

## Grupo de Trabajo Institucional El Niño

# Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras Noviembre 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 promedio a nivel del mar del 1 al 29 de noviembre de 2015 empleando datos de re-análisis del NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo ubicado alrededor de 110°W y 35°S, al suroeste de su posición habitual, con una intensidad máxima de ~1026 hPa, mayor en ~3 hPa que su valor climatológico (Fig. 1 y 2a). En otros sectores del Pacífico Oriental Ecuatorial también ocurrió una disminución de la presión atmosférica, registrándose anomalías negativas entre -1 y -2 hPa. Por el contrario, en el Pacífico Occidental Ecuatorial se observó la intensificación de esta variable alcanzando valores de +1 y +2 hPa (Fig. 2b).

#### 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.*). Este índice, basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, es calculado a partir de los datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Para el último trimestre (SON), el IAPS fue ~0 (Fig. 3).

#### 1.1.3 Radiación de onda larga y campo de vientos a nivel de 850 hPa en el Pacífico Ecuatorial

La radiación de onda larga indica que este mes se ha fortalecido la convección en las proximidades de la línea de Cambio de Fecha así como en el Pacífico Oriental, al norte de la línea ecuatorial. Los núcleos de máxima precipitación alcanzaron -40 W/m<sup>2</sup>, presentándose una mayor área con precipitaciones entre 160°W y 175°W al sur del ecuador. Por otro lado, en varios sectores del Pacífico Occidental y Central se presentó subsidencia (10-40 W/m<sup>2</sup>), (Fig. 4).

El campo de anomalías de vientos a nivel de 850 hPa indicó que vientos del oeste se extendieron desde el sector occidental al sector oriental del Pacífico Ecuatorial. A nivel de 200 hPa, prevalecieron vientos del este en amplios sectores del Pacífico Ecuatorial, mientras que anomalías del oeste caracterizaron la región del Pacífico Oriental. Se registró la presencia de anticiclones en el sector subtropical de ambos hemisferios, condición anómala (Fig. 5).

### 1.2 Aspectos oceanográficos

#### 1.2.1 Condiciones superficiales

Al este de la línea de cambio de fecha, entre 10°N y 10°S, se continuó registrando el calentamiento más intenso de la cuenca con anomalías de hasta +3,5°C y +4°C, alrededor de 120°W.

En el sector costero frente a Sudamérica, el foco de calentamiento más intenso se mantuvo frente a la costa norte del Perú donde se registró una anomalía de +2,5°C sobre lo normal (Fig. 6).

Las anomalías térmicas superficiales (ATSM) en las regiones Niño (Fig. 7) indicaron escenarios distintos. En la región Niño 1+2, por ejemplo, en la primera quincena del mes se registró una leve declinación de las anomalías para incrementarse luego, en la segunda quincena; por el contrario, las ATSM en las regiones Niño 3 y Niño 3.4 continuaron su tendencia positiva, alcanzando +3°C, mientras que en la región Niño 4 en el Pacífico occidental, ocurrió un incremento significativo entre la primera y última semana del mes.

### **1.2.2. Condiciones sub-superficiales**

La estructura promedio mensual de temperatura del agua de mar y su anomalía térmica para los 500 m superiores, entre 2°N y 2°S, en noviembre de 2015, registraron intenso calentamiento. Por un lado, la piscina de agua caliente con temperaturas de 30°C se presentó hasta ~150°W, mientras que a nivel sub-superficial fue notoria la continuación del calentamiento, particularmente sobre ~150 m de profundidad, asociada con pulsos de ondas Kelvin. La información al oeste de 110°W indica que este mes el calentamiento fue muy fuerte y alcanzó +7°C en un núcleo centrado a 65-125 m de profundidad. Áreas cálidas con anomalías de hasta +1°C se distinguieron hasta ~165°E (Fig. 8).

## **2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA**

### **2.1 Aspectos Meteorológicos**

#### **2.1.1 Velocidad y dirección del viento en la costa peruana.**

La velocidad del viento frente y a lo largo de la costa peruana (aproximadamente para una franja promedio de 40 km) varió entre 2 y 8 m/s, predominando intensidades de 6 m/s en gran parte de costa peruana. Durante la primera quincena del mes, el viento se intensificó en la zona centro-sur, a diferencia de la última semana cuando se registraron vientos intensos frente a Paita y Talara (Fig. 9).

La anomalía de la velocidad de viento (AVV) varió entre -1 y +3 m/s, predominando anomalías positivas de +1 m/s en gran parte de la costa peruana. Se registraron anomalías mayores a +2 m/s durante la primera quincena en la zonas centro-sur y anomalías mayores a +2,5 m/s entre Paita y Talara en la última semana (Fig. 10).

Al norte de 5°S, los vientos mantuvieron una dirección dominante del sur-suroeste (SSW) y suroeste (SW); entre 5°S y 18°S predominó la dirección del sudeste (SE), mientras que al sur de 18°S la dirección del viento prevaleciente fue del sur-sureste (SSE). (Fig. 11).

### **2.2 Aspectos Oceanográficos**

#### **2.2.1 Anomalía de la altura del Nivel Medio del Mar**

La anomalía del Nivel Medio del Mar (NMM) de SSALTO/DUACS (distribuidos por Copernicus Marine and Environment Monitoring Service-CMEMS) varió de +5 a +25 cm, incrementando su intensidad y cobertura conforme avanzó el mes. Los valores máximos ocurrieron por fuera de las 60 mn al norte de 7°S en la segunda quincena del mes, mientras que los valores mínimos (menores a +10 cm) se presentaron por fuera de las 100 mn al sur de 10°S (Fig. 12).

Información de alta resolución temporal (diaria) para la franja de 40 km adyacente a la costa mostró anomalías entre +6 cm (al sur de 15°S) y +24 cm (al norte de Puerto Pizarro entre el 10 y 14 de noviembre). En general, durante el mes predominaron anomalías mayores a +15 cm al norte de 7°S, anomalías entre +10 y +15 cm entre 7°S y 15°S, mientras que al sur de 15°S las anomalías fueron mayores a +10 cm los primeros 20 días del mes y menores a +10 los últimos 7 días del mes (Fig. 13).

Las series diarias de ANMM para Paita y Chicama indicaron gran variabilidad en su comportamiento, manteniendo -en promedio- niveles superiores a +15 cm frente a Paita y entre +10 y +15 cm frente a Chicama, observándose una ligera tendencia ascendente en ambos casos (Fig. 14). La serie pentadal de ANMM (Fig. 15) registró valores mayores a +20 cm alrededor de las Islas Galápagos, magnitudes similares a las alcanzadas en mayo de 2015, que estuvieron asociadas al arribo de una intensa onda Kelvin. De 5°S a 18°S se incrementaron las anomalías hacia fines de mes.

## **2.2.2 Clorofila-a**

El análisis de la clorofila-a superficial ( $\text{mg/m}^3$ ) se basó en información diaria del satélite MODIS con una resolución espacial de 4 km. Las anomalías se calcularon respecto de la climatología (cada 5 días) estimada para el periodo 2002-2013.

Cabe recordar que desde julio hasta el mes de octubre, en promedio, las anomalías de clorofila-a superficial, han predominado anomalías positivas en promedio frente a Perú, con un ligero descenso de la concentración de clorofila a principios de octubre. Para el mes de noviembre la clorofila-a superficial tendió a presentar anomalías negativas con una tendencia al descenso (Fig. 16).

Espacialmente, en las últimas semanas de noviembre, la región próxima a 7°S continuó exhibiendo las mayores anomalías positivas. Sin embargo, en este mismo periodo predominaron anomalías negativas a lo largo de toda la costa. En la zona centro ha sido difícil observar algún cambio debido a la presencia de nubes (Fig. 17).

La zona norte (04-10°S) presentó mayores concentraciones de clorofila-a superficial que la zona centro (10-16°S) cerca y fuera de la costa. Asimismo, en este mes se presentaron menores concentraciones de clorofila-a en la zona norte y centro en comparación a noviembre del año 2014 (Fig.18 y 19).

## **2.2.3. Temperatura superficial del mar**

### **2.2.3.1 Temperatura *in situ* en el litoral**

En noviembre, la red de laboratorios costeros presentó valores de TSM de 29,50°C (Tumbes) a 16,03°C (Ilo). Las anomalías térmicas estuvieron en el rango de -1,37°C (Pisco) a +4,73°C (Paita). La ATSM promedio para noviembre (+1,64°C) se encontró por debajo del valor registrado en noviembre de 1982 y 1997 (Fig. 20).

Durante el mes, se observó un comportamiento variable en las primeras tres semanas, con un ligero descenso a inicios del mes, incrementándose hacia fines de mes. Frente a Paita ocurrieron incrementos significativos de la TSM, alcanzando valores mayores a +4 °C entre el 15 y 17 y del 27 al 30 de noviembre. Frente a Pisco resaltó la alternancia de anomalías negativas y positivas entre -1,5°C y 2,5°C (Fig. 21).

### **2.2.3.2 Información satelital de TSM y ATSM**

Durante noviembre prevaleció la condición cálida en la zona norte y centro, observándose en la primera quincena núcleos con anomalías de +4°C en la zona norte (5°S); en cambio, la condición dominante en la zona sur fue neutral. Sin embargo, la última semana, se intensificó el calentamiento en la zona norte, mientras que las zonas central y sur registraron enfriamiento, observándose anomalías de -2°C al sur de Pisco los últimos 5 días del mes (Fig. 22). A escala mensual, el Índice Térmico Costero Peruano (ITCP, Quispe et al., 2012), alcanzó para el mes un valor de +1,15, reflejando la condición cálida en la franja costera frente al Perú (Fig. 23).

### **2.2.4 Condiciones oceanográficas en la columna de agua.**

#### **2.2.4.1 Sección Paita.**

La sección Paita presentó una termoclina conformada por las isotermas de 16° a 22°C con distribución ascendente a la superficie en la zona costera y profundización de las isotermas de 16° a 19°C cerca de costa. La isoterma de 15°C se ubicó próxima a los 200 m de profundidad. Las anomalías térmicas continuaron evidenciando el calentamiento del área desde setiembre con valores superiores a +2°C sobre los 150 m y valores menores de +1°C entre 350 y 450 m de profundidad.

La estructura halina mostró la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) entre 20 y 50 mn hasta una profundidad de 25 m. Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se presentaron hasta una profundidad de 100 m en toda la sección asociadas a temperaturas mayores de 18°C. Las anomalías halinas de -0,5 ups evidenciaron el ingreso de AES en el área de 20-50 mn, en tanto que, anomalías mayores de +0,1 ups relacionadas a las ASS se encontraron principalmente por fuera de las 60 mn.

El oxígeno disuelto presentó valores entre 0,25 y 5 mL/L con una oxiclina conformada por las iso-oxígenas de 2 a 4 mL/L sobre 80 m de profundidad. La Zona Mínima de Oxígeno (0,5 mL/L) se encontró por debajo de 250 m de profundidad. Por otro lado, las corrientes marinas mostraron flujos hacia el sur dentro de las 50 mn sobre los 250 m con velocidades superiores a 20 cm/s en su núcleo; este flujo por su ubicación y valores de oxígeno está asociado a la Corriente Submarina Perú-Chile (CSPCh) o Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (Figura 24).

#### **2.2.4.2 Sección Chicama**

La columna de agua presentó una estratificación asociada a una termoclina compuesta por las isotermas de 18° a 21°C sobre los 80 m de profundidad, que tienden a la superficie en la zona costera debido a procesos de surgencia. La isoterma de 15°C se ubicó entre 160 y 180 m de profundidad. Las anomalías térmicas indicaron la continuidad del calentamiento, con valores superiores a +2°C sobre 160 m y con núcleos con anomalías de hasta +3°C sobre 80 m.

Las ASS predominaron hasta 150 m de profundidad. Por debajo de esta capa se presentaron grandes procesos de mezcla entre las ASS y Aguas Costeras Frías (ACF). Por otro lado, en la capa superficial alrededor de 60mn se observaron bajas concentraciones de sales que indicarían el desplazamiento de AES hasta esa zona. Sin embargo, las anomalías halinas presentaron valores positivos menores a +0,1 ups asociado a ASS.

La oxiclina estuvo conformada por las iso-oxígenas de 2 a 6 mL/L en los primeros 60 m de profundidad, observándose dentro de las 20 mn el ascenso de las iso-oxígenas al igual que las isotermas debido a los procesos de surgencia.

Sin embargo, el agua que afloró es principalmente agua de mezcla. La capa superior de la ZMO (0,5 mL/L) se localizó debajo de 200 m de profundidad. Las corrientes marinas evidenciaron flujos principalmente hacia el norte con velocidades mayores de 10 cm/s dentro de las 20 mn y sobre 50 m de profundidad (Fig. 25)

## **2.2.5 Monitoreo Bio-Oceanográfico de Alta Frecuencia**

### **2.2.5.1 Punto Fijo Paita**

La información del Punto Fijo de Paita mostró la evolución de la estructura vertical de la temperatura y salinidad durante el 2014 y 2015. Frente a Paita, se observó la rápida profundización de las isotermas asociadas al impacto de ondas Kelvin los primeros días del mes. Sin embargo, alrededor del día 10 se presentó un enfriamiento posiblemente debido a la intensificación de los vientos costeros, aunque las anomalías se mantuvieron cercanas a los +2°C. Esta condición cambió a partir del día 17 y se mantuvo hasta fines de mes cuando se registraron anomalías mayores a +4°C en toda la columna de agua (Fig. 26).

Respecto a la salinidad, predominaron aguas de mezcla, asociadas a la influencia de las ASS, AES y ACF, exceptuando la última semana donde predominaron AES sobre los 25 m de profundidad (Fig. 26). El oxígeno presentó un comportamiento similar a la temperatura, encontrándose una columna de agua bien oxigenada con concentraciones de oxígeno mayores a 2 ml/L sobre 100 m de profundidad.

### **2.2.5.2 Punto Fijo Chicama**

La Figura 27 muestra en toda la columna de agua un incremento de los valores de la temperatura a juzgar por la profundización de las isotermas (17°C - 20°C); así mismo, la distribución halina continua evidenciando la influencia de ASS, influencia que genera grandes procesos de mezcla en toda la columna de agua desde el mes de agosto del 2015. El comportamiento del oxígeno después de la primera semana mostró la profundización de iso-oxígenas entre la superficie y 60 m de profundidad, manteniéndose la ZMO alrededor de 80 m durante todo el mes.

### **2.2.5.3 Punto Fijo Callao**

La información del **Punto Fijo Callao** a 8 mn de la costa al 18 de noviembre indicó del calentamiento de la columna de agua con la profundización notoria de la isoterma de 16°C de 25 a 75 m, asociada a la presencia de aguas de mezcla, aguas que vienen persistiendo desde meses anteriores. Los valores de oxígeno se incrementaron ligeramente en la columna de agua, localizándose la ZMO a 50 m de profundidad (Fig. 28).

