sin embargo se notó su influencia hasta la costa, asociadas a anomalías positivas en la columna de agua (Figura 9f). A las ACF solo se las encontró en proceso de mezcla con las ASS dentro de las 20mn (Figura 20b).

La velocidad geostrofica obtenida a través a través de las anomalías geopotenciales mostró flujos intensos hacia el sur de la CSPCh con velocidades mayores a 30 cm/s en su núcleo. En cambio los flujos hacia el norte fueron más débiles (15 cm/s) y se localizaron dentro de las 50 mn (Figura 20d).

2.2.4.3 Sección Callao

Sección Callao (Cr. CRIO 1508, 16-17/08/2015)

La estructura térmica presentó una termoclina débil sobre los 100 m (con 4 isotermas), que se debilitó y desapareció dentro de las 20 mn. La isoterma de 15°C se ubicó alrededor de los 100 m. Las ASS se presentaron sobre los 50 m y hasta las 20 mn de la costa y las aguas de mezcla, dentro de las 20 mn. Las anomalías de temperatura y de salinidad sobre los 100 m de profundidad alcanzaron +1°C y +0,05ups, respectivamente (Figuras 21 a, b, e y f).

La velocidad geostrofica mostró flujos hacia el sur dentro de las 40 mn y por fuera de las 60 hacia el norte; en ambos casos los flujos fueron débiles con velocidades mayores a 10 cm/s en sus núcleos (Figura 21d).

2.2.4.2 Sección San Juan

Sección San Juan (Cr. Pelágico 1508-09, 22-23/08/2015)

La sección vertical frente a San Juan presentó una termoclina débil y profunda con su límite inferior (isoterma de 15°C) entre los 70 y 100 m, relacionada al ingreso de aguas oceánicas a la costa, lo que a su vez generó anomalías mayores a +1°C sobre los 100 m de profundidad (Figura 22 a y 22e).

Las ASS, al igual que en las otras secciones oceanográficas, alcanzó una notable influencia principalmente sobre los 100 m y por fuera de las 30 mn, quedando replegadas a las 20 mn las ACF. Por otro lado se observó en las capas sub-superficiales a aguas de baja salinidad formando un núcleo entre los 100 y 200 m y entre las 30 y 80 mn (Figura 22b, f).

Los flujos geostróficos evidenciaron la presencia de la CSPCh dentro de las 30 mn, registrando en su núcleo valores de 10 cm/s. En cambio se registraron flujos hacia el norte por fuera de las 40 mn con velocidades mayores a 15 cm/s (Figura 22d)

2.2.5. Fertilidad y Productividad frente al litoral.

2.2.5.1 Nutrientes.

El perfil Chicama realizado durante el 2015, mostró una estructura de fosfatos entre 1,0 a 1,5 μM , por la presencia de aguas cálidas sobre el nivel de los 50 m. Las menores concentraciones de fosfatos en la capa superficial de 50 m se detectaron en marzo, mayo junio y julio. Las concentraciones bajas de los dos últimos meses mencionados estuvieron asociadas a la aproximación de las ASS con salinidades superiores a 35,2 ups. En agosto las concentraciones de fosfatos recuperaron altos valores, de alrededor de 1,5 μM en la superficie del mar y cercano a 2,0 μM en la capa de mezcla, posiblemente asociados a eventos de afloramiento costero (Figura 23).

2.2.5.2. Clorofila-a in situ

En la 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, núcleos de 5,0 y 10,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ se presentaron en abril del 2015, relacionados a eventos de florecimiento fito-planctónico. Por otro lado, posiblemente 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 la concentración de clorofila-a, si bien aumentó respecto a julio, no alcanzó los niveles de abril 2015 (Figura 24).

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

Usando datos diarios del satélite MODIS con una resolución espacial de 4 km, se construyó una climatología cada 5 días 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) cada 5 días.

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, especialmente en las dos últimas semanas (Figura 25).

En cuanto a la distancia a la costa, se observa que la zona centro (10° – 16°S) tiende a ser más productiva que la zona norte (04° – 10°S). A comparación de los meses de julio y agosto del año 2014, se puede observar que en los dos últimos meses las concentraciones de clorofila-a presentaron valores similares y reducidos en la zona norte (04° – 10°S), mientras que en la zona centro (10° – 16°S) se detectaron valores más altos con una distribución más amplia (Figura 26 y 27).

2.2.6 Indicadores Biológicos del Plancton

Frente a Paita se distribuyó *Ceratium breve*, indicador de AES, conjuntamente con *Ceratium praelongum*, indicador de ASS (Figura 28). Se observó predominancia del fitoplancton hasta la 40 mn, donde las diatomeas destacaron por su abundancia como *Thalassiosira* sp. y *Helicotheca thamesis*, además de *Rhizosolenia chunii*, *R. hyalina* y *Detonula pumila*.

Por fuera de las 40 mn se apreció alta riqueza de diatomeas y dinoflagelados termófilos entre los que destacaron *Achnanthes longipes*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Lioloma delicatulum*, *Proboscia alata* f. *gracillima*, *R. bergonii*, *Amphisolenia bidentatum*, *Ceratium gibberum* v. *dispar*, *C. contortum*, *C. lunula*, *C. gravidum*, *Pyrocystis noctiluca*, *Protoberidinium grande*, *C. trichoceros* y *Goniodoma polyedricum*, asociadas a TSM mayores de 19,9°C.

Dentro de los indicadores del zooplancton, se registró al copépodo *Eucalanus inermis*, especie asociada a ACF, a 11 mn. Además se determinó los copépodos *Acartia danae*, *Ishnocalanus plumulosus* y *Oncaea conífera*, especies indicadoras de ASS por fuera de las 11 mn. Entre las 5 y 80 mn se registró la presencia de *Centropages furcatus*, indicador de AES localizado (Figura 29).

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos de anchoveta a 15 mn de la costa, así como huevos y larvas de vinciguerría, los primeros por fuera de las 40 mn y los segundos a 80 y 100 mn.

Frente a Chicama, se determinó sólo al dinoflagelado *Ceratium incisum*, indicador de ASS, a partir de las 80 mn de la costa (Figura 30). La predominancia del fitoplancton fue hasta las 30 mn, con dominancias de diatomeas neríticas, resaltando *Coscinodiscus perforatus*, seguida de *Thalassionema nitzschioides* y del dinoflagelado *Protoberidinium depressum*.

A partir de las 30 mn, fue evidente la presencia de especies termófilas como *Chaetoceros concavicornis*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Achnanthes longipes*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia bergonii*, *R. hyalina*, *Pyrocystis fusiformis*, *Py. lunula*, *Ceratium trichoceros*, *C. gravidum*, *C. candelabrum*, *Goniodoma polyedricum*, *Ornithocercus steinii* y *Dinophysis cuneus*, entre otros.

Dentro del zooplancton, se determinó la presencia de los copépodos *Centropages brachiatus* y *Eucalanus inermis*, especies asociadas a ACF, dentro de las 30 mn sólo la primera especie y a 80 mn, ambas. Asimismo a 60 mn se registró a los copépodos *Acartia danae*, especie indicadora de ASS, así como a *Centropages furcatus*, indicador de AES.

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos y larvas de anchoveta, los cuales se localizaron dentro de las 30 y a 45 mn de la costa, respectivamente. Asimismo, huevos de vinciguerría fueron registrados por fuera de las 80 mn.

2.2.7 Monitoreo bio-oceanográfico de alta frecuencia

2.2.7.1. Punto Fijo Paita

La estructura térmica en el Punto Fijo Paita mostró la segunda quincena de julio una disminución de la temperatura sobre los 40 m. En cambio en capas por debajo de los 40 m se presentó un incremento de la temperatura. Respecto a las anomalías térmicas, estas mantuvieron un valor de alrededor de los +2°C en toda la columna de agua y durante casi de todo el mes. La estructura halina también continuó alterada asociada a la evolución del evento El Niño, con presencia de ASS en toda la columna de agua (Figura 31).

La distribución de oxígeno disuelto continuó mostrando una columna de agua bien oxigenada principalmente por debajo de los 20 m de profundidad con valores mayores a 2 mL/L. Para julio, los fosfatos, silicatos, nitratos y la clorofila-a se encontraron por debajo de sus valores habituales (Figura 31).

2.2.7.2 Punto Fijo Chicama

La estructura térmica sobre los 60 m mostró una tendencia a la superficie de las isotermas de 18 y 19°C; sin embargo continuaron las anomalías positivas en la columna de agua. Por otro lado, se observó una creciente influencia de las ASS después de la segunda quincena de julio, que generaron aguas de mezcla en un inicio y terminaron por ser la masa predominante a fin de mes. Asimismo todavía se registró una columna bastante oxigenada con el tope superior de la capa mínima de oxígeno por debajo de los 100 m (Figura 32).

2.2.7.3 Punto Fijo Ilo

Frente a Ilo el comportamiento térmico y del oxígeno disuelto indicó procesos de afloramiento de aguas frías y pobres en oxígeno en la primera quincena del mes, seguidos de una profundización de la estructura vertical de la columna de agua en la segunda quincena del mes (Figura 33).

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 31 de agosto ascendió a 2 851 005 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta”, aunque desde el 01 de agosto se dio por terminado la primera temporada de pesca de la región norte centro, fue la de mayor desembarque con el 99,86% (Tabla 1).

Del 01 de agosto, mediante la RM N°246-2015-PRODUCE, se inició la segunda temporada de pesca de anchoveta en la región sur. El desembarque total de anchoveta proveniente de la flota industrial fue de 3 602 t, con una tasa promedio mensual de 820 t (Figura 34), correspondiente a un 0,8% de la cuota de 450 mil toneladas establecida.

El área de pesca de anchoveta se registró entre 20 y 30 millas náuticas (mn) frente a Ilo (17°50'S) y al sur de Morro Sama (18°00'S) hasta el extremo sur dentro de las 20 mn donde se registró la mayor captura (Figura 35). Las estructuras de tallas de la anchoveta presentaron un amplio rango de tallas que fluctuaron entre 7,5 y 15,5 cm de longitud total (LT), presentando una moda de 12,5 cm y 14% de juveniles (Figura 36).

Durante agosto, el mayor desembarque de anchoveta proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal se localizó frente a Chimbote (9°S) y desde la segunda quincena se registró frente a Pisco (13°30'S) (Figura 37). La estructura por tamaños de anchoveta evidenció la presencia de juveniles en ambas zonas con 10,6% y 23,5% respectivamente (Figura 38).

Los indicadores biológicos del stock norte-centro de anchoveta, como el Índice Gonadosomático (IGS) y Fracción Desovante (FD), si bien mostraron una evolución con tendencia similar al patrón, estuvieron por debajo del patrón promedio, lo cual indicó que continúa la influencia negativa de las actuales condiciones sobre el proceso reproductivo. De forma similar, el Contenido Graso (CG), indicador del bienestar del pez, registró valores debajo del patrón, evidenciando que las condiciones anómalas continuaron repercutiendo en la condición del recurso (Figura 39).

Otras especies registradas en las capturas de la pesca de menor escala y/o artesanal fueron jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus*) de 20 a 40 mn se localizaron frente a Callao (12°S).

La estructura de tallas de caballa presentó un rango de 12 a 34 cm de longitud a la horquilla (LH), moda adulta en 30 cm y juvenil en 18 cm de LT y 76,3% de juveniles.

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

3.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

Las anomalías de la temperatura en la región Niño 3.4 muestran un aumento constante de TSM en los últimos 3 meses. Asimismo, el alto contenido de calor en el océano, las anomalías del viento del oeste, las anomalías positivas de la convección (medida en base a datos de la radiación de onda larga, OLR) tanto cerca y al este de la línea de cambio de fecha, el Índice de Oscilación del Sur (IOS) que mantiene valores negativos, entre otras variables, indican condiciones de El Niño fuerte para el Pacífico Central (IRI, agosto 2015). La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de la región Niño 3.4 pronostican la continuación de las condiciones de El Niño en el Pacífico Ecuatorial durante el periodo setiembre-octubre-noviembre 2015 con un probabilidad del 99% y un 97% que esta condición se extienda hasta el verano 2015-2016 (Figura 40).

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 baroclinicos 1 y 2 de las ondas Kelvin a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial. 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 agosto 2015 se realiza sin el forzante de vientos. Según la simulación de la propagación de las ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, una onda Kelvin cálida (modo 2) generada entre junio y julio 2015, debido a pulsos de vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría a las costas de Sudamérica en setiembre 2015. Posteriormente, una onda Kelvin cálida (modo 1) generada entre fines de julio e inicios de agosto 2015, debido a las anomalías positivas de los vientos en el Pacífico Central, llegaría a las costas de Sudamérica en setiembre 2015 (Figura 41)

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 setiembre y diciembre 2015 (Figura 42).