### **2.2.5.4 Punto Fijo Ilo**

Frente a Ilo, a inicios de mes, se presentó un ligero incremento térmico sobre 20 m de profundidad, seguido por un descenso (18 noviembre). Por debajo de los 20 m la condición térmica se mantuvo sin mayores cambios. El oxígeno, se comportó en forma similar a la temperatura, con una columna de agua bien oxigenada (Fig. 29).

## **2.2.6 Indicadores Biológicos del Plancton**

### **2.2.6.1 Indicadores del Fitoplancton**

#### **Perfil Paita**

En Paita se determinó la presencia de *Ceratium breve* v. *parallelum*, indicador de AES a partir de 11 y hasta 100 mn, asociado a TSM en un rango de variación entre 21,4 °C y 23,2 °C (Fig. 30).

Al comparar este escenario con el mes de octubre, se observó una fuerte disminución de la abundancia del fitoplancton llegándose a registrar diatomeas y dinoflagelados termófilos con la categoría de abundancia relativa de “Presente” como *Lioloma delicatulum*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Proboscia alata f. gracillima*, *Thalassiosira partheneia*, *R. bergonii*, *Detonula confervacea*, *Ceratium kofoidii*, *Ceratium gibberum v. dispar*, *C. lunula*, *C. vultur*, *C. contortum*, *C. trichoceros*, *C. lunula*, *C. candelabrum*, *Pyrocystis noctiluca*, *Protoberidinium grande*, *Ornithocercus steinii*, y *Goniodoma polyedricum*.

### **Perfil Chicama**

A 15 mn de la costa se determinó a *Protoberidinium obtusum* indicador de ACF relacionado a TSM de 19,3 °C. Mientras que, *Ceratium breve v. parallelum*, indicador de AES fue localizado a 15, 30 y 60 mn asociadas a un rango de TSM de 20,3 y 20,9 °C (Fig. 31).

La predominancia del fitoplancton se presentó a diferentes distancias de la costa, a 5 mn, destacó *Thalassiosira subtilis* y *Eucampia zodiacus* con abundancia relativas de “Muy abundante” y “Abundante”, respectivamente. Además se presentaron otras diatomeas neríticas como *Chaetoceros affinis*, *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus centralis*, *C. perforatus* y *Detonula pumila*. A 45, 80 y 100 mn destacó la presencia de diatomeas termófilas como *Proboscia alata f. alata*, *P. alata f. gracillima*, *Thalassiosira partheneia* y *Rhizosolenia styliformis*. En todo el perfil se presentaron dinoflagelados de distribución cosmopolita (*Protoberidinium depressum*, *Ceratium furca*, *C. dens*, *C. tripos* y *C. fusus*) y termófilos (*Protoberidinium quarnerense*, *Ceratium masiliense*, *C. kofoidii* y *Ornithocercus steinii*), entre otros.

## **3. MONITOREO DIARIO DE INDICADORES BIOLÓGICOS MARINOS PROVENIENTES DEL SEGUIMIENTO DE LA PESQUERÍA Y PROGRAMA BITÁCORAS DE PESCA**

### **3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras**

Durante el monitoreo bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano se registraron diez (10) especies de aves marinas en un total de 2 113 avistamientos. En Paita, la abundancia de las aves solo representó el 3% del total avistado, correspondiendo en su mayoría a especies oceánicas (Fig. 32).

Las especies indicadoras de cambios en el ambiente corresponden a las aves guaneras, *Phalacrocorax bougainvillii* «guanay», *Sula nebouxii* «camamay», *Pelecanus thagus* «pelícano», cuyo principal alimento es la anchoveta, las cuales fueron avistadas dentro de las 10 mn entre Pimentel (7°S) y Salaverry (8°S) correspondiente al 99,5% de un total de 2 026 registros (Figura 33).

### **Seguimiento de las pesquerías**

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 de enero al 30 de noviembre ascendió a 3 178 045 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 99,88% (Tabla 1).

El 17 de noviembre, mediante la R.M. N°369 2015-PRODUCE, se inició la segunda temporada de pesca de anchoveta en la región norte – centro. El desembarque total de anchoveta proveniente de la flota industrial al 30 de noviembre, fue de 326 669 t, promedio mensual de 20 mil t (Fig. 34), correspondiente a un 29% de la cuota de 1.11 millones de t establecida.

El área de pesca se presentó dentro de las 50 mn en tres núcleos principales frente al litoral peruano, Chimbote (9°S), Callao (12°S) y Pisco (13°S), presentando una estructura de tallas de anchoveta entre 11 y 17 cm de longitud total (LT), moda en 13,5 cm y juveniles menor al 5% (Fig. 35). Los cardúmenes de anchoveta se registraron a 24 m de profundidad (Fig.36).

El 01 de agosto, mediante la R.M. 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 se mantuvo en 4 611 t, correspondiente a un 1,03% de la cuota de 450 mil toneladas establecida. Durante el presente mes no se registró desembarque del recurso.

La Fracción Desovante (FD), indicador biológico del stock norte-centro de anchoveta mostró el inicio de la declinación del periodo principal de desove. El Contenido Graso (CG) mantuvo valores por debajo del patrón indicando que la anchoveta viene utilizando sus reservas de grasa en migraciones latitudinales y longitudinales que viene realizando con el arribo de la última onda Kelvin (Fig. 37).

La especie *Merluccius gayi peruvianus* "merluza", típica de la zona panameña, que se distribuye entre Ecuador y norte del Perú, fue registrada frente al Callao (12°S), con una captura de 1,5 millones de toneladas, claro indicador del avance de flujos hacia el sur asociados a la ESCC (Fig. 38).

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

##### **4.1. Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales**

Las variables oceánicas y atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial indican la continuación de El Niño de magnitud fuerte, con valores del Oceanic Niño Index (ONI) para la Region Niño 3.4 mayores a +1,5°C. La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS para la región Niño 3.4, pronostican la continuación de las condiciones El Niño de magnitud fuerte en el Pacífico Ecuatorial durante el periodo diciembre 2015-enero 2016, seguida por una posterior declinación del evento durante el otoño austral 2016 (IRI, noviembre 2015) (Fig. 39).

##### **4.2. Propagación de ondas Kelvin**

Con el fin de detectar la propagación de las ondas Kelvin (OKE) 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 OKE a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial (Fig. 40). La proyección de las OKE a partir del 28 de noviembre 2015 se realiza sin el forzante de vientos.

Según la simulación de la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, la OKE cálida (modo 1) generada en octubre 2015, llegaría a las costas de Sudamérica a fines de noviembre 2015, favorecidas por el debilitamiento de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Central durante este mes. Por otro lado, la OKE cálida (modo 2) generada entre setiembre y octubre 2015, llegaría a las costas de Sudamérica entre fines de noviembre y diciembre de 2015 favorecidas también, por el debilitamiento de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Central ocurrido este mes (Fig. 40).

##### **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 (Quispe et al 2012) indicaron para el ITCP condiciones cálidas entre diciembre de 2015 y marzo de 2016 (Fig. 41).

## 5. CONCLUSIONES

- El APS presentó una intensidad menor que su valor climatológico en ~3 hPa, con un núcleo ubicado alrededor de su posición normal.
- La anomalía de la velocidad de viento (AVV) varió entre -1 y +3 m/s. Resaltando anomalías mayores a +2 m/s durante la primera quincena en la zona centro-sur y anomalías mayores a +2,5 m/s entre Paita y Talara en la última semana
- El impacto de las ondas Kelvin frente a la costa peruana generó anomalías del NMM mayores a +15 cm frente a Paita- Callao y entre +10 y +15 cm frente a Chicama.
- Frente a la costa peruana, persistió el calentamiento del mar con anomalías superiores a +2°C al norte del Callao y hasta de + 1°C frente a Ilo.
- La estructura termohalina se encontró alterada con anomalías térmicas mayores a +2°C y presencia de ASS, principalmente sobre los 100 m de profundidad. Frente a Paita (Punto Fijo Paita) se observaron anomalías térmicas mayores a +4°C sobre los primeros 100 m de profundidad hacia fines de mes.
- En Paita se determinó a *Ceratium breve v. parallelum*, indicador de AES a partir de las 11 mn y hasta las 100 mn. En tanto, frente a Chicama, se determinó la presencia del indicador de ACF *Protoperdinium obtusum* dentro de las 15 mn y *Ceratium breve v. parallelum*, indicador de AES, localizado a 15, 30 y 60 mn.
- Los indicadores biológicos del stock norte-centro de anchoveta mostraron el inicio de la declinación del periodo principal de desove. El Contenido Graso (CG) mantuvo valores por debajo del patrón.

## PERSPECTIVAS

Se espera que se mantenga o incremente, durante diciembre 2015 y en enero de 2016, la anomalía del NMM y de la TSM, debido a la onda Kelvin cálida, generada por la anomalía de vientos del oeste durante setiembre y octubre en el Pacífico Central, manteniendo las condiciones de un Niño de magnitud fuerte.

Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), los modelos globales continúan pronosticando que El Niño alcanzaría una magnitud muy fuerte hasta fines de 2015 para luego decaer a lo largo de los primeros meses de 2016; Pacífico oriental (Niño 1+2) indican en su mayoría que El Niño costero mantendría una magnitud fuerte hasta el mes de diciembre en cambio para los meses de enero a marzo del 2016, la mayoría de modelos predicen una magnitud moderada de El Niño costero.

Frente a la costa peruana, también se espera el incremento del NMM y ATSM debido al impacto de la onda Kelvin antes mencionada, sin embargo, estos valores serán menores a los registrados los años 1982 y 1997.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

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



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

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

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

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

**Tabla 1.** Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 de enero - 30 de noviembre, 2015). **Fuente:** AFIRNP/IMARPE.

Especie\Flota\Puerto		Año Calendario (01 enero - 30 noviembre 2015)					
		Norte	Centro	N + C	Sur	Total	%
Anchoveta	F. Acero	557 930	1 818 470	2 376 400	285 043	2 661 443	83.74
	F. Madera	307 761	198 735	506 496	6 430	512 926	16.14
Sub-total (t)		865 691	2 017 206	2 882 897	291 473	3 174 370	99.88
Porcentaje (%)		27.27	63.55	90.82	9.18	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		0	2	2	0	2	0.00
Caballa		784	1 914	2 698	0	2 698	0.08
Samasa		0	2	2	0	2	0.00
Otros		778	163	941	32	973	0.03
Total (t)		867 253	2 019 287	2 886 540	291 505	3 178 045	100.00
Porcentaje (%)		27.29	63.54	90.83	9.17	100.00	

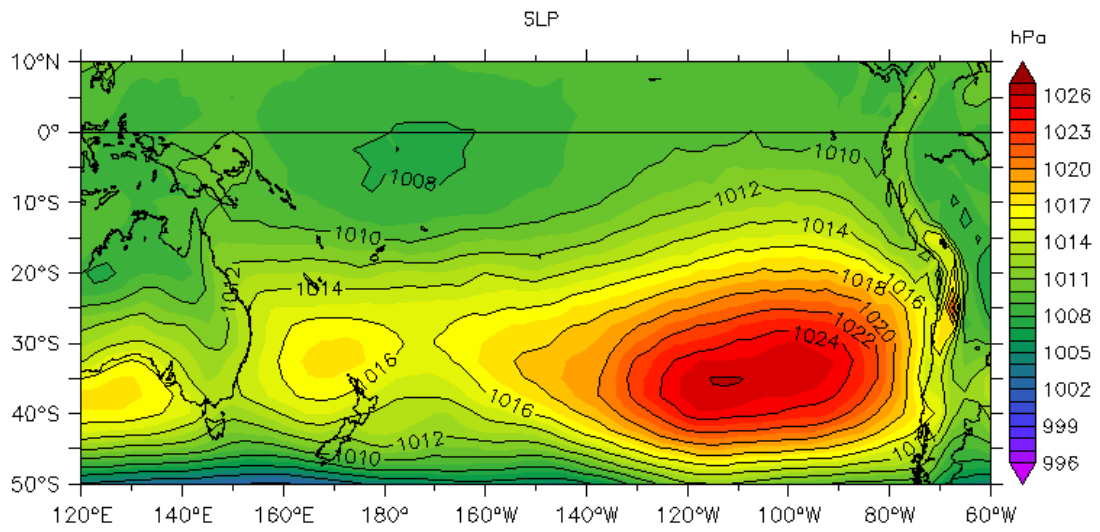


Figura 1. Presión atmosférica promedio a nivel del mar (hPa) del 1 al 29 de noviembre de 2015. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: LMOECC/IMARPE.

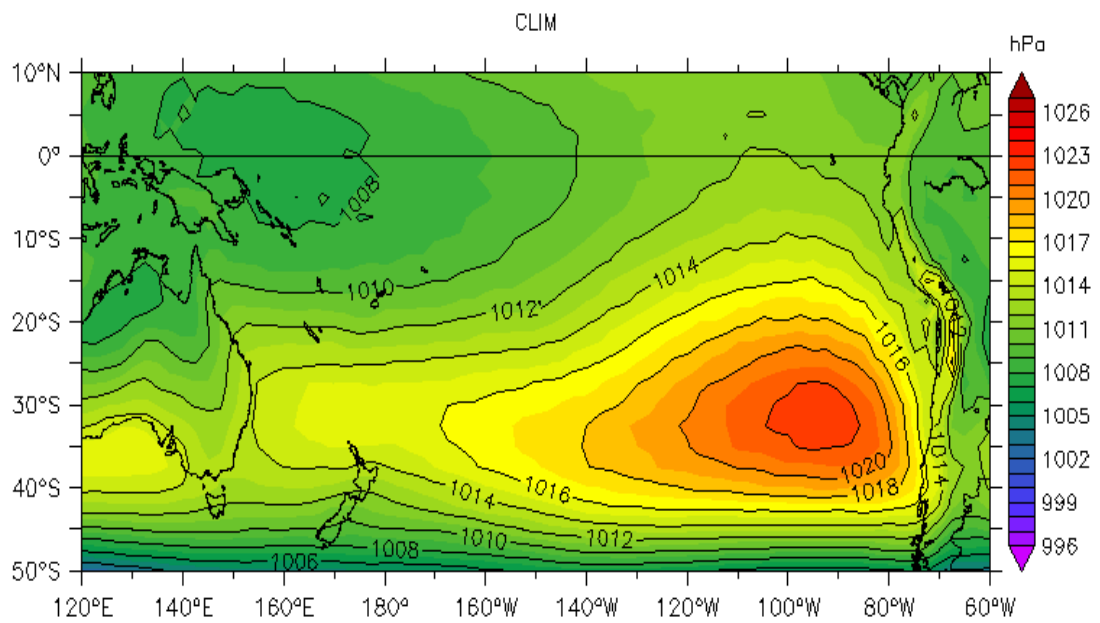


Figura 2a. Presión atmosférica (hPa) climatológica a nivel del mar para noviembre. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: LMOECC/IMARPE.