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.
- El Pacífico Ecuatorial exhibió anomalías positivas de temperatura superficial entre +1,0 y +2,3°C para las regiones Niño 4 y Niño 1+2, respectivamente.
- Frente a la costa peruana la temperatura superficial promedio alcanzó la máxima anomalía (+2,56°C) en Tumbes y la mínima (+1,42°C), frente a Ilo.
- 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.

- La estructura vertical de la temperatura continuó mostrando anomalías mayores a $+6^{\circ}\text{C}$ en el Pacífico Ecuatorial central-oriental. Frente a la costa peruana se encontraron anomalías mayores a $+4^{\circ}\text{C}$ frente a Chicama y de $+2,5^{\circ}\text{C}$ frente a Paita, en la capa de 0 a 50m de la columna de agua.
- La anchoveta presentó una distribución en las regiones centro y sur, desde Supe (11°S) hasta el extremo sur. Los principales desembarques de la especie se dieron frente a Morro Sama (18°S). Los indicadores de la biología de la anchoveta (fracción desovante, índice gonadosomático contenido graso), mostraron valores ligeramente por debajo de sus patrones históricos.

PERSPECTIVAS

- Se espera que frente a la costa peruana, durante los próximos meses continúen las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar, del nivel medio del mar y de la profundidad de la termoclina, debido al arribo de la onda Kelvin formada a fines de junio y reforzada por la extensión de las anomalías de viento del oeste hacia el Pacífico oriental durante julio.
- El nuevo pulso de anomalía de vientos del oeste observado a fines de julio que formaría una nueva onda Kelvin llegaría en el mes de setiembre, lo cual contribuirá a mantener las condiciones de El Niño costero.

FIGURAS

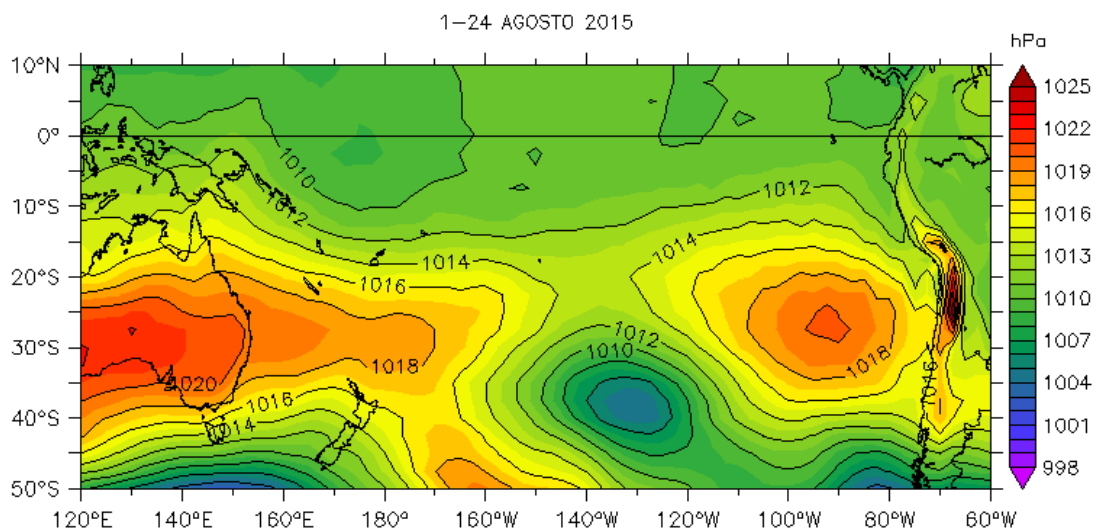


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-24 Agosto 2015, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

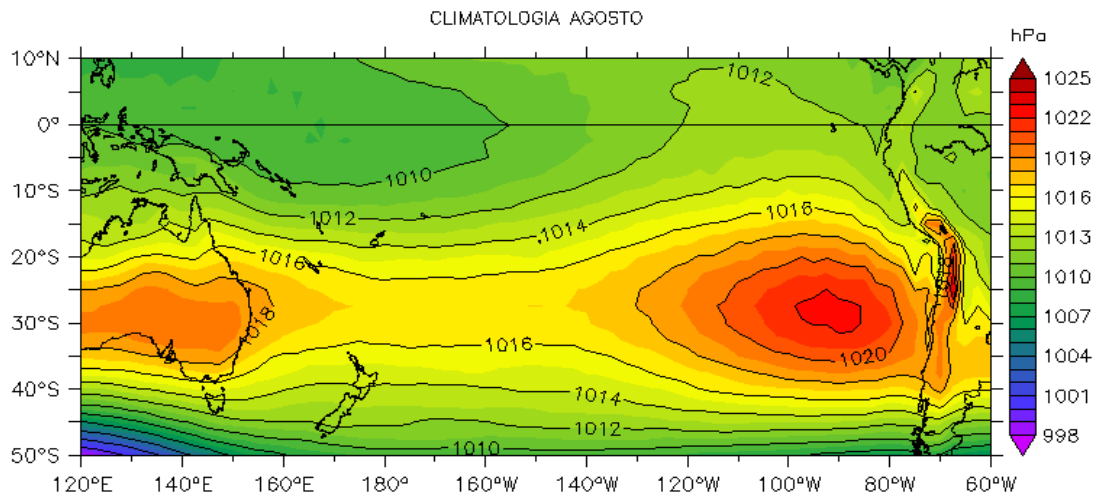


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología agosto. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

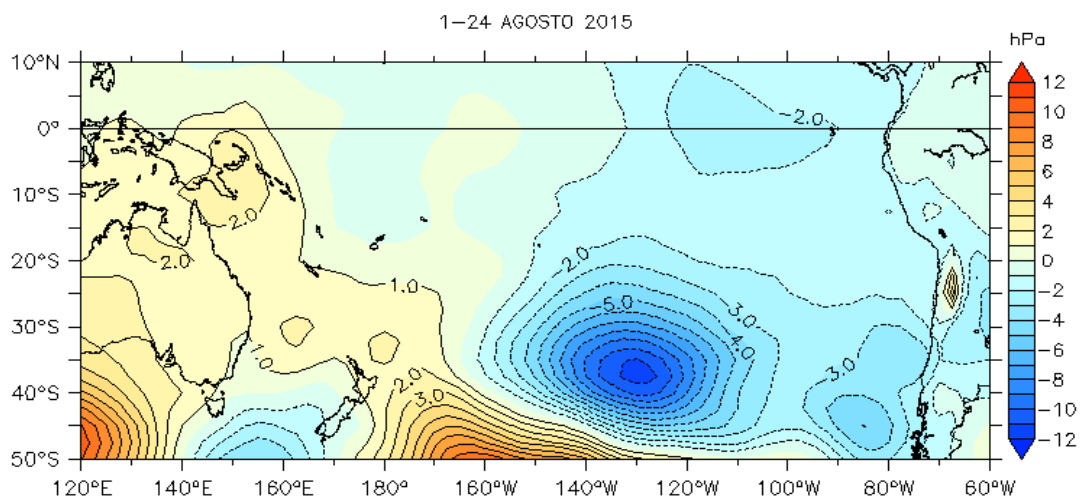


Figura 3. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-24 agosto 2015. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

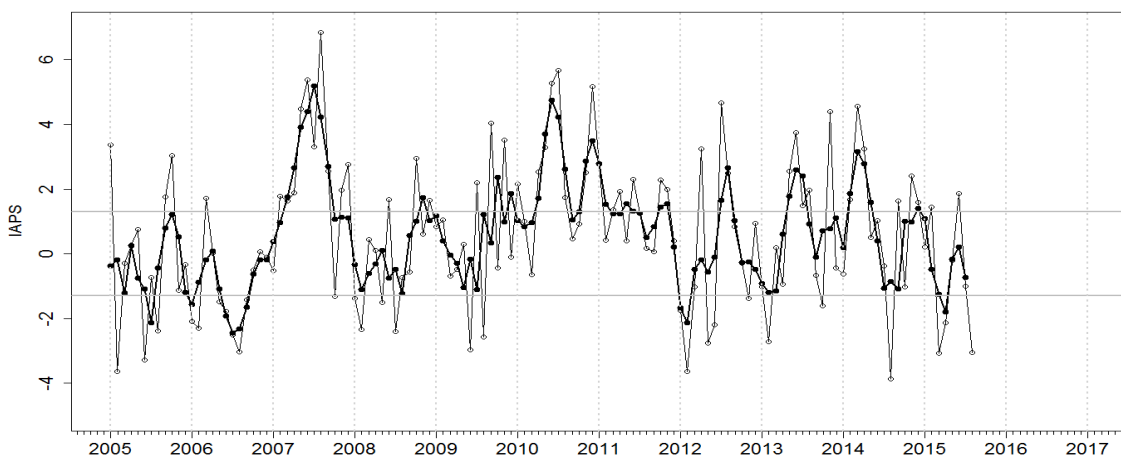


Figura 4. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre JJA 2015. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco)

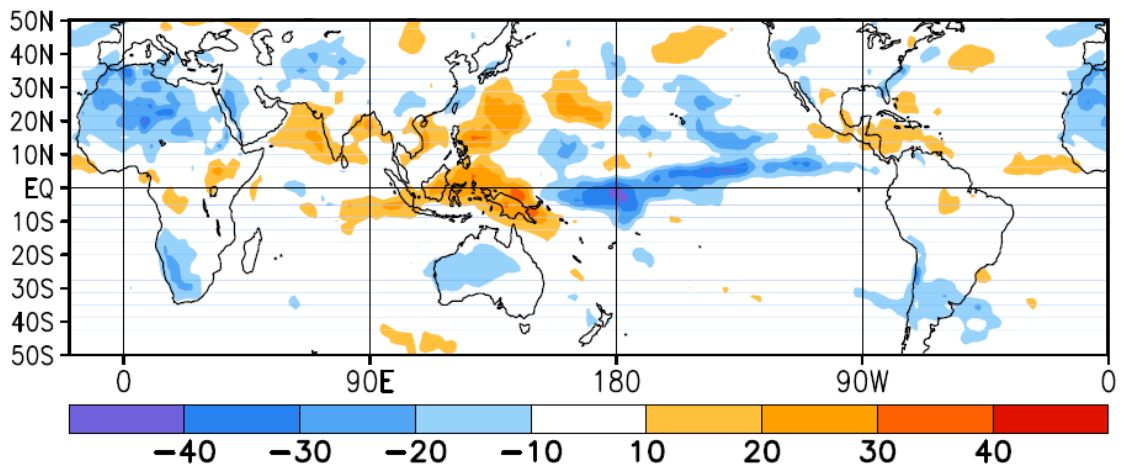


Figura 5. Anomalia promedio mensual de la radiación de onda larga (W/m^2) para agosto de 2015. Adaptado del Climate Diagnostics Bulletin de NOAA.

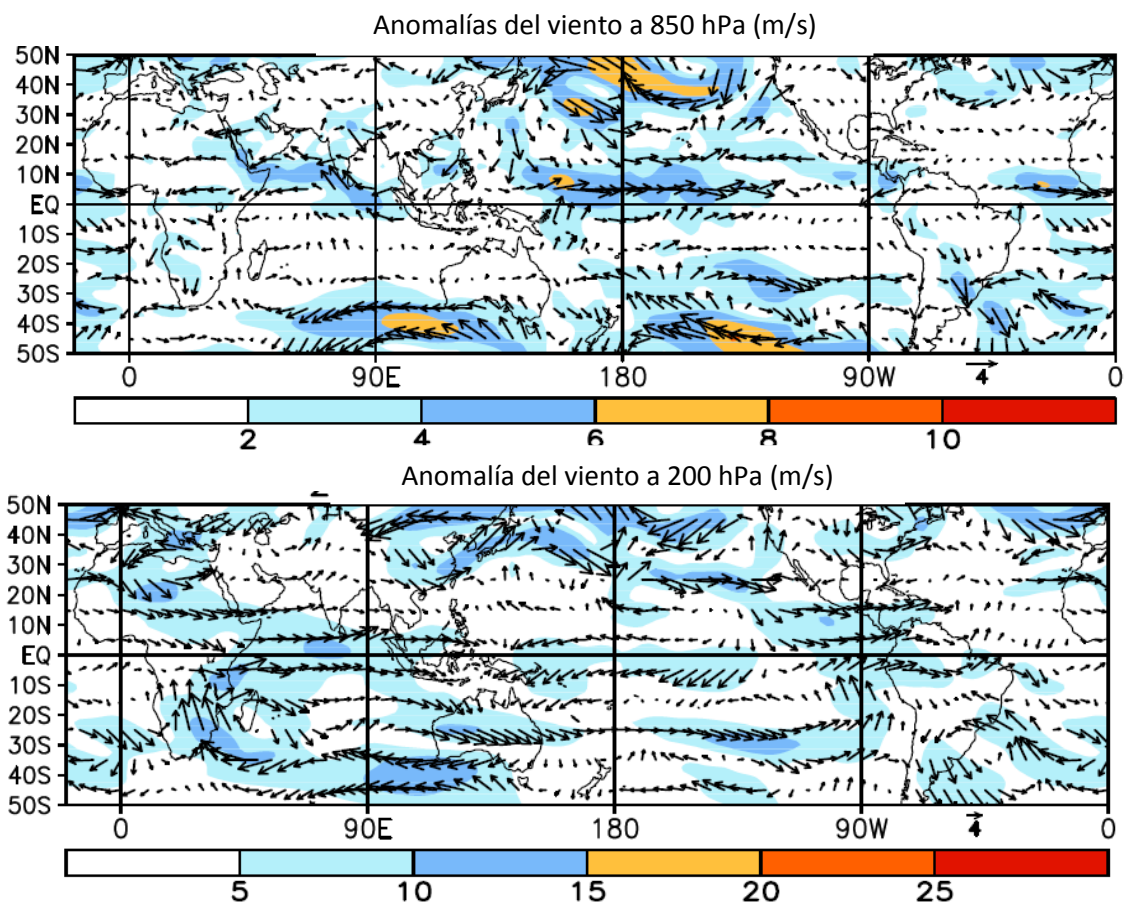


Figura 6. Distribución espacial de las anomalías del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel inferior) en agosto 2015. Adaptado del Climate Diagnostics Bulletin de NOAA.

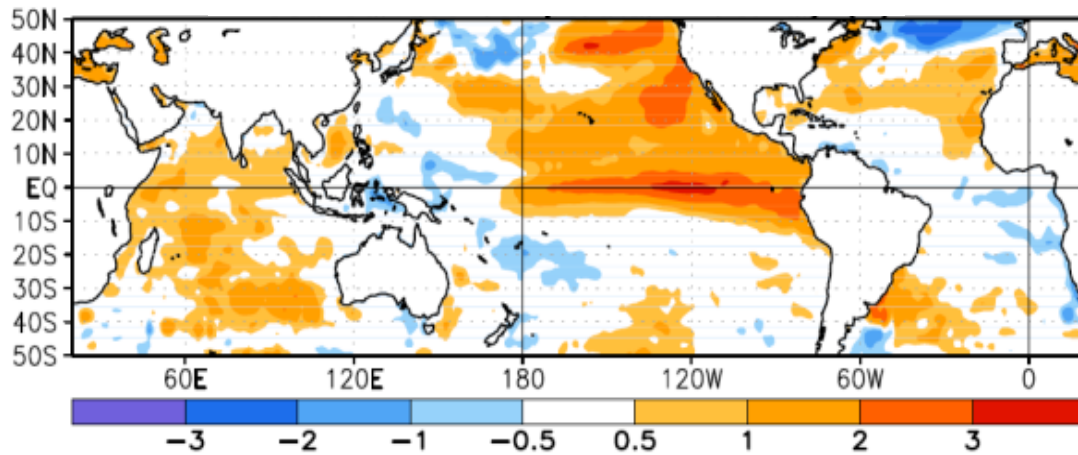


Figura 7. Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico en agosto 2015. Adaptado del Climate Diagnostics Bulletin de NOAA.

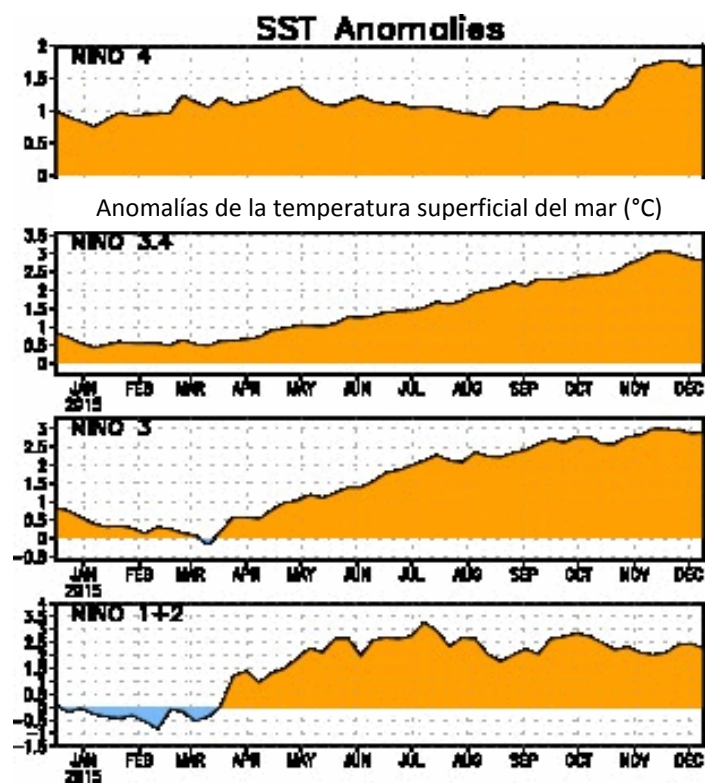


Figura 8. Evolución de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de setiembre 2014 a setiembre 2015. Adaptado de NOAA.

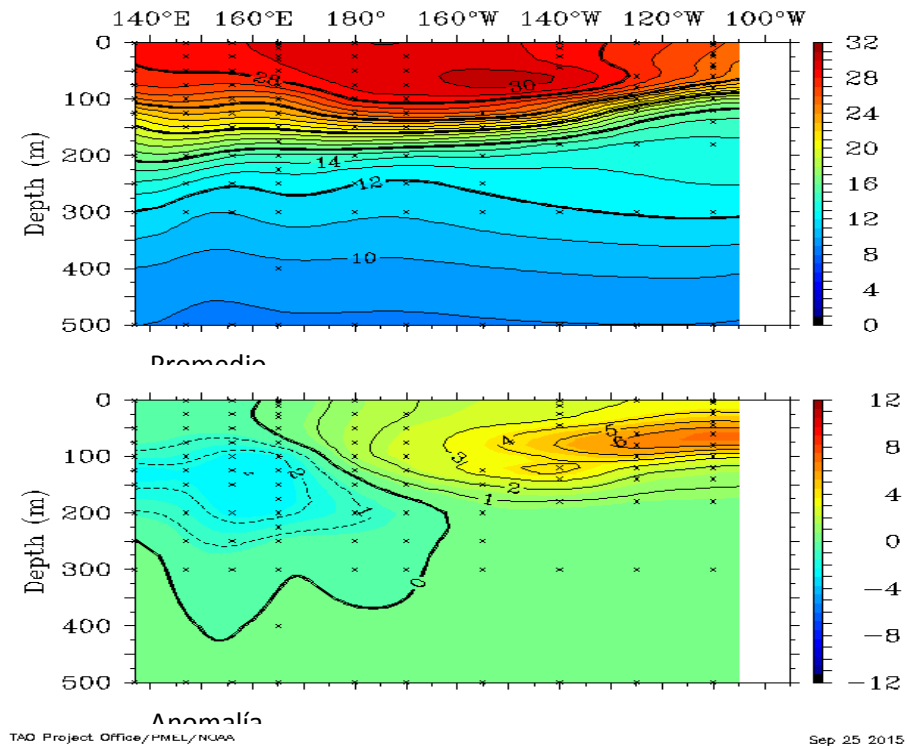


Figura 9. Estructura promedio mensual de: temperatura del agua de mar (°C) (panel superior) y anomalía térmica (°C) (panel inferior) para los primeros 500 m superiores del océano Pacífico entre 2°N y 2°S en agosto 2015. Los gráficos se han adaptado de TAO/TRITON de la NOAA.

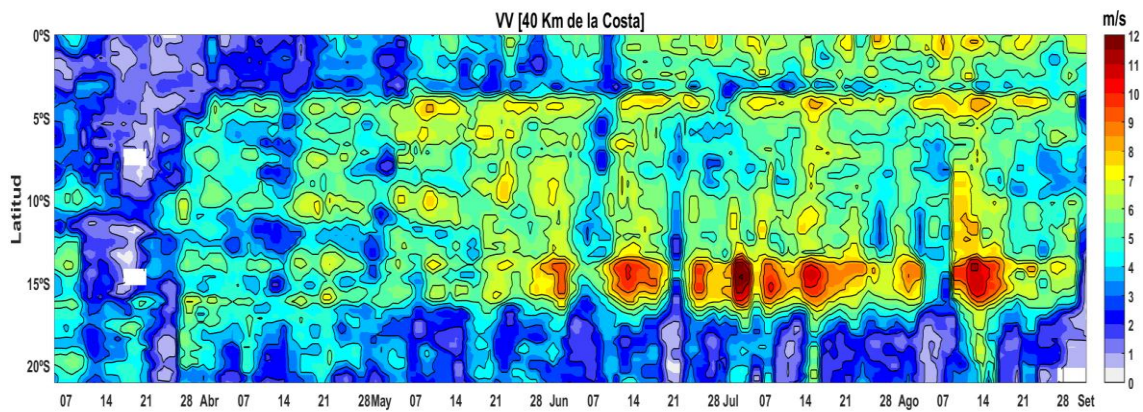


Figura N° 10: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 28/07/2015.

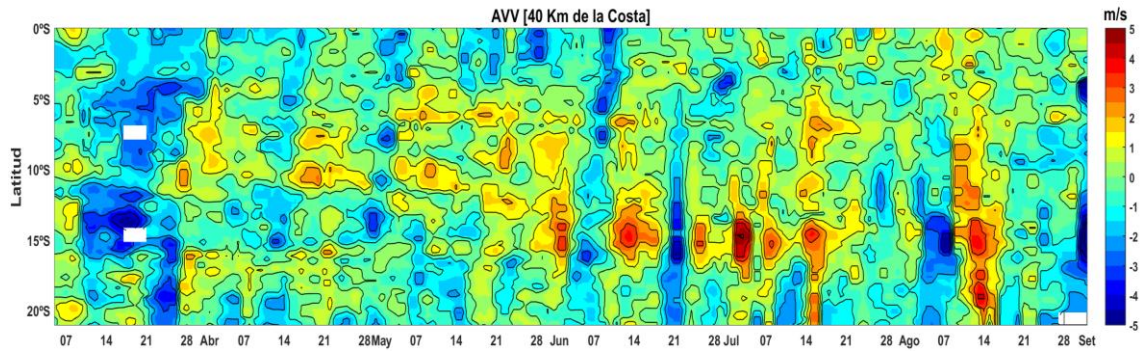


Figura N° 11: Diagrama Hovmöller de la Anomalia de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 28/07/2015.

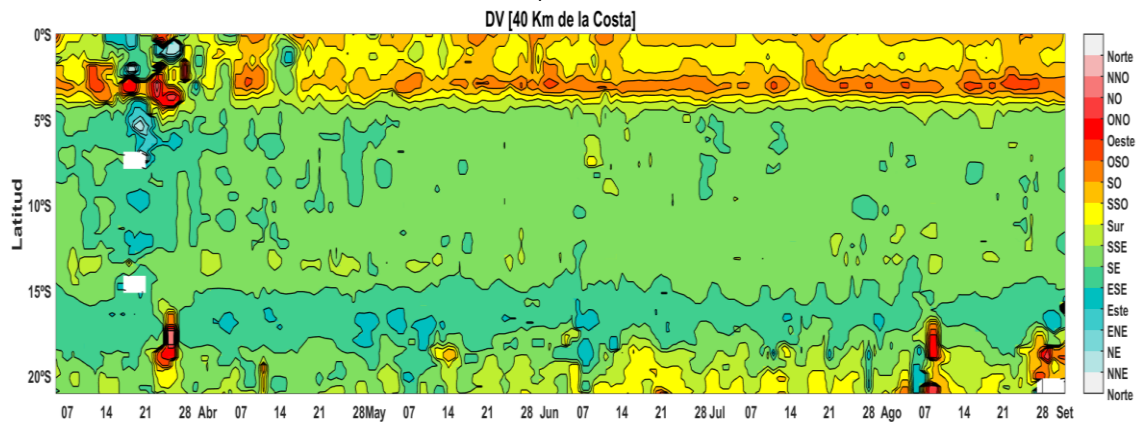


Figura N° 12: Diagrama Hovmöller de la Dirección del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 28/07/2015.