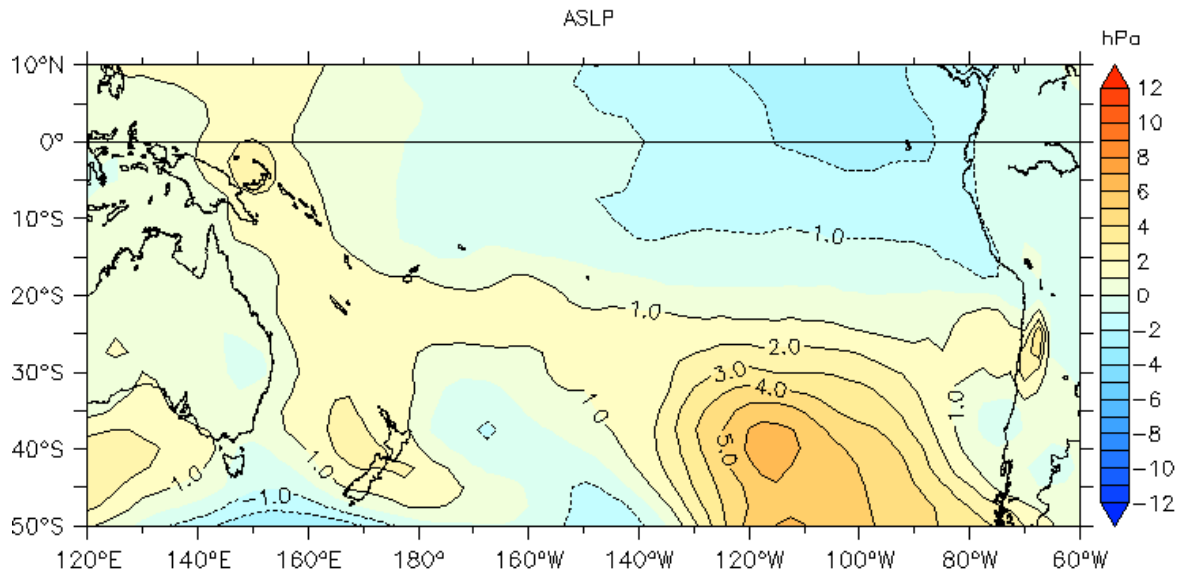


Figura 2b. Anomalia promedio de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar del 1 al 29 de noviembre de 2015. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: LMOECC/IMARPE.

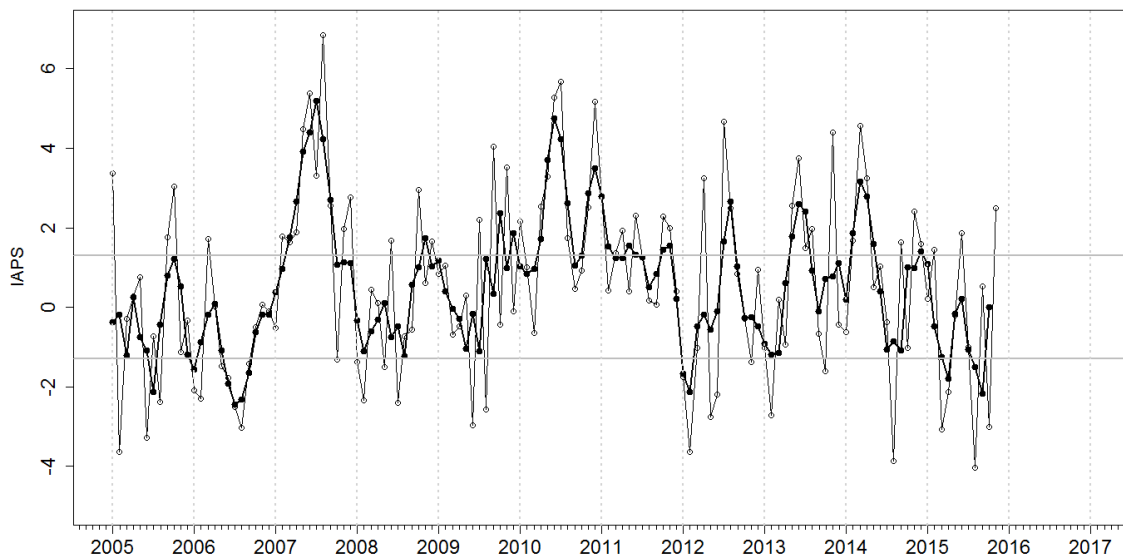


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre de setiembre a noviembre de 2015. La variación temporal del IAPS (círculos de color negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculos de color blanco). Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: LMOECC/IMARPE.

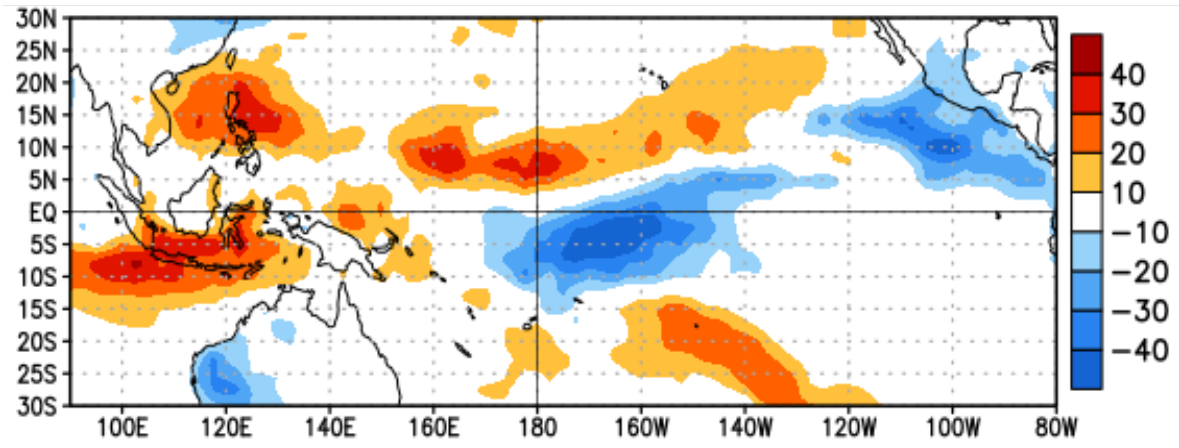


Figura 4. Anomalía promedio de la radiación de onda larga ( $W/m^2$ ) del 30 de octubre al 24 de noviembre de 2015. Adaptado de NCEP/NOAA.

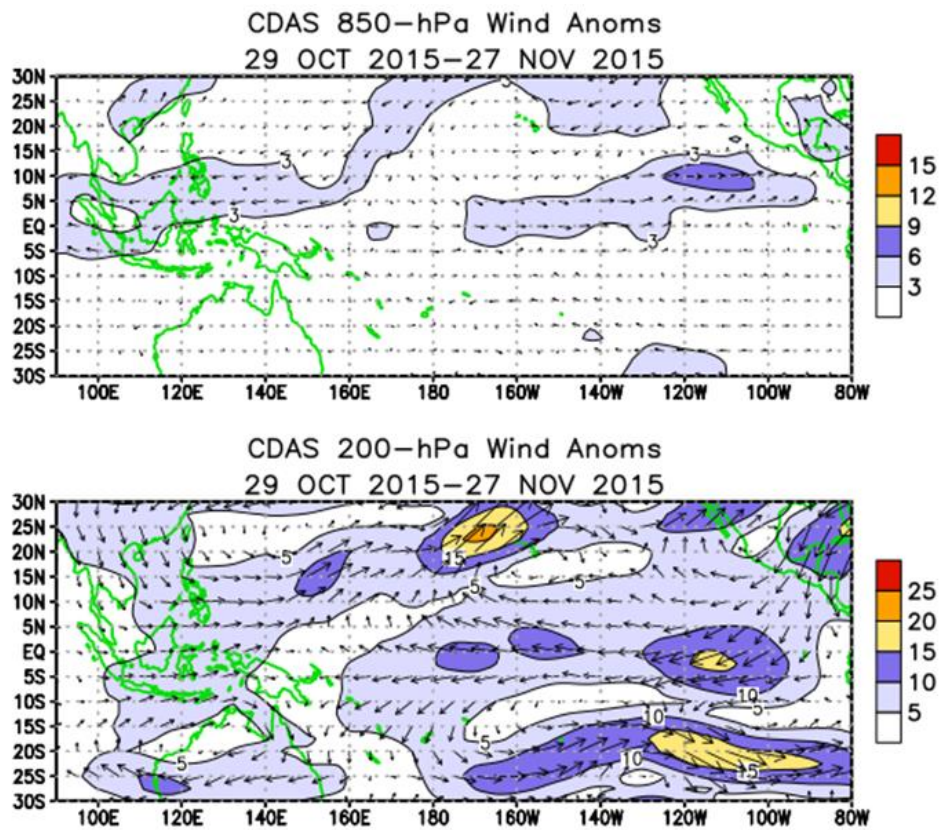


Figura 5. Distribución espacial de las anomalías del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel inferior) del 29 de octubre al 27 de noviembre de 2015. Adaptado de NOAA.

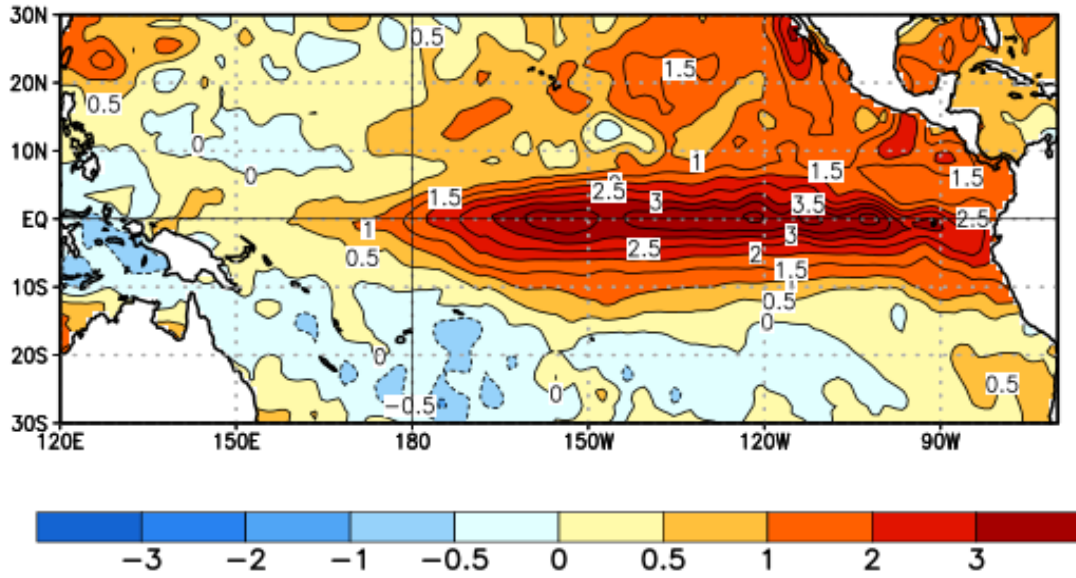


Figura 6. Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico, 01 – 28 de noviembre de 2015. Adaptado de NOAA.

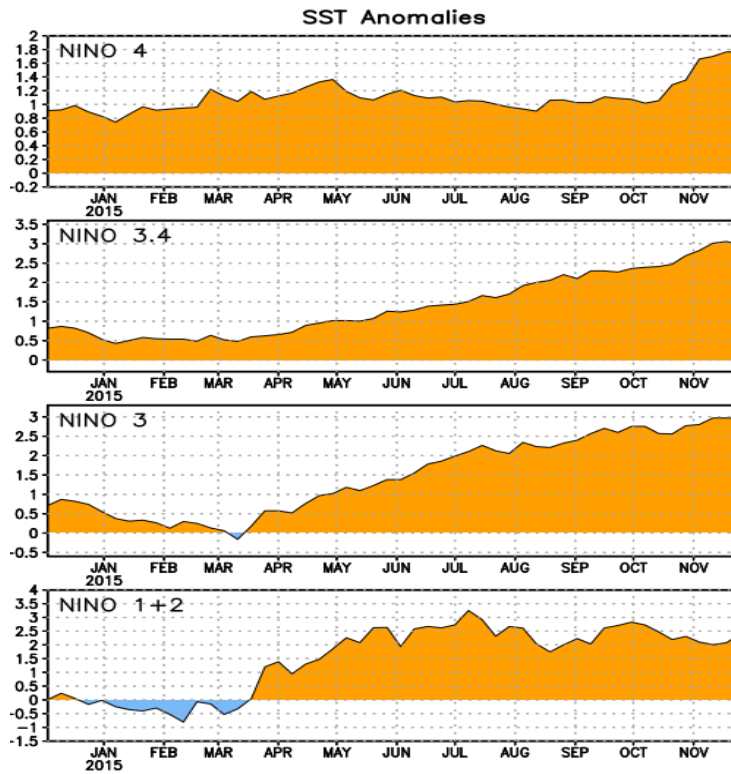
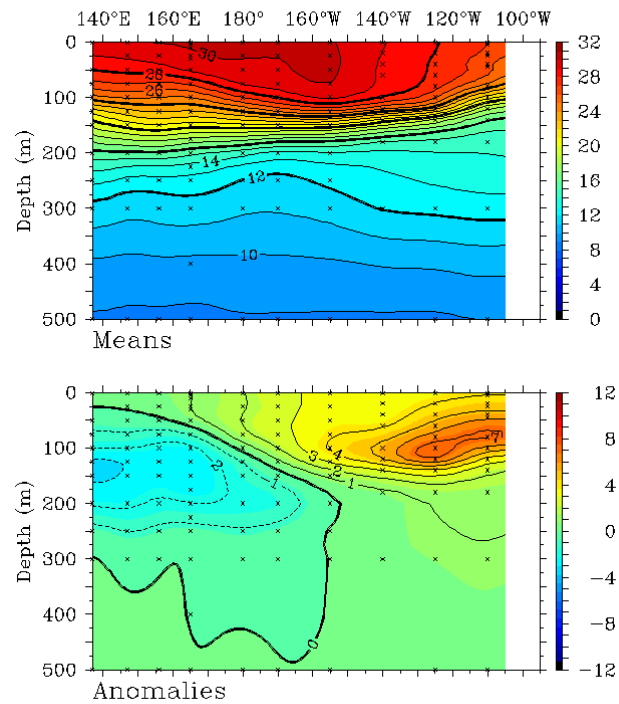


Figura 7. Evolución de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de diciembre de 2014 a noviembre de 2015. Adaptado de NOAA.



Monthly Mean TAO/TRITON Temperatures (°C)  
November 2015 2°S to 2°N Average



TAO Project Office/PMEL/NOAA

Dec 7 2015

Figura 8. 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 noviembre 2015. Los gráficos se han adaptado de TAO/TRITON de la NOAA.

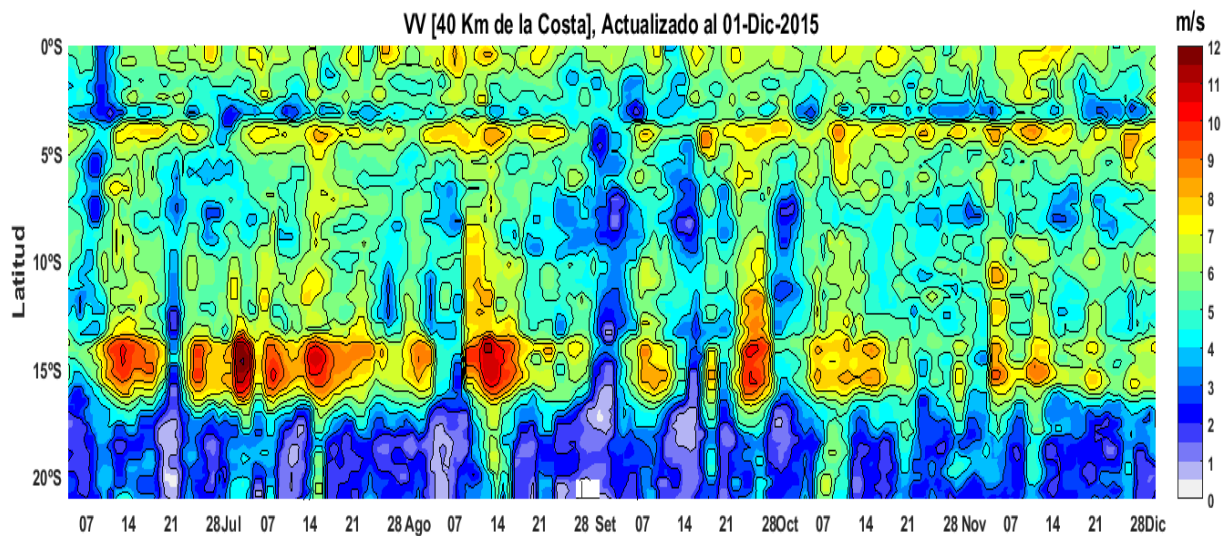


Figura N° 9: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses. Datos: ASCAT. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE.

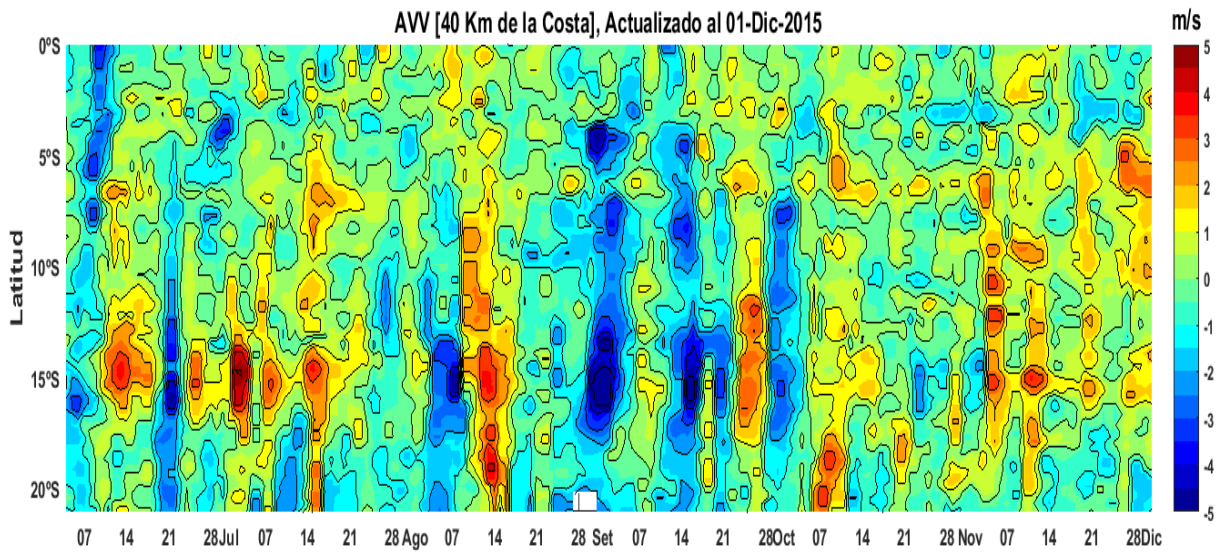


Figura N° 10: Diagrama Hovmöller de la Anomalía de la Velocidad del Viento (m/s) a lo largo de la costa peruana durante los últimos seis meses Datos: ASCAT. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE.

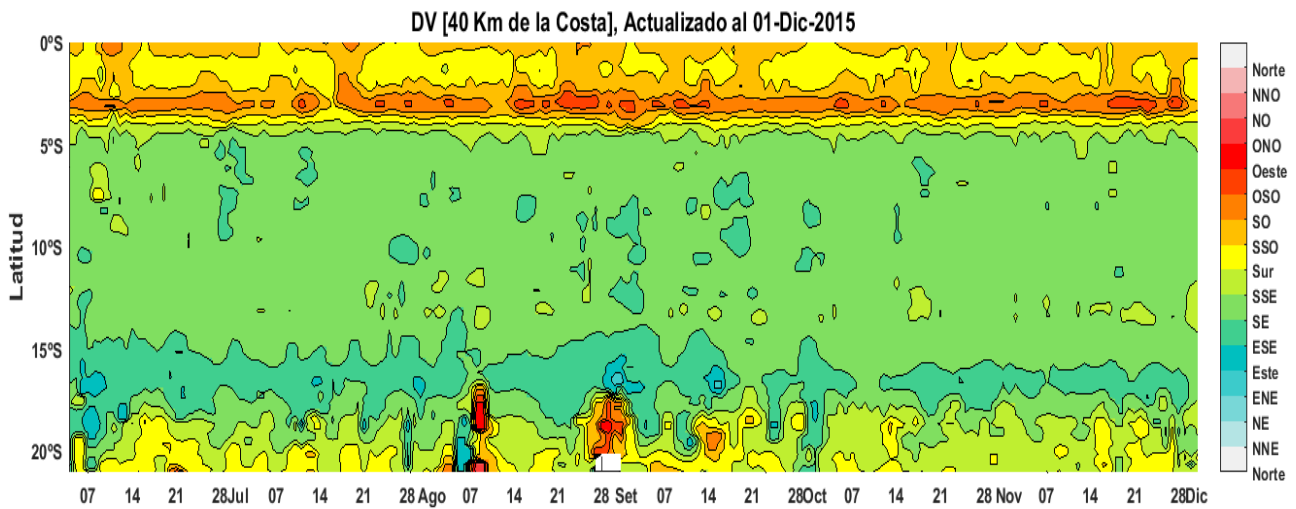


Figura N° 11: Diagrama Hovmöller de la Dirección del Viento a lo largo de la costa peruana durante los últimos seis meses. Datos: ASCAT. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE.



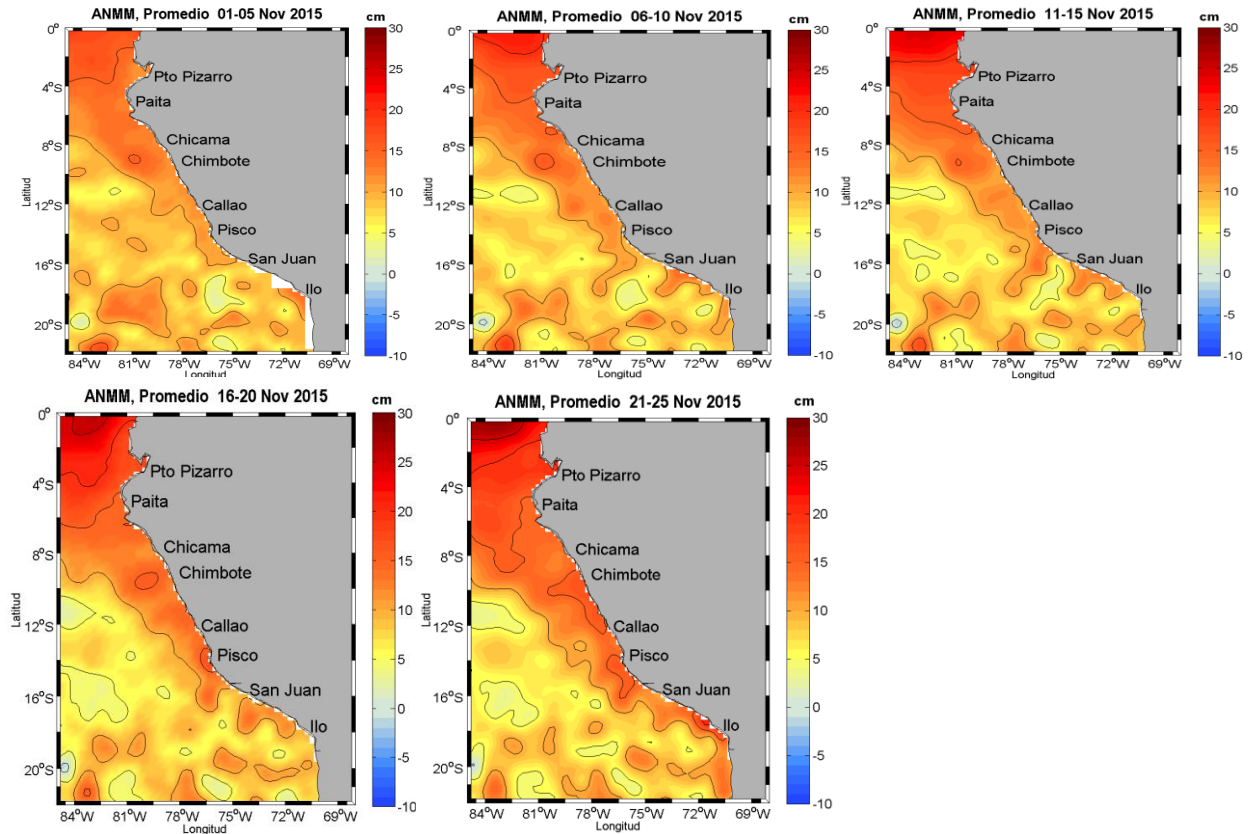


Figura 12. Anomalia de la altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1 al 25 de noviembre 2015. Datos: SSALTO/DUACS (CMEMS Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE.

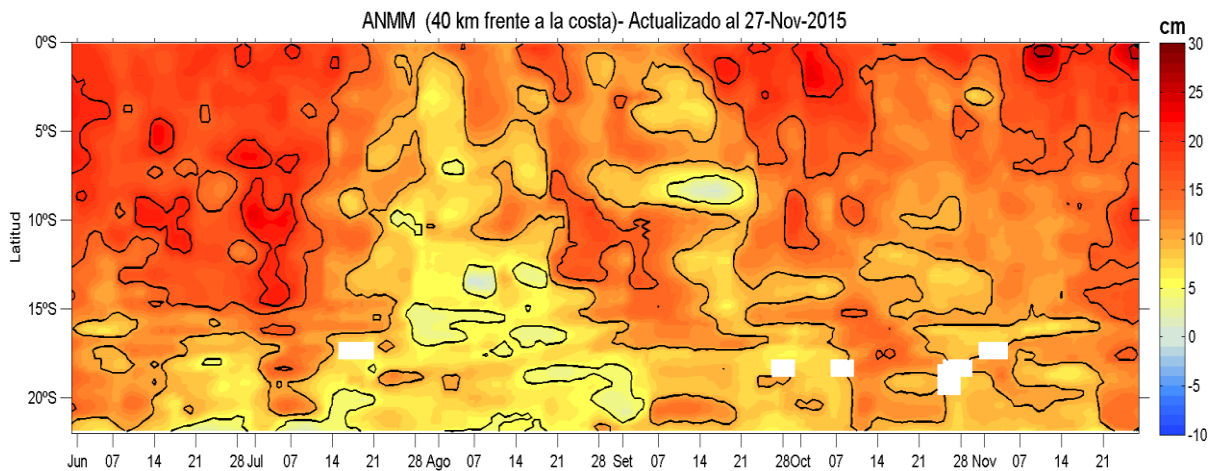


Figura 13. Diagrama de Hovmöller de anomalías diarias de la altura del nivel del mar (cm) al 27 de noviembre de 2015. Datos: SSALTO/DUACS (CMEMS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE.

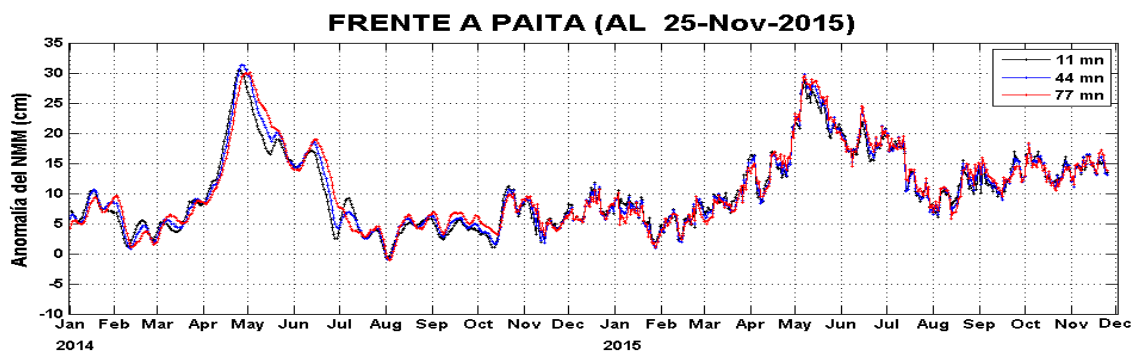


Figura 14. Variación temporal de la ANMM frente a Paíta y Chicama, período 2014-2015. Datos: SSALTO/DUACS (CMEMS). Procesamiento: IMARPE

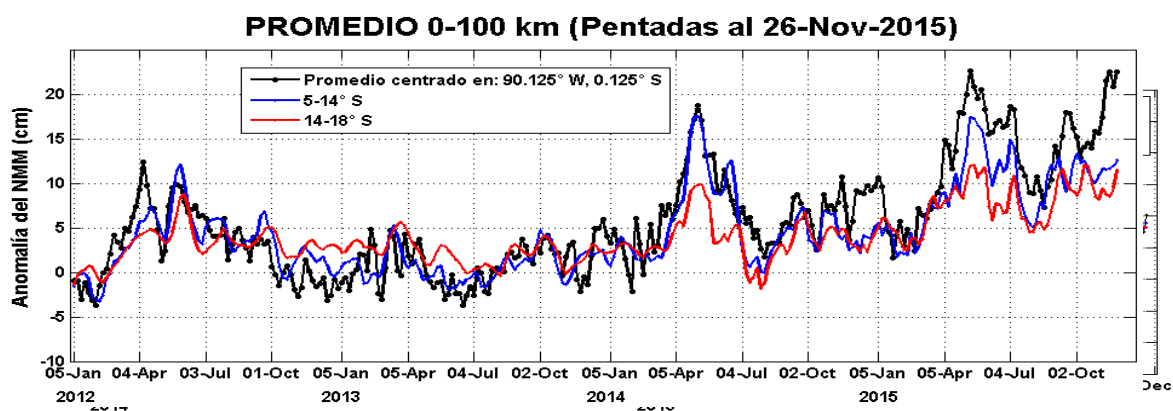


Figura 15. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2012-2015. Datos: SSALTO/DUACS (CMEMS) Procesamiento: IMARPE.