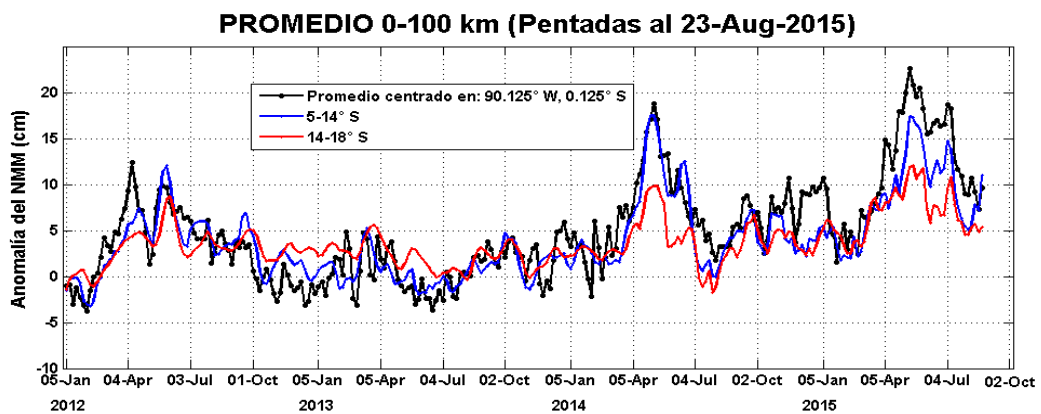


Figura 13. Serie temporal del Nivel Medio del Mar (cm), durante los últimos 3 años (Fuente: AVISO, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE).

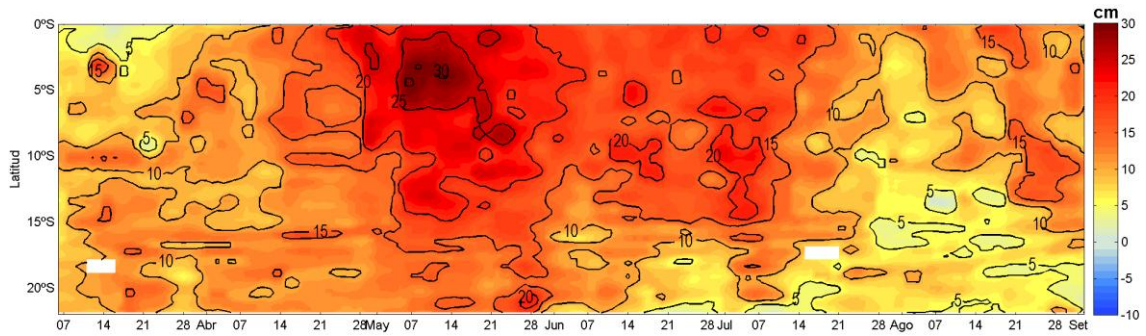


Figura 14. Diagrama Hovmöller de la Anomalia del Nivel Medio del Mar (cm), al 27 de julio del 2015 (Fuente: Aviso, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE).

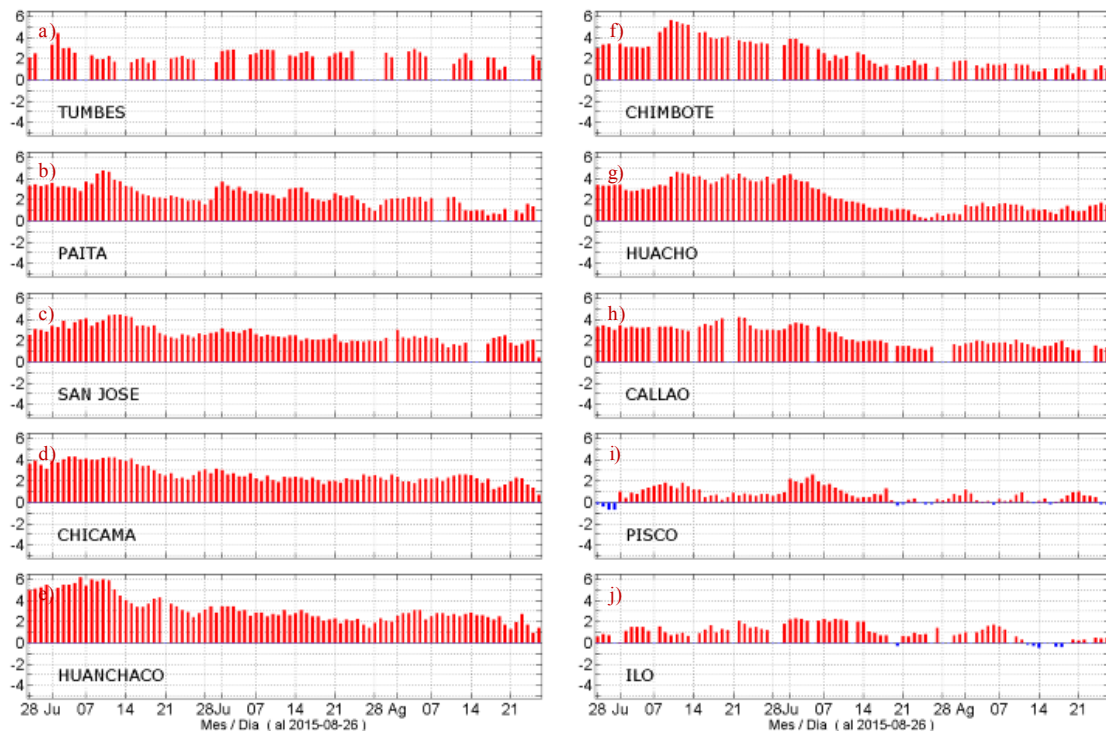


Figura 15. Series diarias de Anomalías de TSM, registradas en estaciones costeras del IMARPE, actualizados al 26 agosto del 2015. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

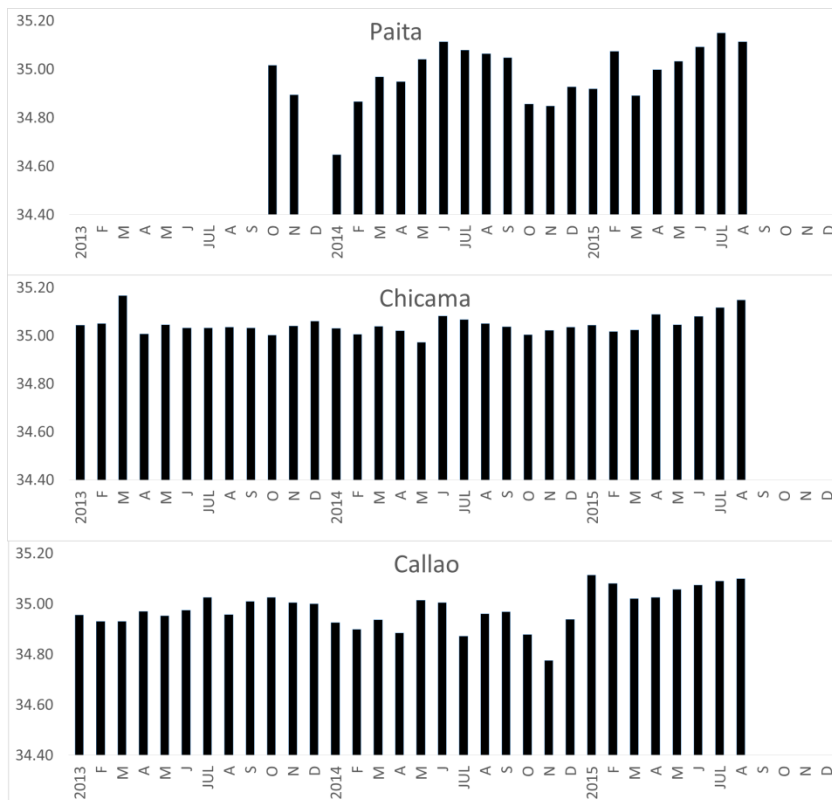
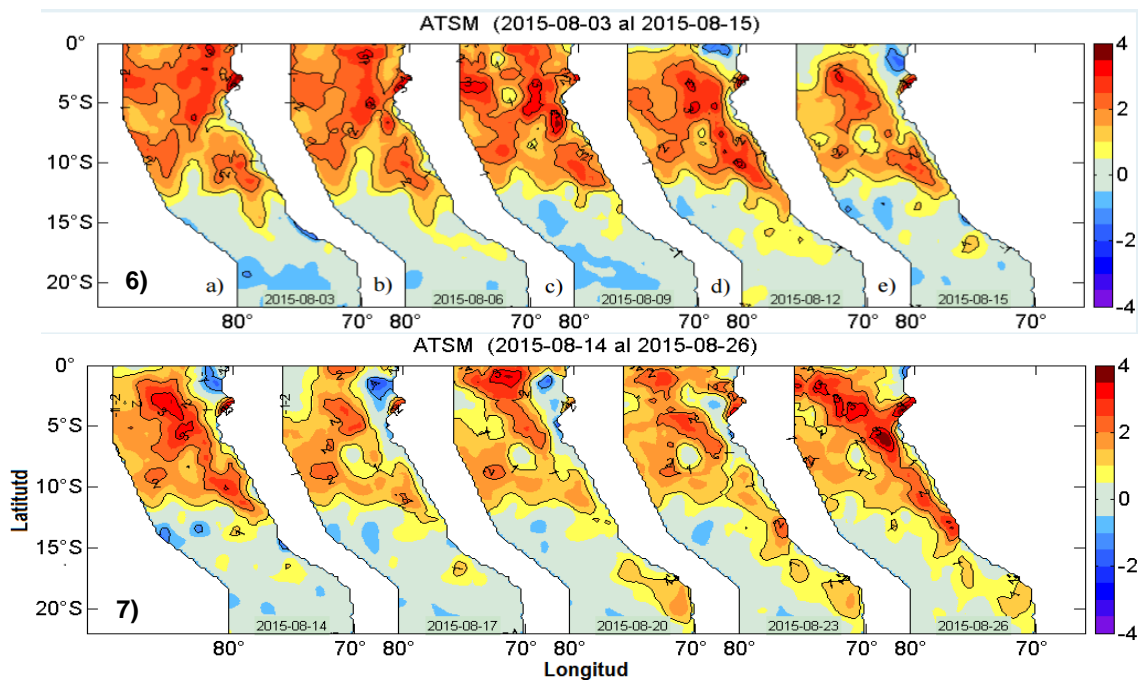
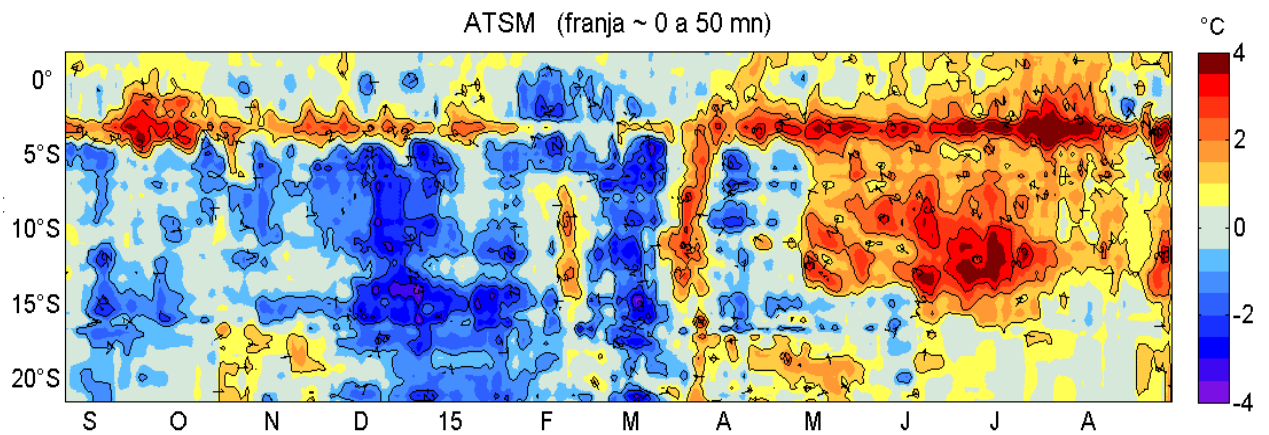


Figura 16. Series mensuales de SSM, registradas en estaciones de Tumbes, Paita, Chicama, Callao, e Ilo. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

MONITOREO DE TSM Y ATSM (SATÉLITE), AGOSTO - 2015



Figuras 17. Distribución espacial de Anomalías de la TSM frente a Perú, cada 3 días durante agosto del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.