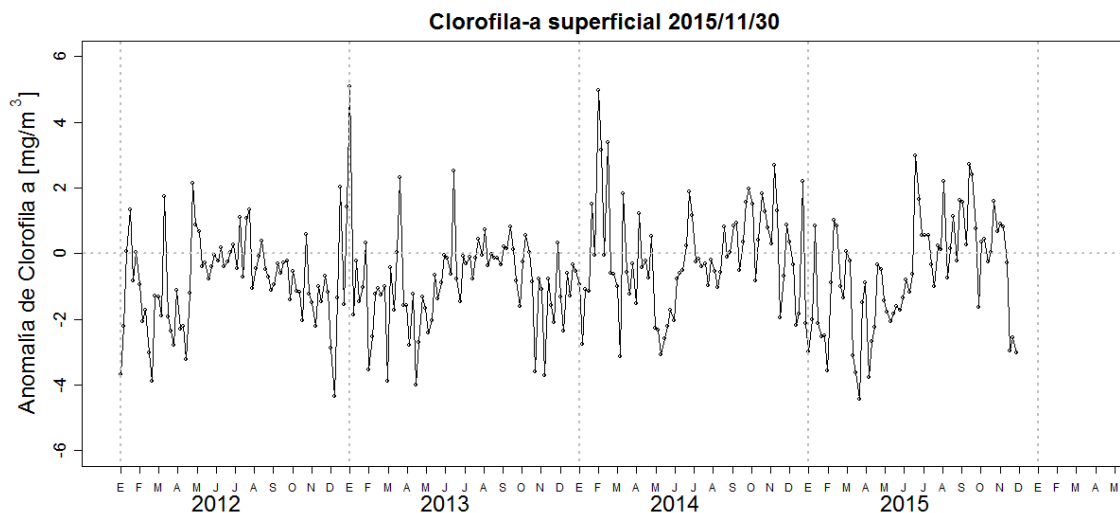


Figura 16. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y  $4^\circ\text{S} - 16^\circ\text{S}$  desde enero del 2012 hasta el 30 de noviembre del 2015.

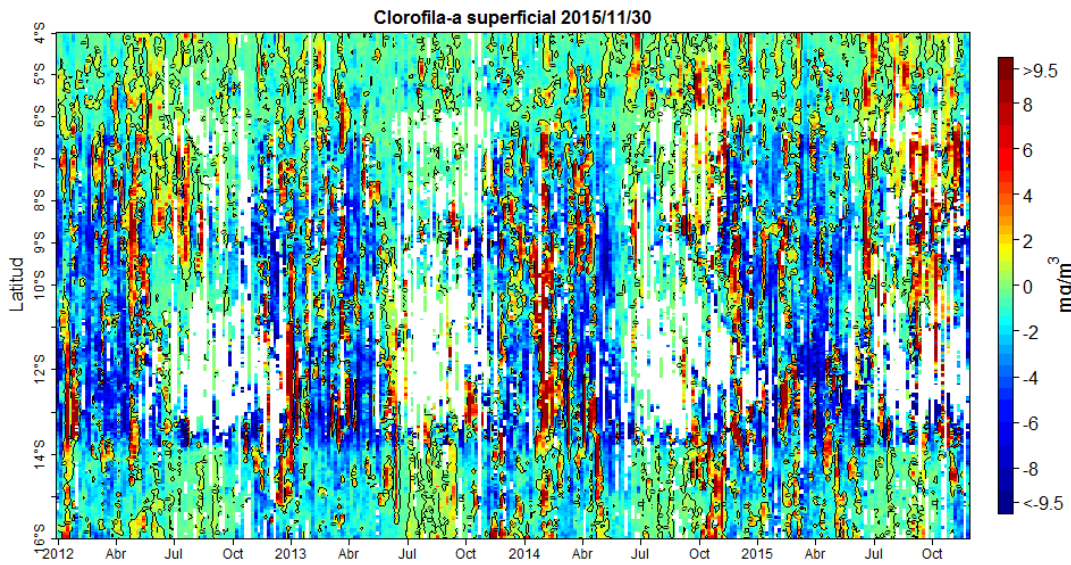


Figura 17. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa desde enero del 2012 hasta el 30 de noviembre del 2015.

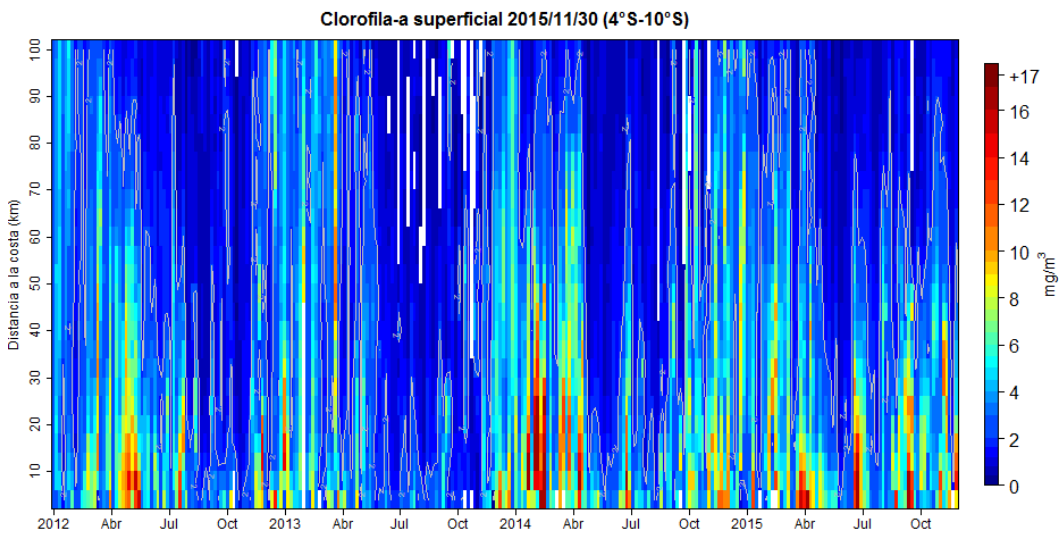


Figura 18. Clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona norte (4°S-10°S) desde enero del 2012 hasta el 30 de noviembre del 2015.

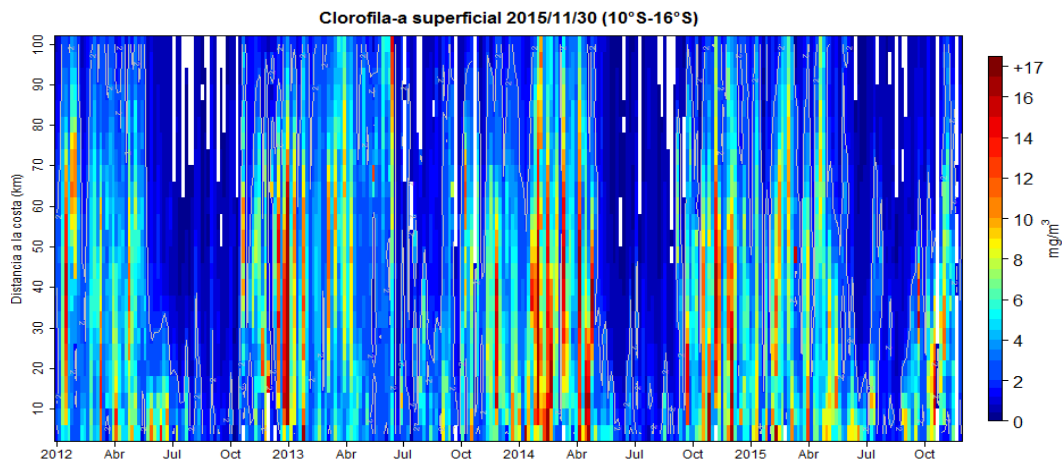


Figura 19. Clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro ( $10^\circ\text{S}$ - $16^\circ\text{S}$ ) desde enero del 2012 hasta el 30 de noviembre del 2015.

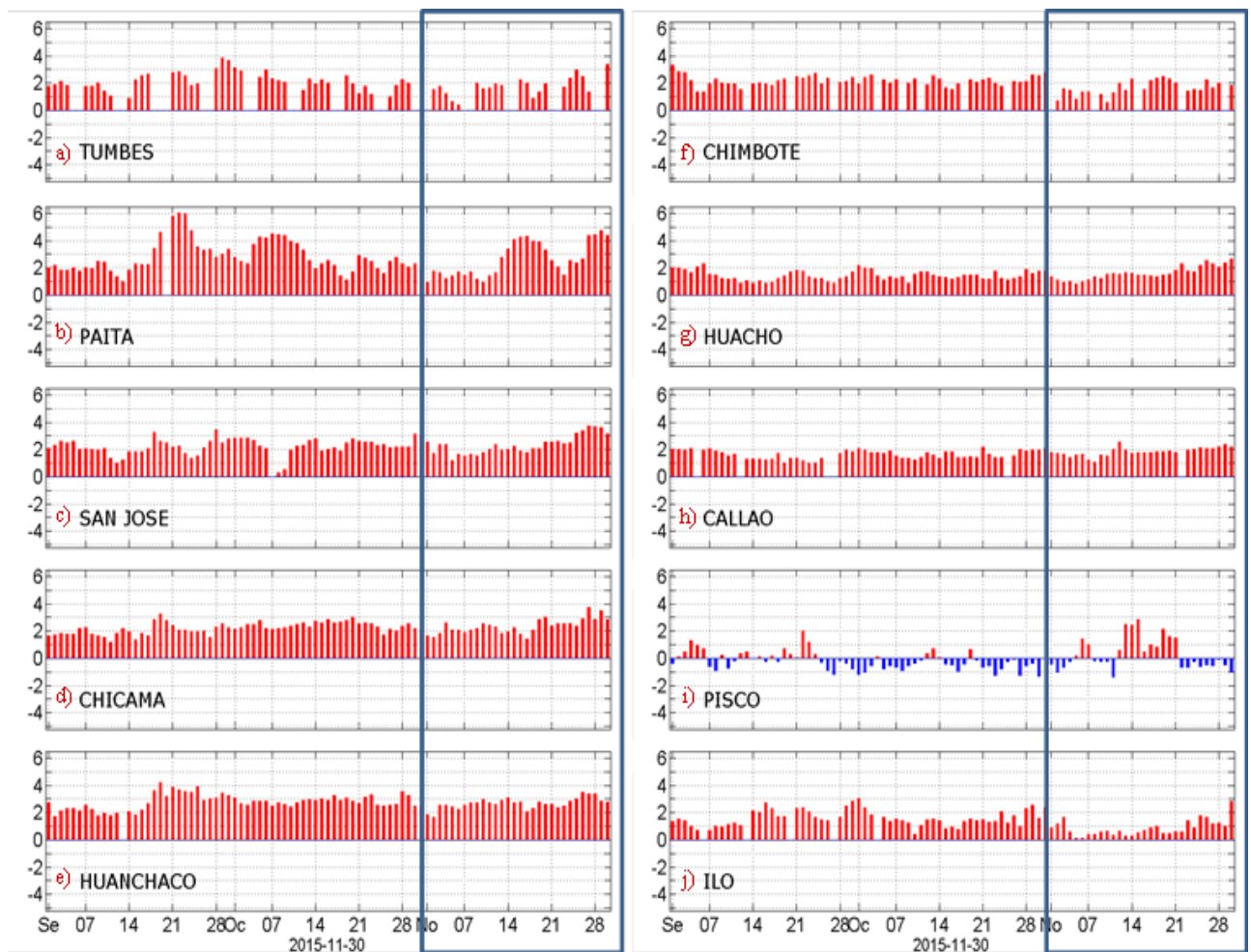


Figura 20. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^\circ\text{C}$ ) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

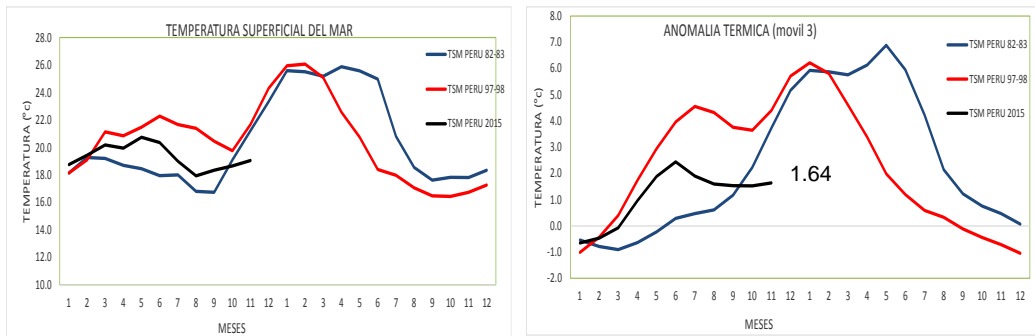
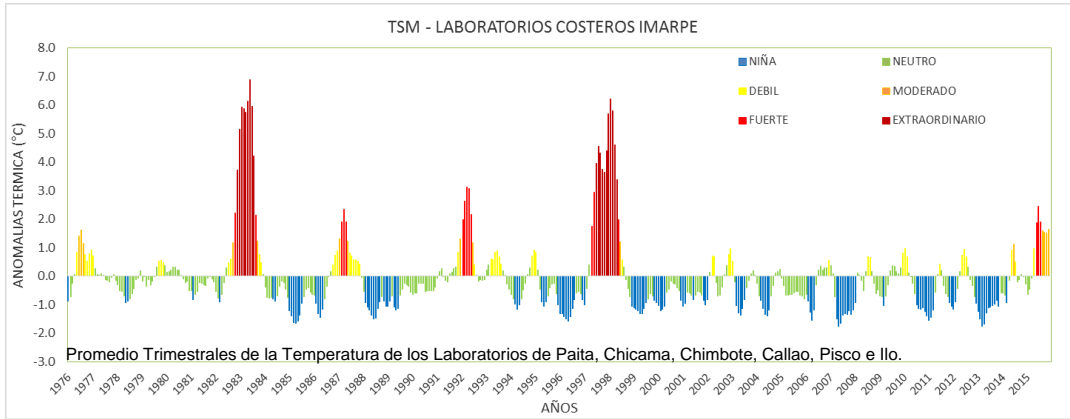


Figura 21 Figura 20. Series temporales del promedio mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) a lo largo de toda la costa peruana. Datos y procesamiento: IMARPE

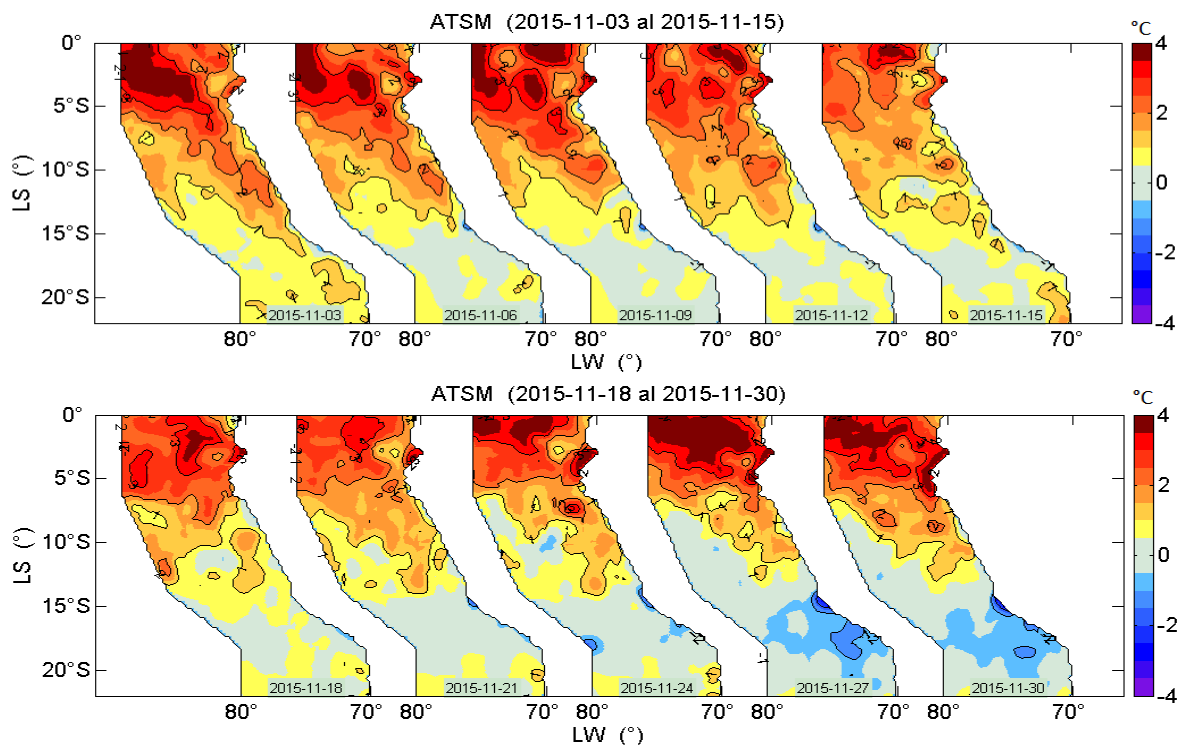


Figura 22. Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días al 29 de noviembre de 2015. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento IMARPE.



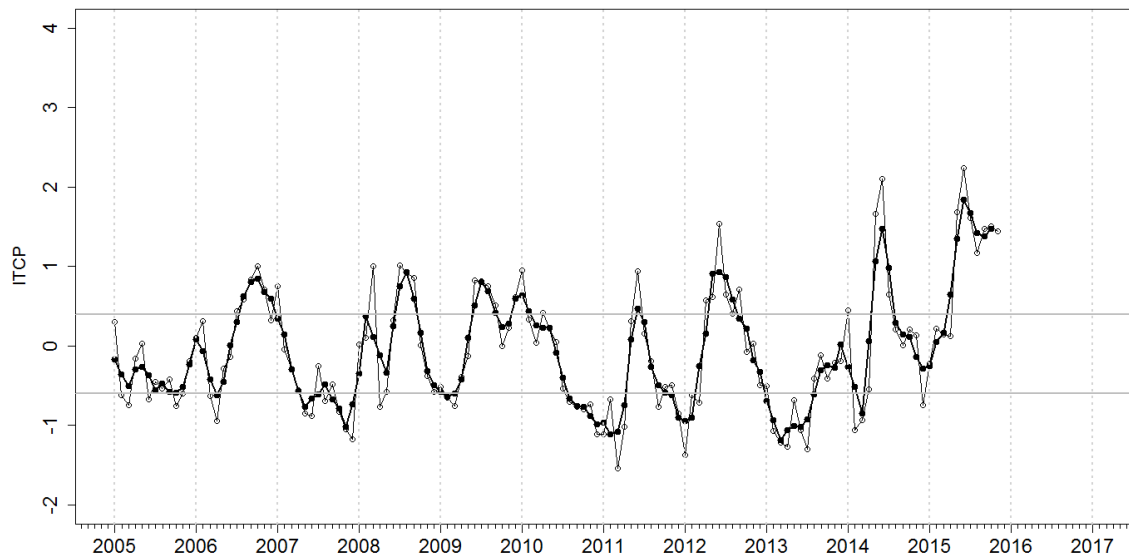


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre SON 2015. La variación temporal del ITCP trimestral (circulo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er modo EOF de la ATSM (circulo blanco).

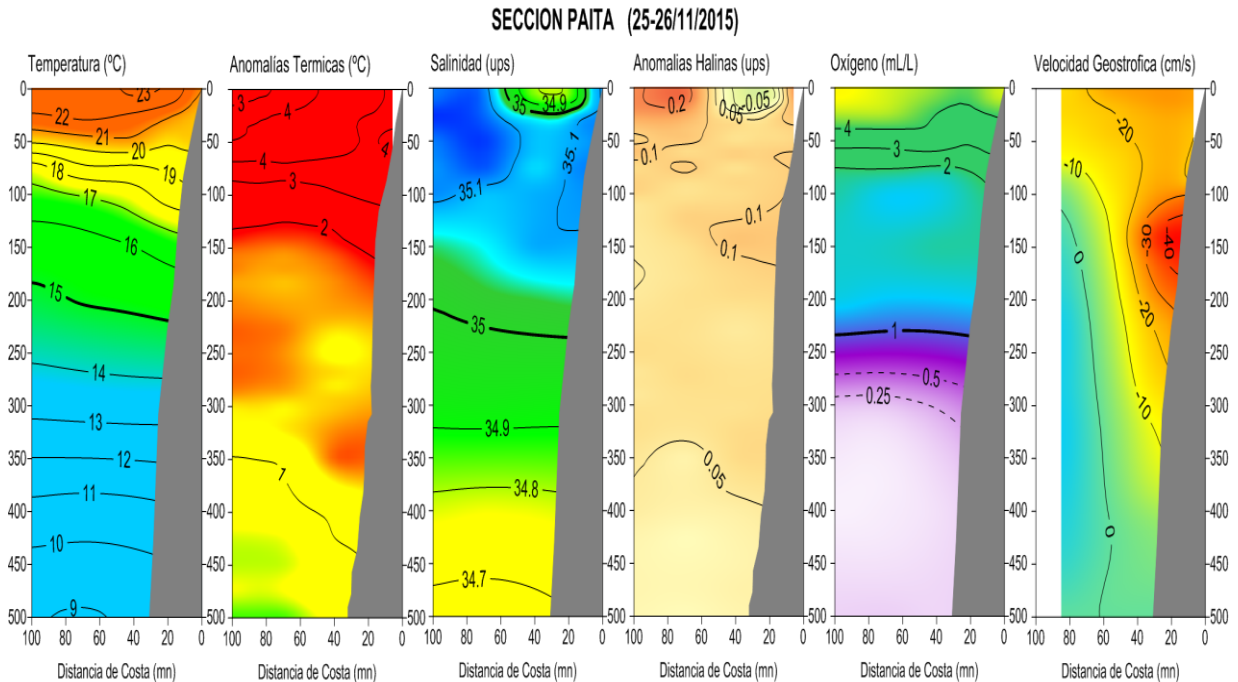


Figura 24. Sección Paita: a) Temperatura (°C), b) Anomalías térmicas (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalías Halinas (ups), e) Oxígeno (mL/L), f) Corrientes (cm/s). Monitoreo Bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano, Líneas Paita y Chicama 201511

SECCION CHICAMA (23-24/11/2015)

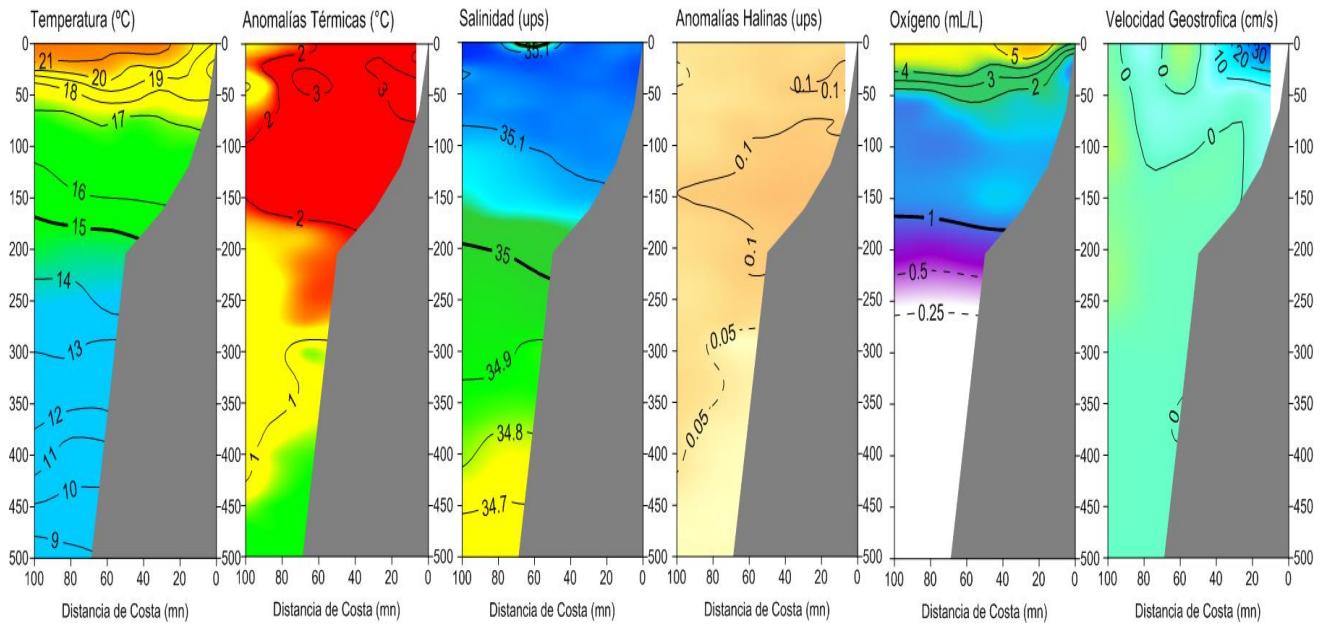


Figura 25. Sección Paita: a) Temperatura (°C), b) Anomalías térmicas (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalías Halinas (ups), e) Oxígeno (mL/L), f) Corrientes (cm/s). Monitoreo Bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano, Líneas Paita y Chicama 201511

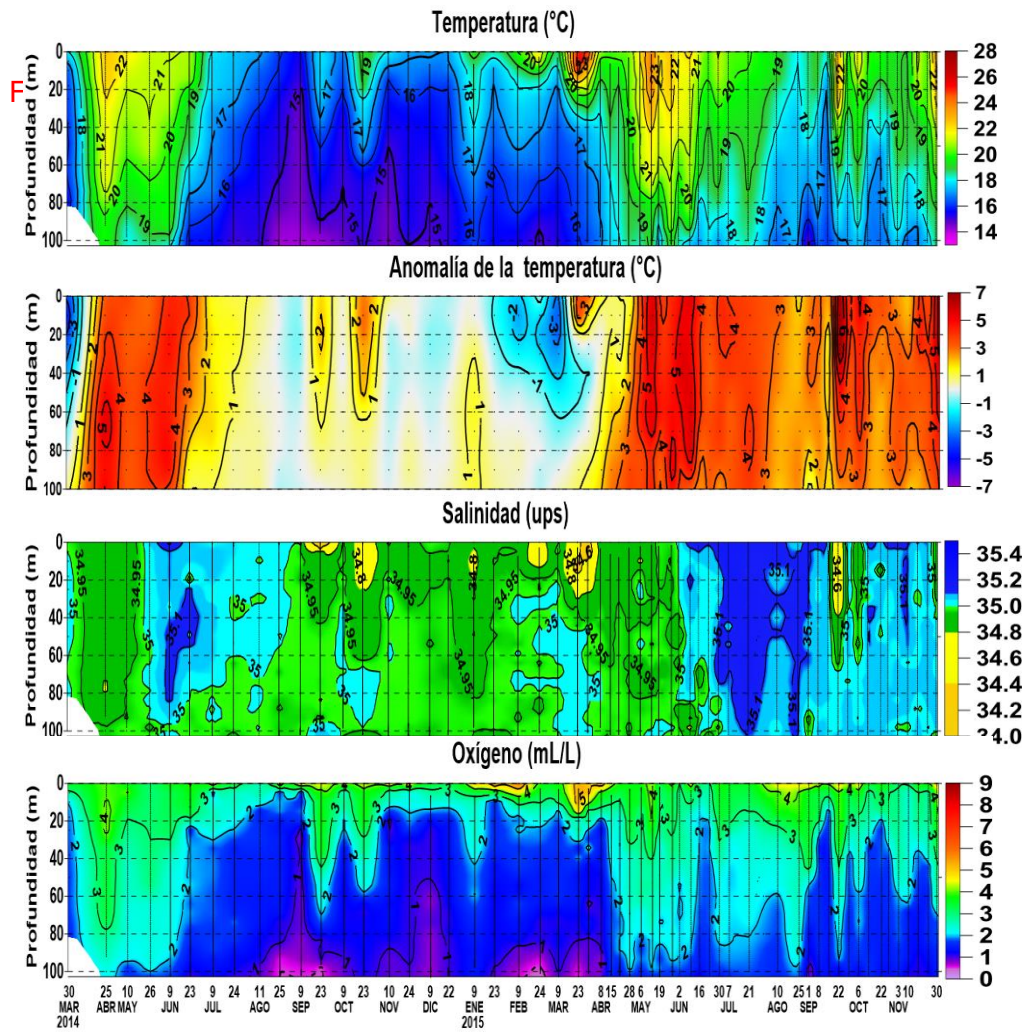


Figura 26. Variación de la distribución vertical de la temperatura, anomalías térmicas y salinidad, en el Punto Fijo Paita, durante mar/2014-nov/2015