Figuras 18. Distribución espacial de Anomalías de la TSM frente a Perú dentro de las 50mn. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

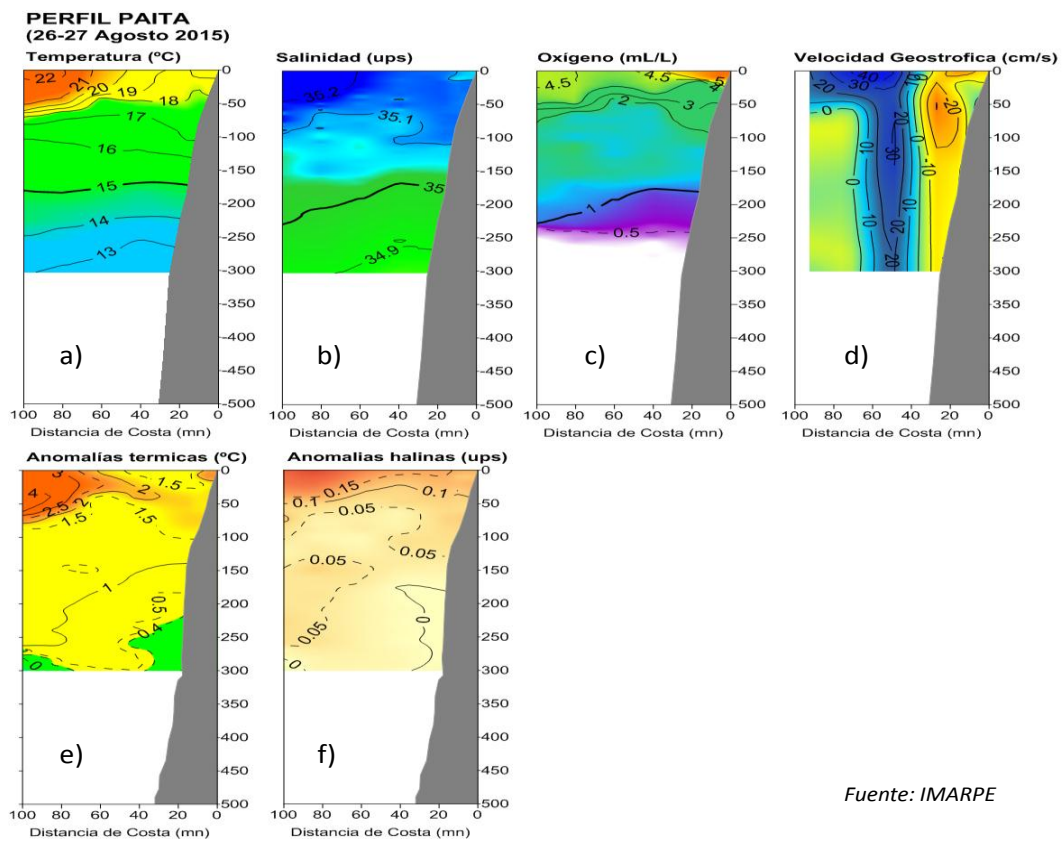
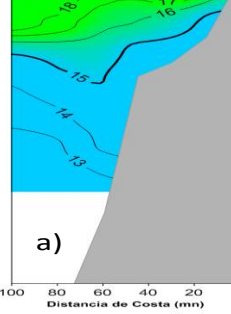


Figura 19. Sección Paita 2015: a) temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Velocidad Geostrofica (cm/s), e) Anomalías térmicas (°C) y f) Anomalías halinas (ups). Operación Monitoreo Bio-Oceanográfico 1508, E/P Polar VI.

PERFIL CHICAMA

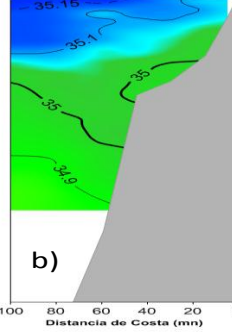
(24-25 Agosto 2015)

Temperatura (°C)



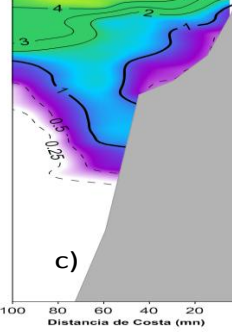
a)

Salinidad (ups)



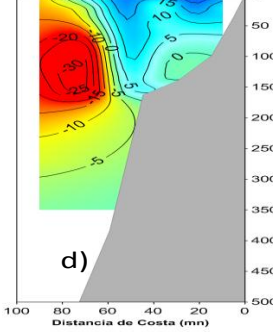
b)

Oxígeno (mL/L)

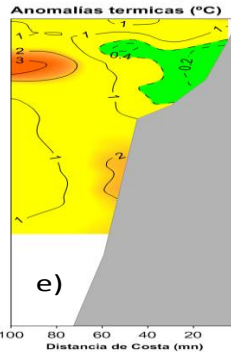


c)

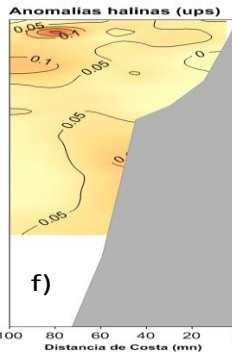
Velocidad Geostrofica (cm/s)



d)



e)



f)

Fuente: IMARPE

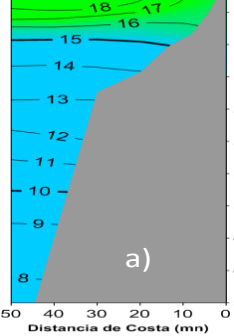
Figura 20. Sección Chicama 2015: a) temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Velocidad Geostrofica (cm/s), e) Anomalías térmicas (°C) y f) Anomalías halinas (ups). Operación Monitoreo Bio-Oceanográfico 1508, E/P Polar VI.

PERFIL CALLAO 1508

BIC OLAYA

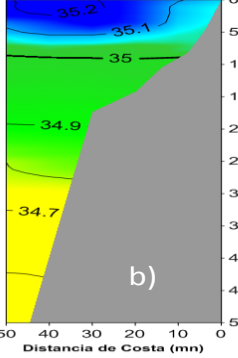
(16-17 Agosto 2015)

Temperatura (°C)



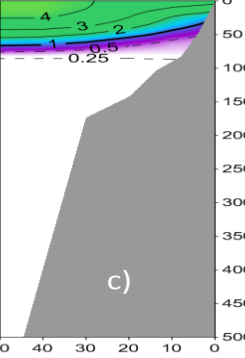
a)

Salinidad (ups)



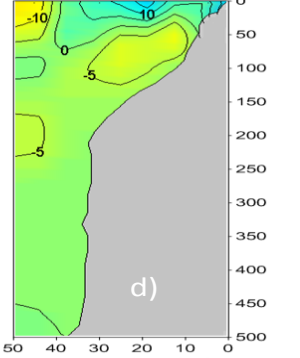
b)

Oxígeno (mL/L)

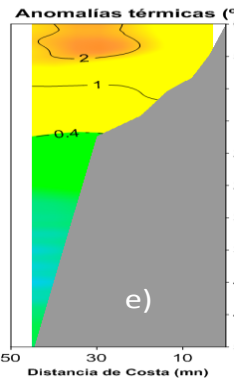


c)

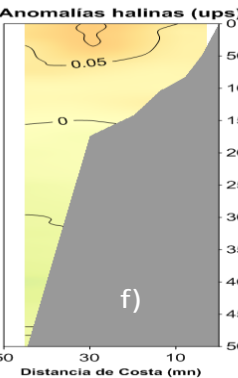
Velocidad Geostrofica (cm/s)



d)



e)



f)

Fuente: IMARPE

Figura 21. Sección Callao 2015: a) temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Velocidad Geostrofica (cm/s), e) Anomalías térmicas (°C) y f) Anomalías halinas (ups). Crucero Intensivo Oceanográfico 1508, BIC José Olaya.

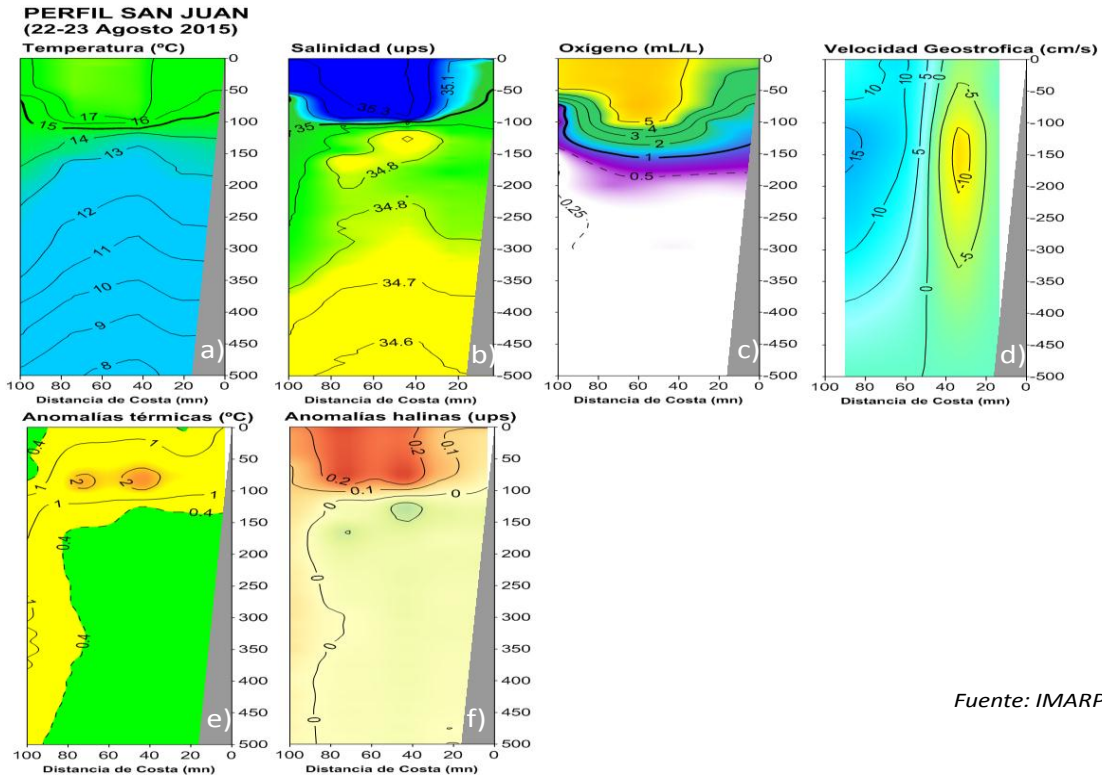


Figura 22. Sección San Juan 2015: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Velocidad Geostrofica (cm/s), e) Anomalías térmicas (°C) y f) Anomalías halinas (ups). Crucero Pelágicos 1508-09, BIC José Olaya.

FOSFATOS (μM) - SECCIÓN VERTICAL CHICAMA

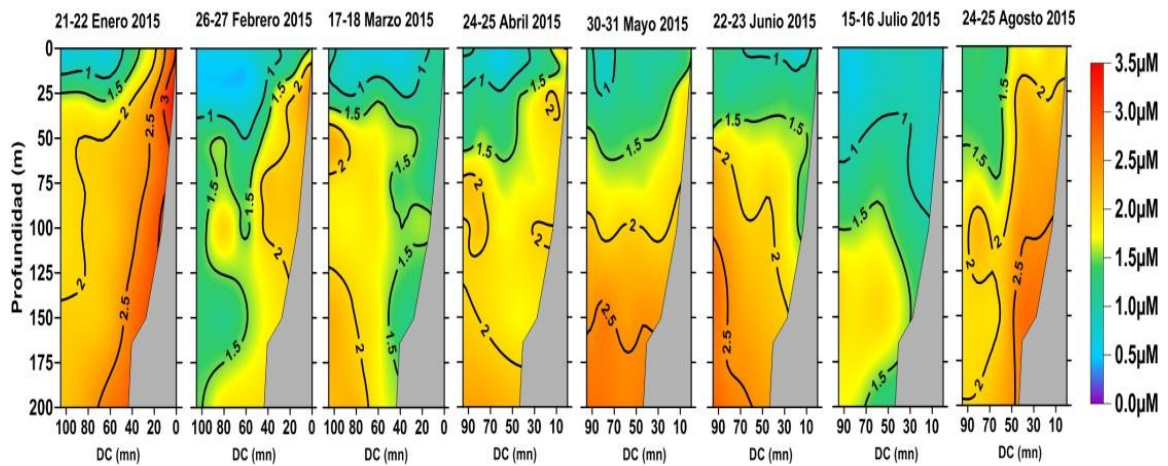


Figura 23. Sección Chicama 2015. Distribución vertical de fosfato. Monitoreo Bio-oceanográfico 2015, Proyecto PpR 068.