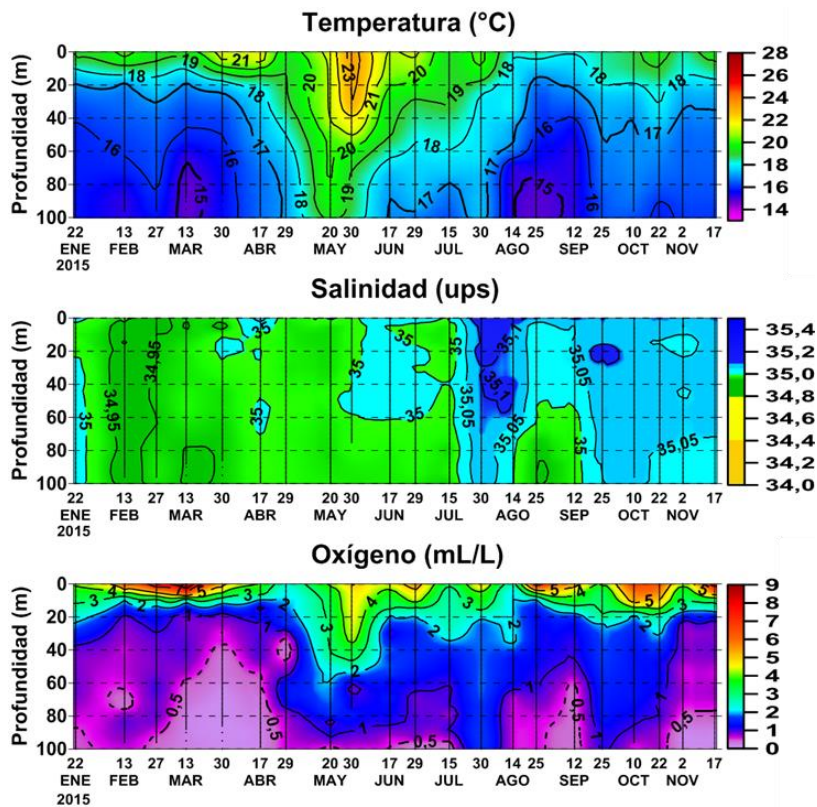


Figura 27. Variación de la distribución vertical de la temperatura, anomalías térmicas y salinidad, en el Punto Fijo Chicama, durante ene-nov/2015

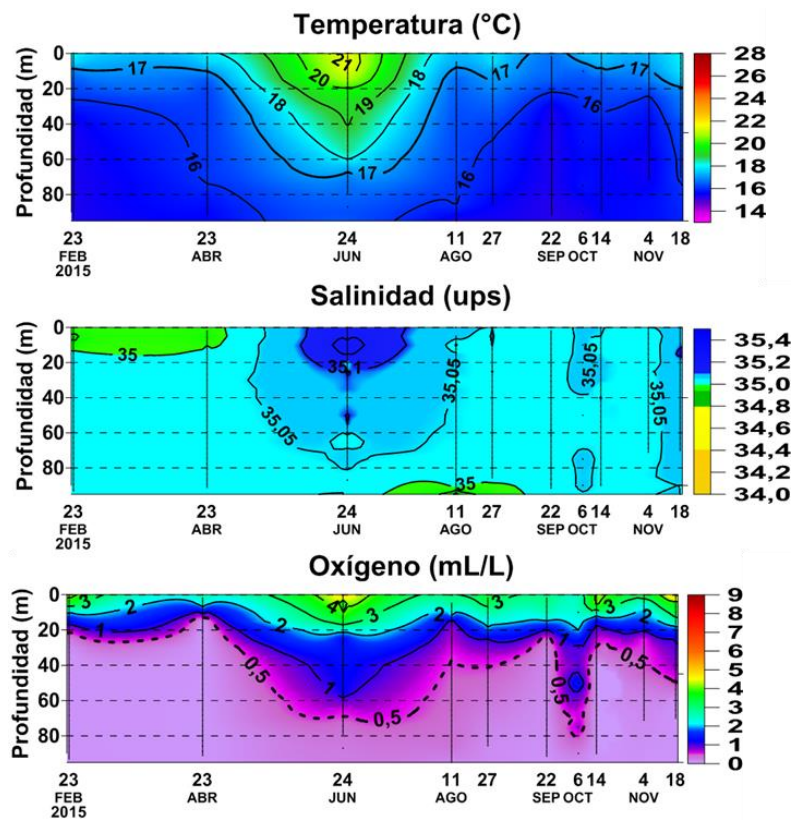


Figura 28. Variación de la distribución vertical de la temperatura, anomalías térmicas y salinidad, en el Punto Fijo Callao, durante feb-nov/2015

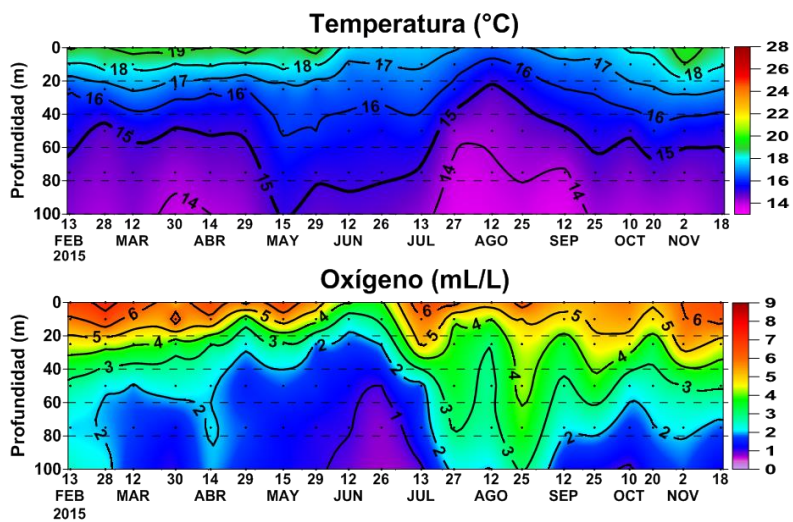


Figura 29. Variación de la distribución vertical de la temperatura, anomalías térmicas y salinidad, en el Punto Fijo Ilo, durante ene-nov/2015

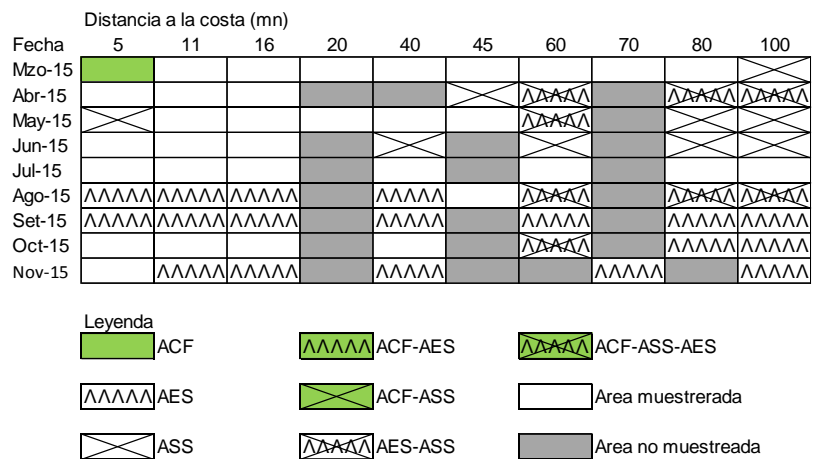


Figura 30. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en el perfil hidrográfico Paita 1511. Datos y procesamiento: IMARPE.

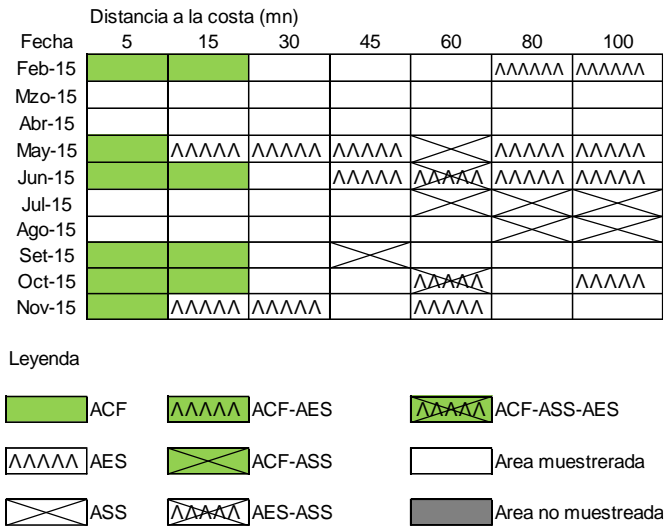


Figura 31. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en el Perfil hidrográfico Chicama 151.1 Datos y procesamiento: IMARPE.

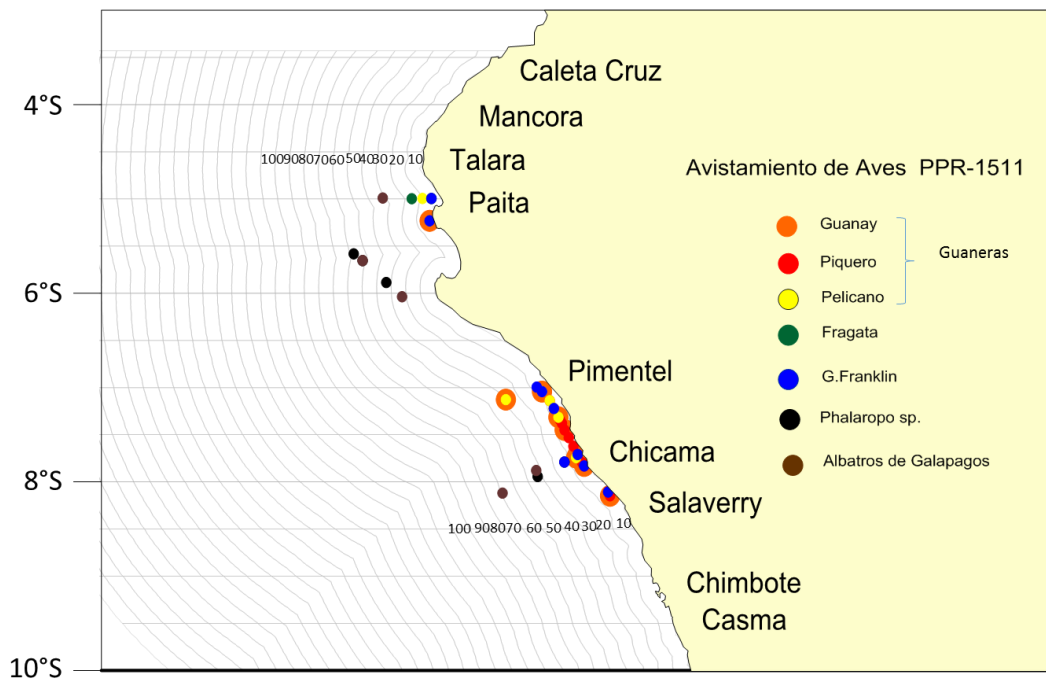


Figura 32. Distribución de aves guaneras en los perfiles Paita y Chicama obtenidas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico PPR1510. Periodo: Noviembre 2015. Fuente: IMARPE.

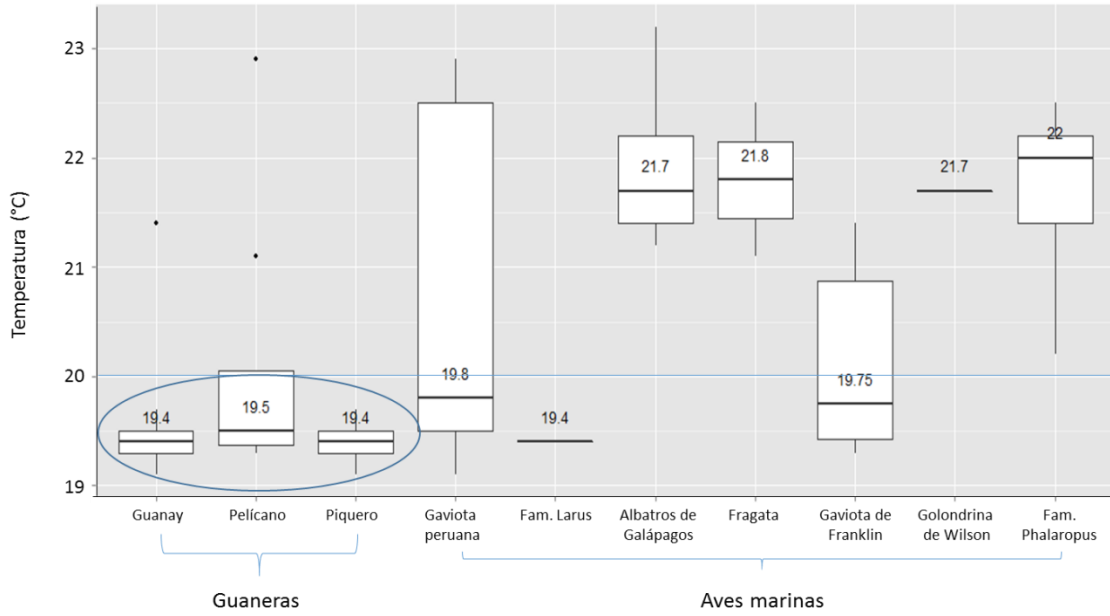


Figura 33. Presencia de aves guaneras en relación a la temperatura durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico PPR1510. Señalar la lancha y los días de monitoreo. Datos y procesamiento: IMARPE.

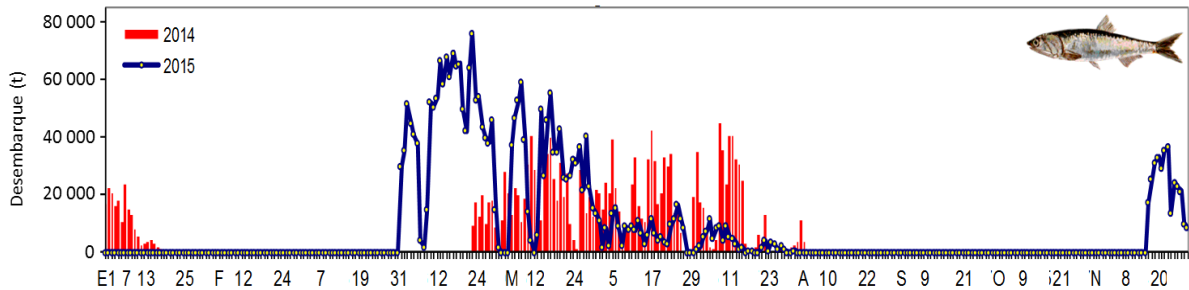


Figura 34. Desembarque diario de anchoveta (t) en la Región Norte – Centro de.I 01 de enero al 30 de noviembre 2015. Datos y Procesamiento: IMARPE.

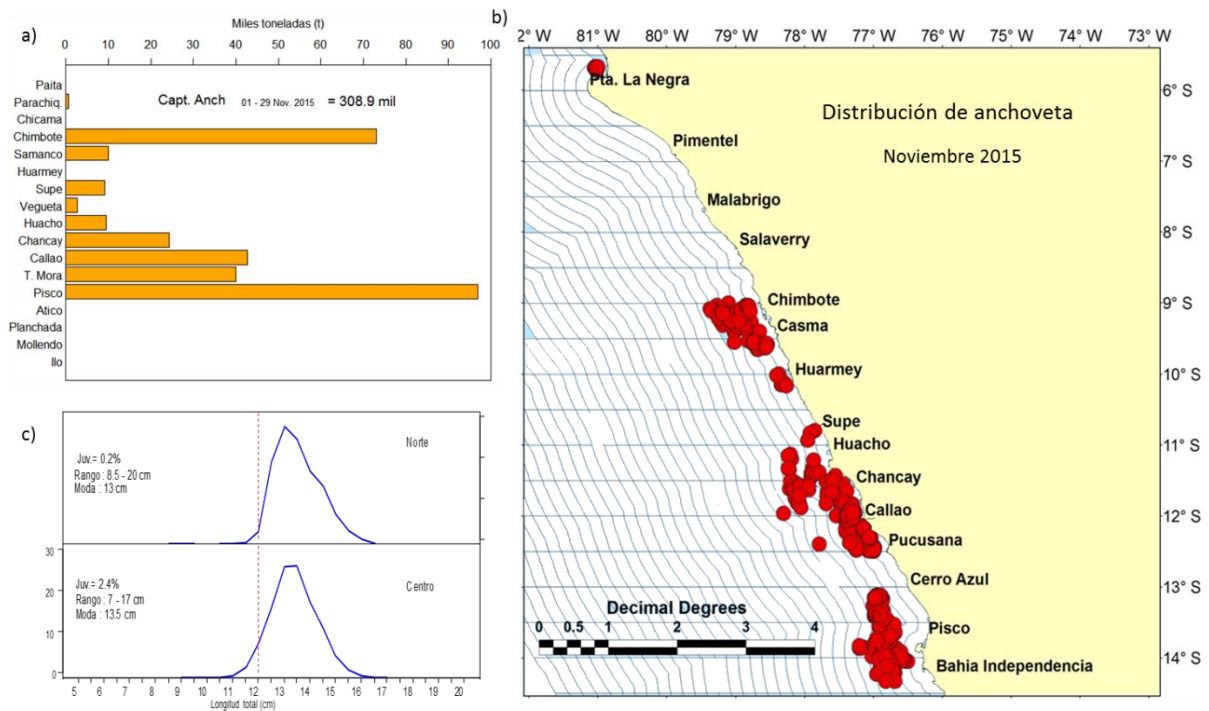


Figura 35. a) Desembarque mensual de anchoveta (t) según puertos de desembarque, b) Distribución de la anchoveta proveniente de la flota industrial y c) Estructura mensual de tallas anchoveta en la Región Norte – centro. Datos y procesamiento: IMARPE.

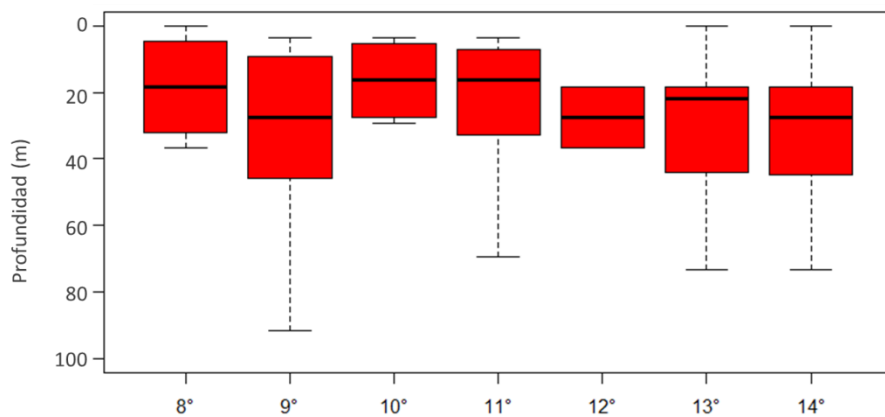


Figura 36. Profundidad (m) de los cardúmenes de anchoveta en la Región Norte – centro según grado latitudinal. Datos y procesamiento: IMARPE.

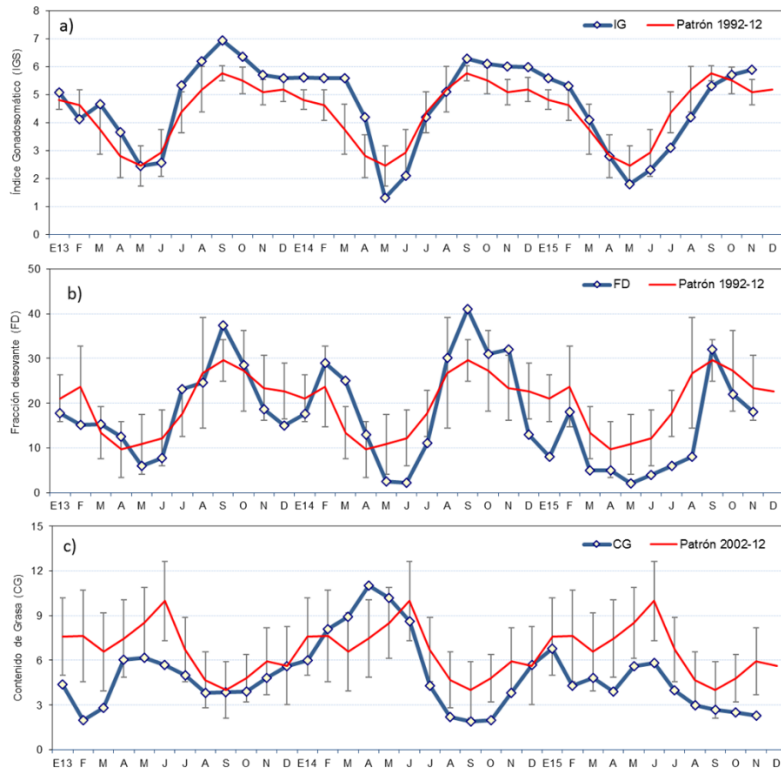


Figura 37. Indicadores reproductivos de la anchoveta: a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta de Enero 2013 a noviembre de 2015. Datos y procesamiento: IMARPE.

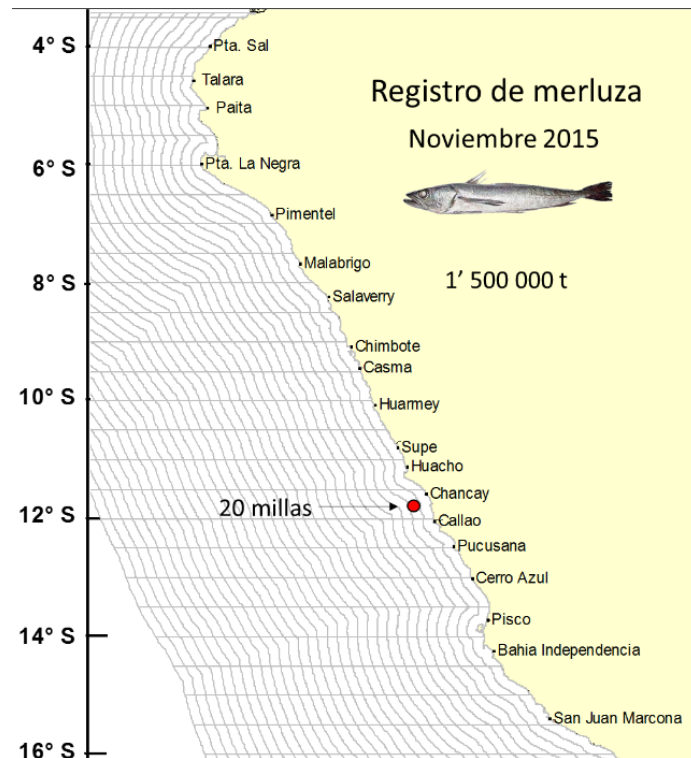


Figura 38. Presencia de merluza frente a Callao. Datos y procesamiento: IMARPE.



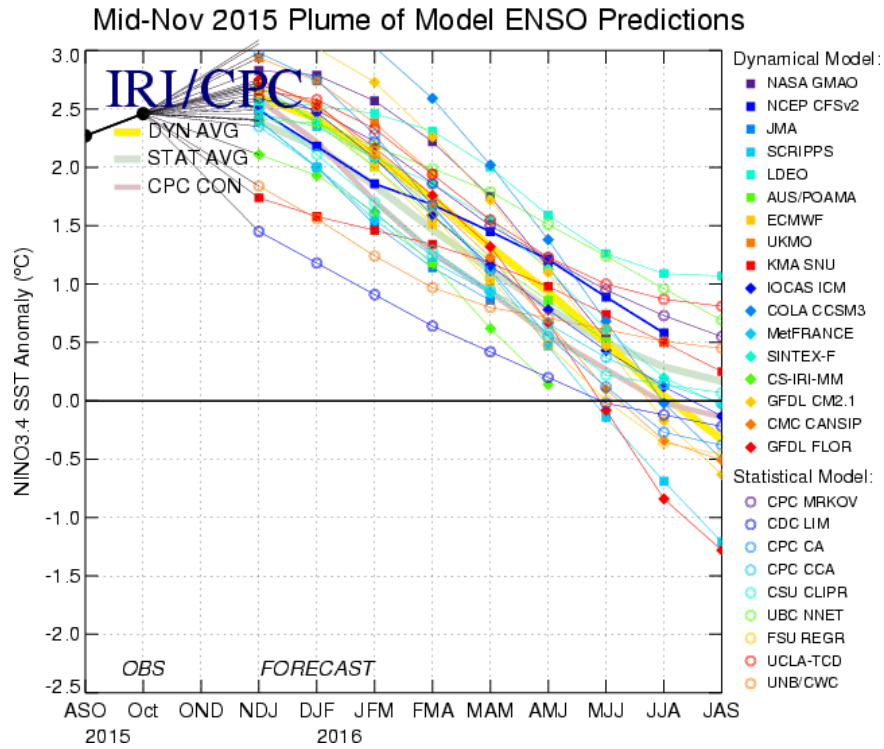


Figura 39. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Noviembre 2015.

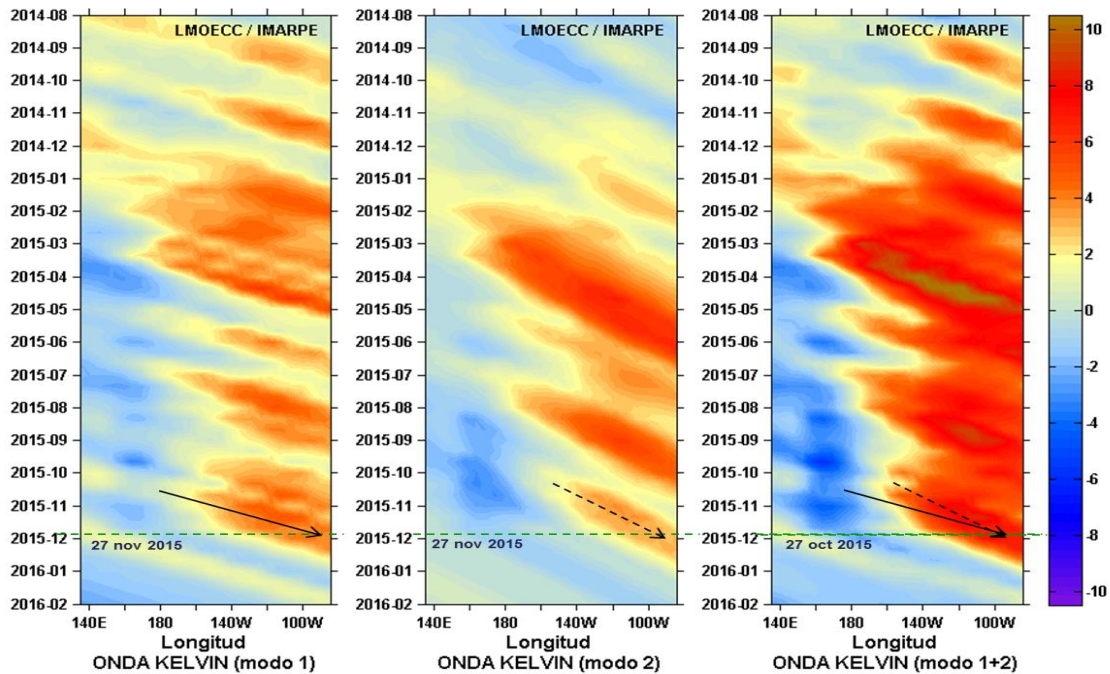


Figura 40. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Datos: vientos de NCEP para (a-c). Procesamiento: IMARPE.

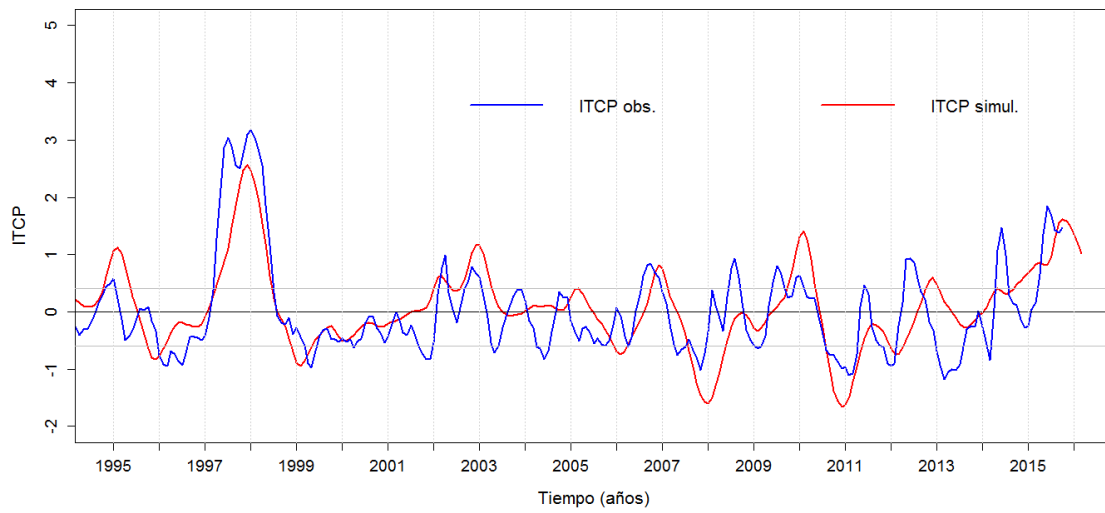


Figura 41. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Procesamiento: IMARPE