CLOROFILA ($\mu\text{g/L}$) - SECCIÓN VERTICAL CHICAMA

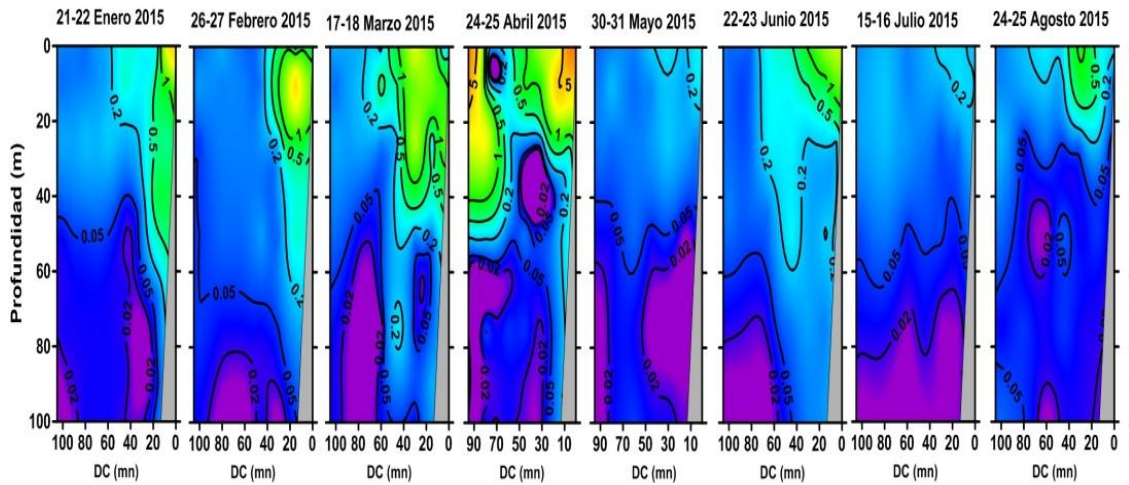


Figura 24. Sección Chicama 2015. Distribución vertical de Clorofila. Monitoreo Bio-oceanográfico 2015, proyecto PpR 068.

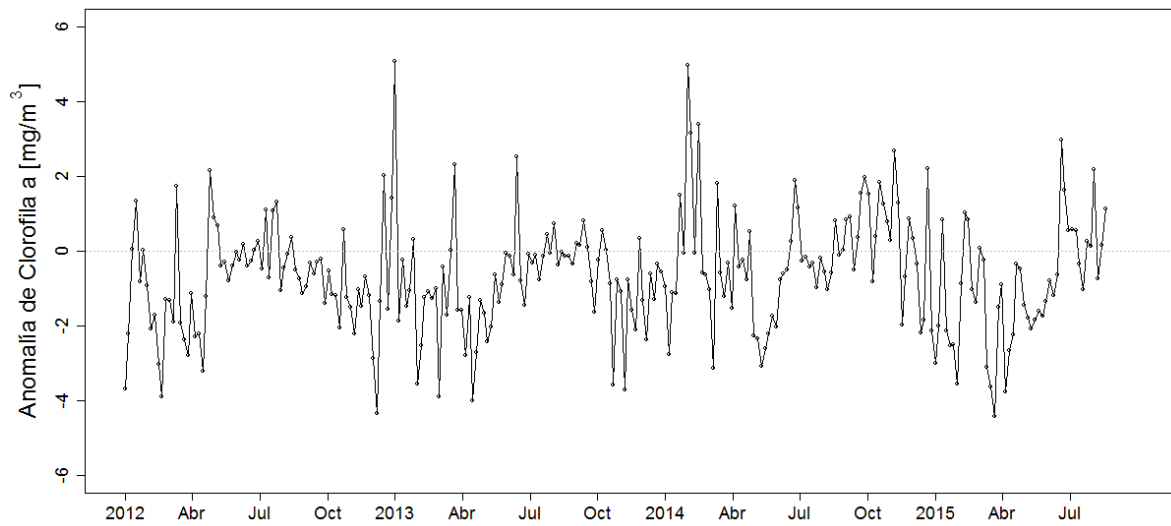


Figura 25. Anomalia promedio de clorofila-a superficial (mg/m^3) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los 4°S – 16°S desde enero del 2012 hasta el 24 de agosto del 2015.

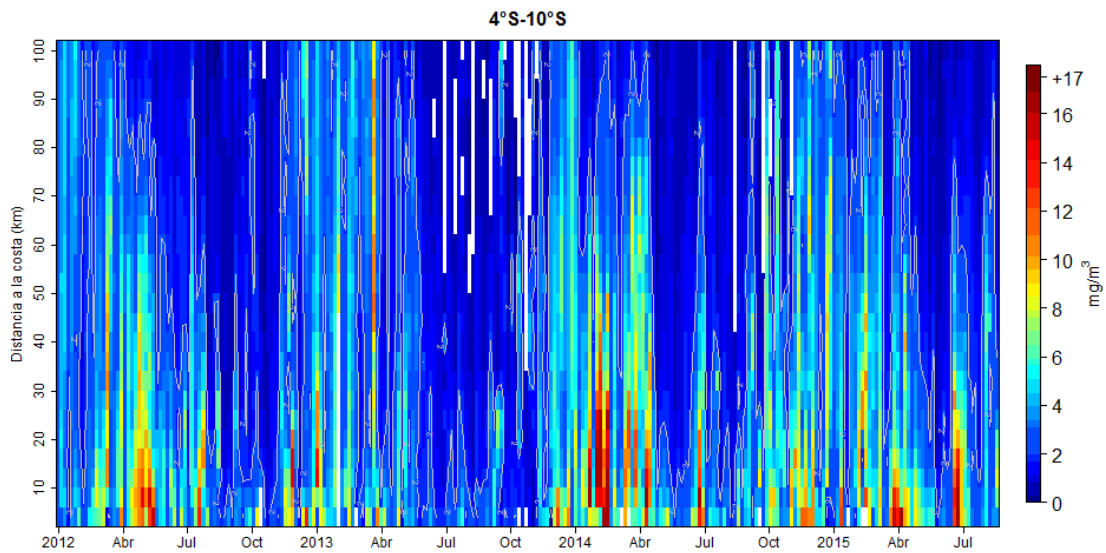


Figura 26. Clorofila-a superficial (mg/m³) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona norte (4°S-10°S) desde enero del 2012 hasta el 24 de agosto del 2015.

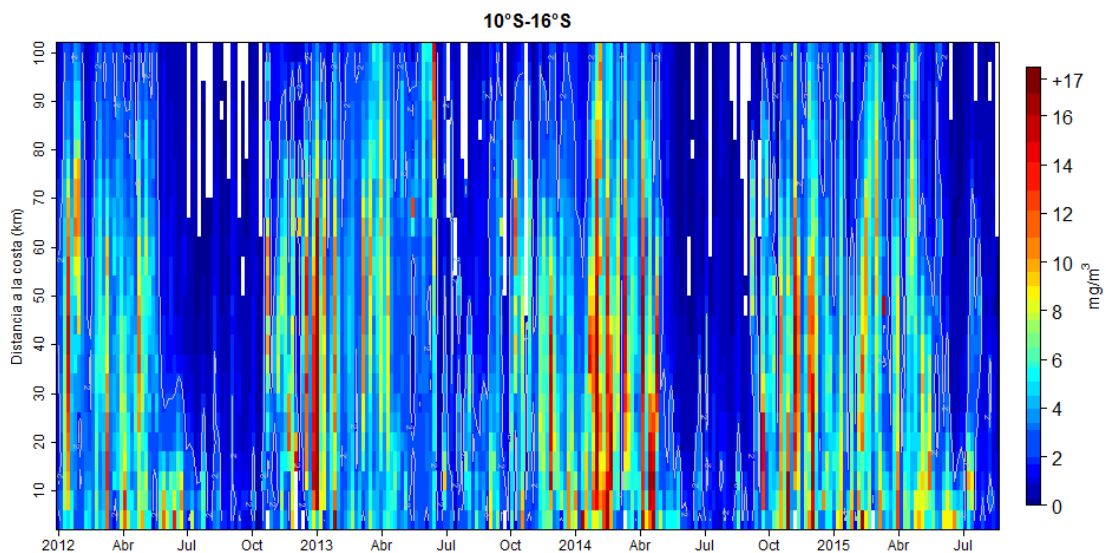


Figura 27. Clorofila-a superficial (mg/m³) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro (10°S-16°S) desde enero del 2012 hasta el 24 de agosto del 2015.

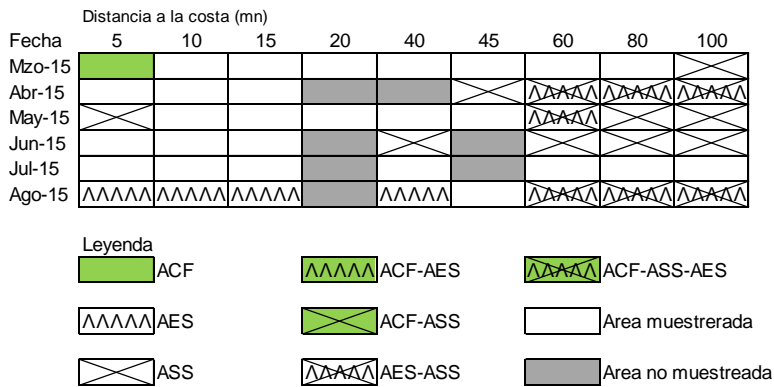


Figura 28. Indicadores biológicos del fitoplancton en la sección bio-oceanográfica Paita 1508.

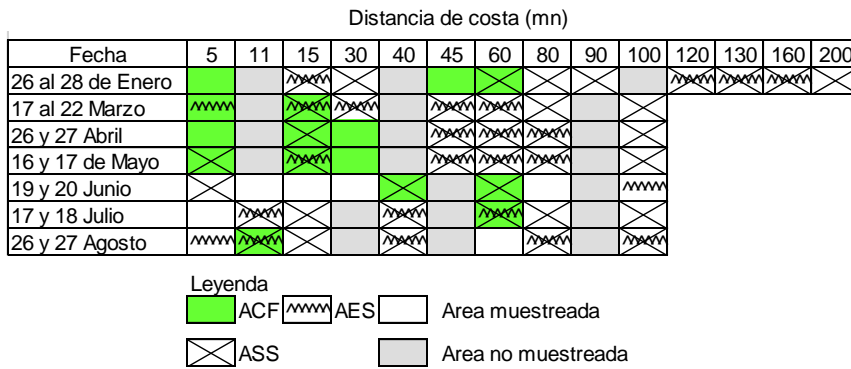


Figura 29. Indicadores biológicos de zooplancton en la sección bio-oceanográfica Paita 1508.

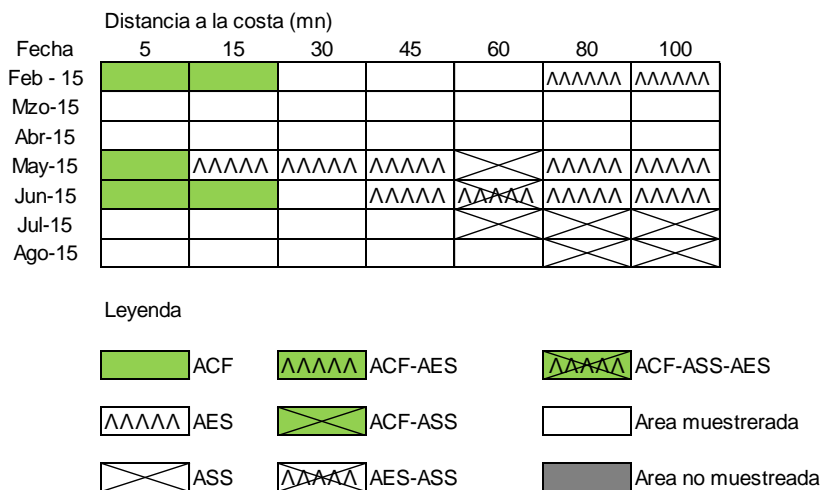


Figura 30. Indicadores biológicos del fitoplancton en la sección bio-oceanográfica Chicama 1508.

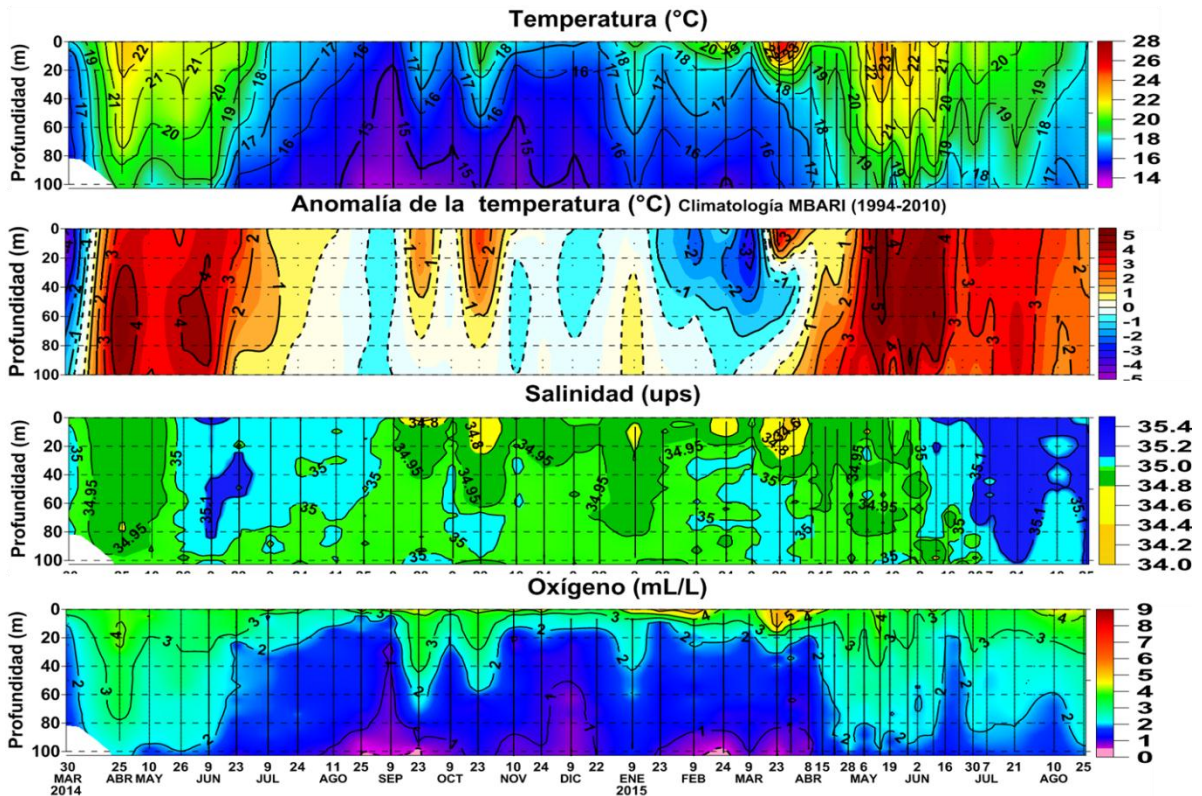


Figura 31. Punto Fijo Paita: Temperatura (°C), Salinidad (ups) y Oxígeno (mL/L), proyecto PpR 068. Procesamiento: IMARPE.

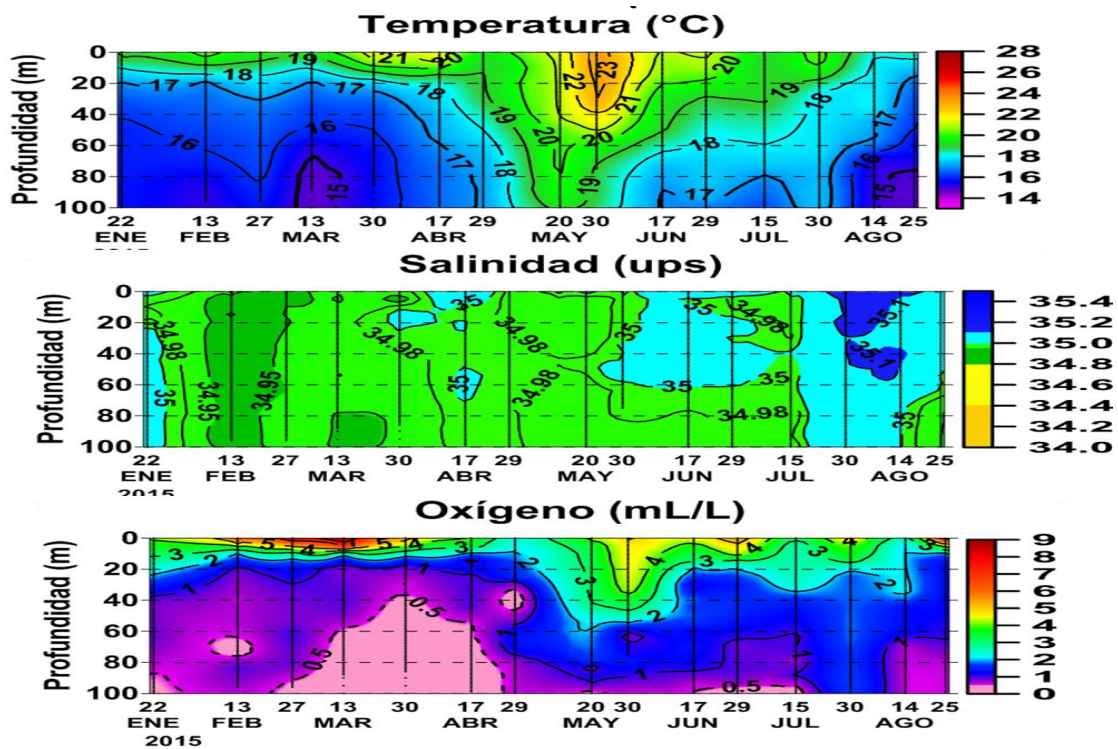


Figura 32. Punto Fijo Chicama: Temperatura (°C), Salinidad (ups) y Oxígeno (mL/L), proyecto PpR 068. Procesamiento: IMARPE.

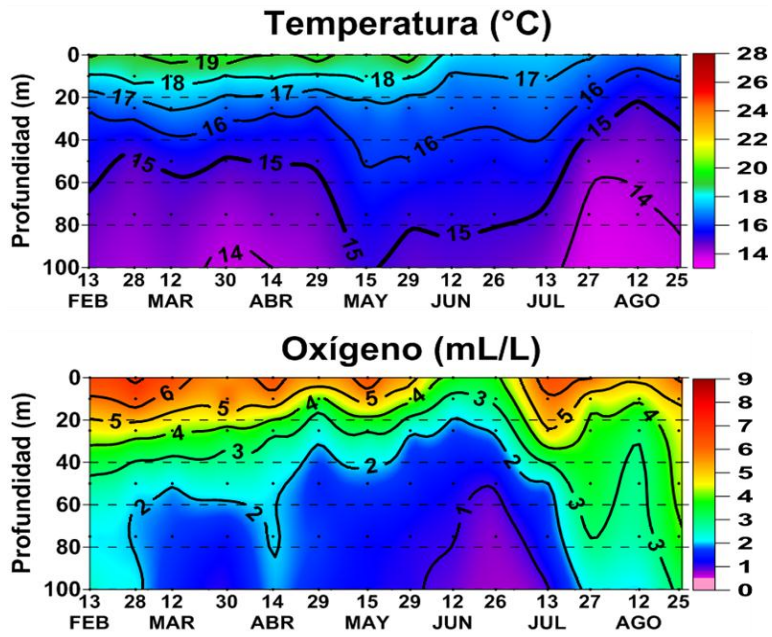


Figura 33. Punto Fijo Ilo: Temperatura (°C) y Oxígeno (mL/L). Procesamiento: IMARPE.

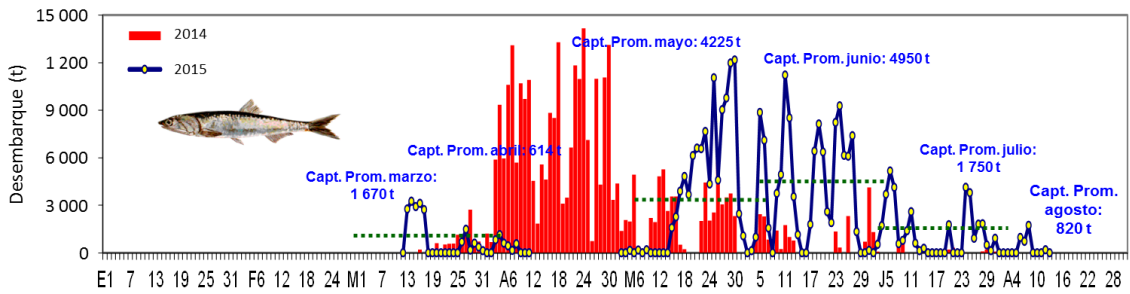


Figura 34 Desembarque diario de anchoveta en la Región Sur. Periodo 01 de enero al 31 de agosto 2015. Fuente: IMARPE.

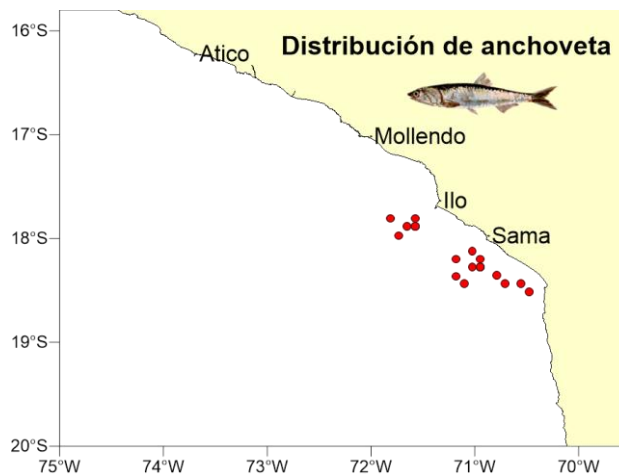


Figura 35. Distribución de la flota industrial cerquera de anchoveta en la región sur. Agosto 2015. Fuente: IMARPE.

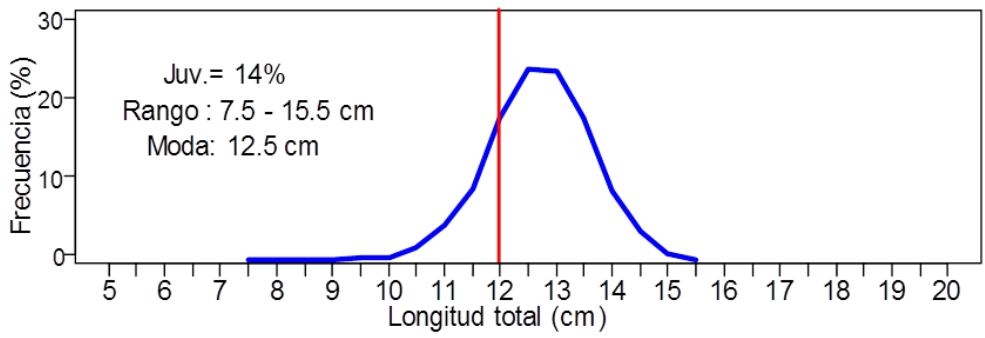


Figura 36. Estructura mensual de tallas anchoveta en la Región Sur. Periodo: Agosto 2015. Fuente: IMARPE.

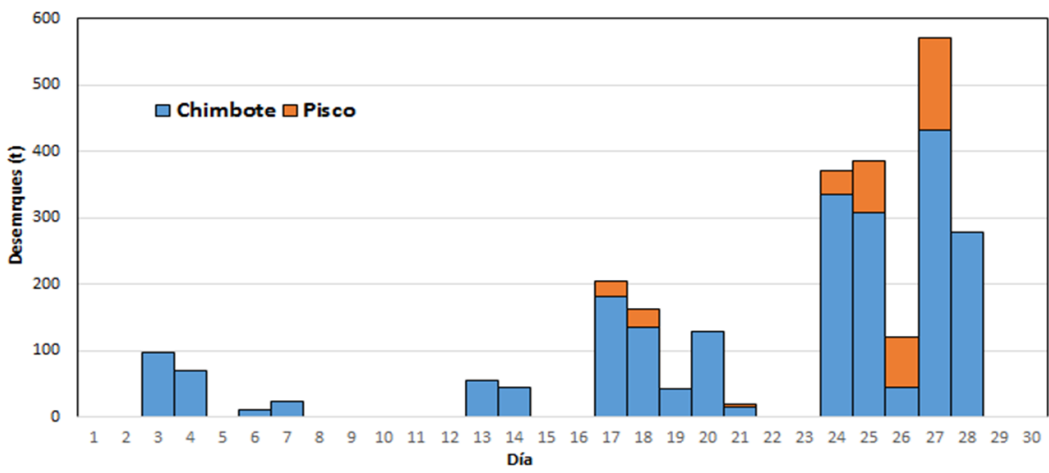


Figura 37. Desembarque diario de anchoveta en la Región Norte–centro proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal. Periodo: Agosto 2015. Fuente: IMARPE.

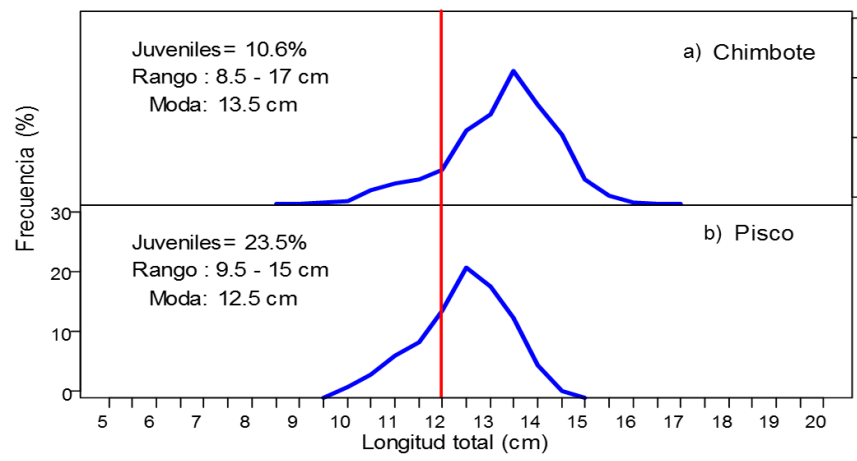


Figura 38. Estructura mensual de tallas anchoveta en la Región Sur. Periodo: Agosto 2015. Fuente: IMARPE.

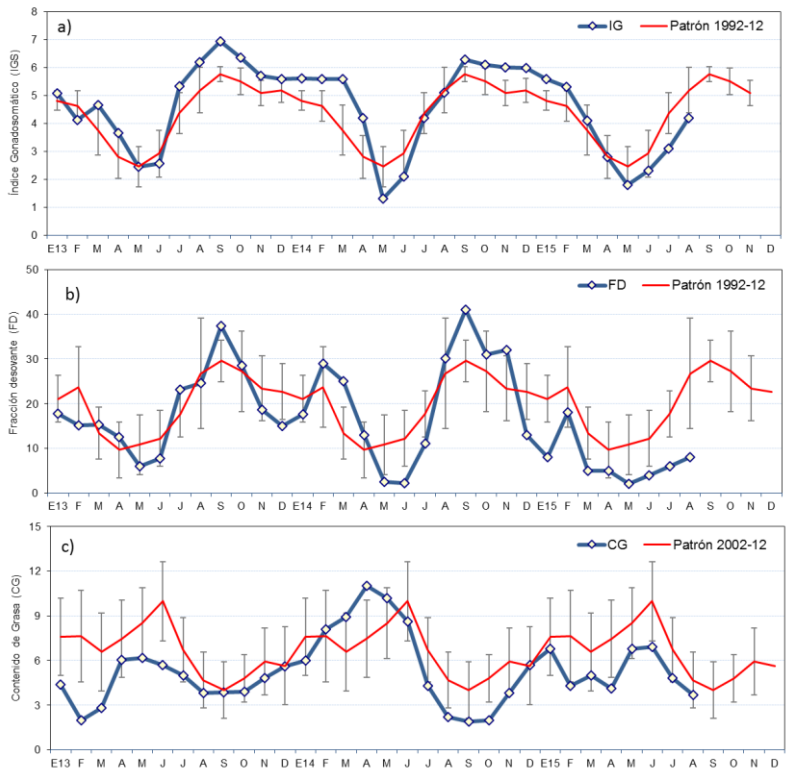


Figura 39. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático (IG), b) Fracción Desovante (FD) e indicador somático c) Contenido Graso (CG) del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2013 – agosto 2015. Fuente: IMARPE.

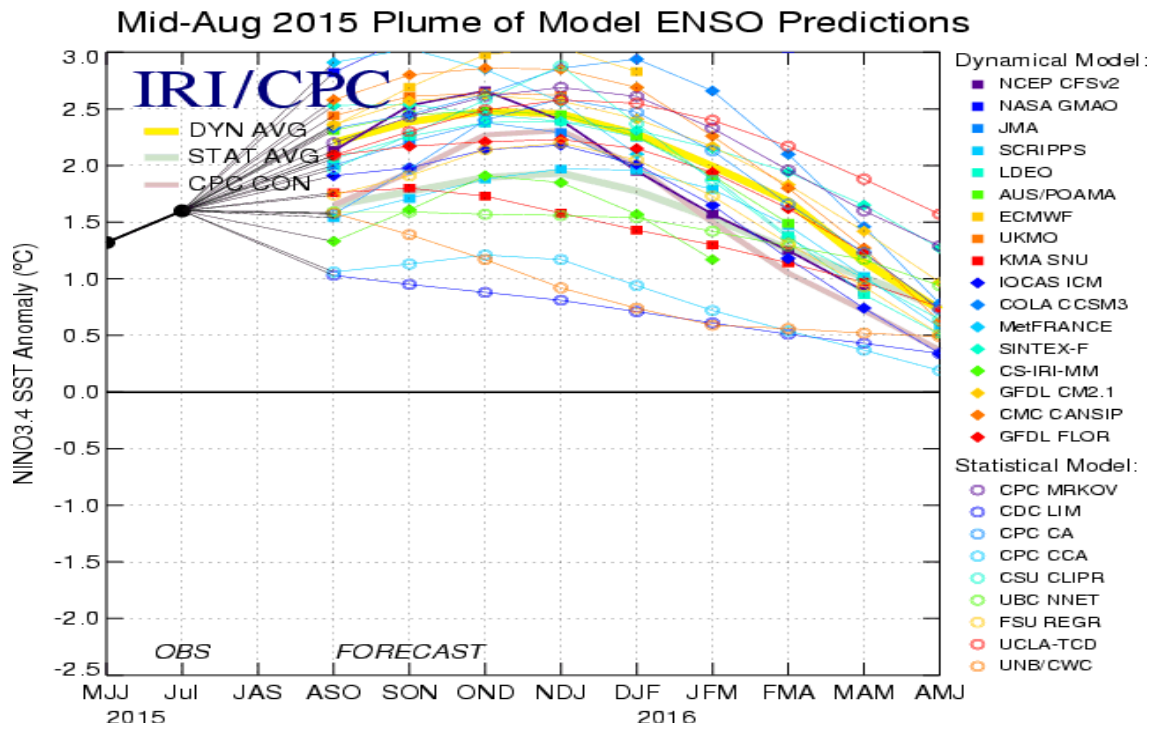


Figura 40. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, agosto 2015.

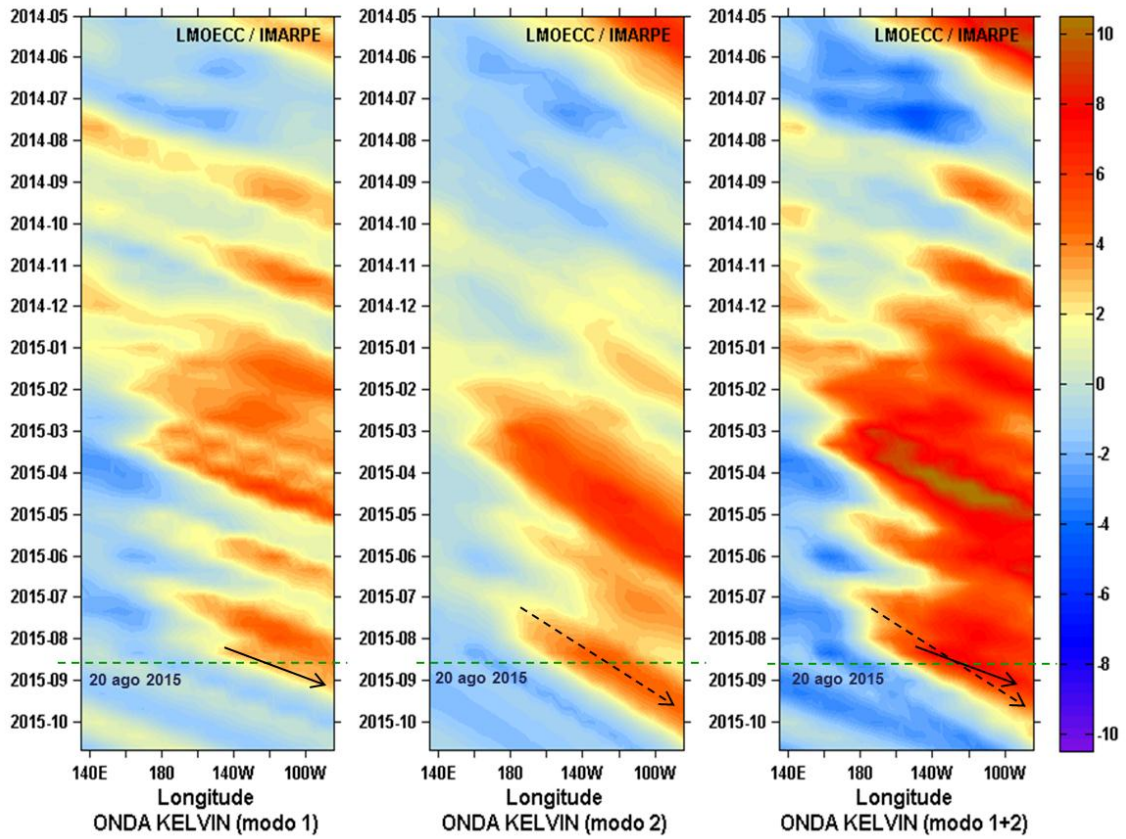


Figura 41. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Elaboración: IMARPE-LMOECC, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

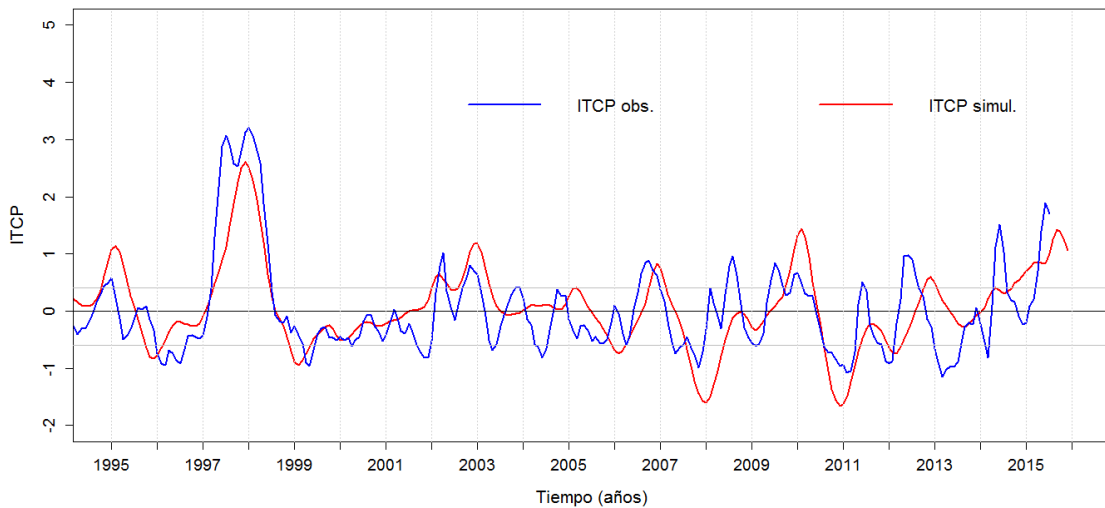


Figura 42. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Elaboración: IMARPE – LMOECC.

Especie \ Flota \ Región		Año Calendario (01 Ene. al 29 Jul. 2015)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	498 619	1591 416	2090 035	279 652	2369 687	83.27
	FI Madera	280 211	185 784	465 995	6 169	472 164	16.59
Sub-total		778 831	1777 200	2556 031	285 821	2841 852	99.86
%		27.41	62.54	89.94	10.06	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		0	2	2	0	2	0.00
Caballa		762	1 863	2 625	0	2 625	0.09
Samasa		0	2	2	0	2	0.00
*Otros		1 091	132	1 224	32	1 256	0.04
Total		780 684	1779 200	2559 884	285 853	2845 737	100.00
%		27.43	62.52	89.96	10.04	100.00	

Tabla 1. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero - 29 julio 2015). Fuente: AFIRNP/IMARPE.