

# **Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

## **Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras Setiembre 2016**

### **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 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 82,5°W, 35°S con una intensidad máxima de ~1023 hPa, encontrándose desplazado al sureste de su posición habitual con una intensidad menor que su valor climatológico en ~1 hPa (Fig. 1 y 2a).

Asimismo, se observaron anomalías positivas alrededor de +2 hPa en el Pacífico Ecuatorial Central (155°W), así como condiciones normales de presión frente a la costa peruana central y norte y una anomalía negativa promedio de -1hPa frente a la costa sur (Fig. 2b).

##### **1.1.2 Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS)**

Para 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 2016 el IAPS presentó un valor de -1,2, manteniéndose ubicado en el rango neutro por séptimo mes consecutivo (Fig. 3). De acuerdo a la variación climatológica, se espera un incremento progresivo de la intensidad del APS durante el mes de octubre.

##### **1.1.3 Distribución de las anomalías del campo de vientos a nivel de 850 hPa, 200 hPa y Radiación en Onda Larga.**

Los vientos de niveles bajos a 850-hPa se presentaron neutrales (0-2 m/s) en el Océano Pacífico oriental, mientras que mar adentro frente a Sudamérica y en el Pacífico central ocurrieron núcleos de 2–4 m/s. Los vientos a nivel de 200 hPa mostraron anomalías del oeste al sur del ecuador. La radiación de onda larga presentó condiciones neutrales de  $\pm 10 \text{ W/m}^2$ , con excepción del Pacífico occidental, donde ocurrieron valores positivos de 10 a 30  $\text{W/m}^2$ , indicando subsidencia (Fig. 4).

La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, basada en información de ASCAT, varió entre -2,0 a -6,0 m/s en el área comprendida entre la línea de cambio de fecha (180°) y los 85°W, manteniendo la componente zonal del viento una dirección predominante de vientos del Este (dirigiéndose hacia el Oeste). En la zona ecuatorial entre los 120°E y 180°, la componente zonal del viento varió entre -1,0 a -3,0 m/s. Respecto a las anomalías de la componente zonal del viento ecuatorial se presentaron débiles anomalías del oeste en gran parte del Pacífico Ecuatorial (Fig. 5).

## **1.2. Aspectos oceanográficos**

### **1.2.1 Condiciones superficiales**

Durante setiembre 2016, predominaron condiciones cálidas leves (+0,5 a +1°C) en los sectores oriental y occidental del Pacífico, extendiéndose esta condición en el Hemisferio Norte. Núcleos con anomalías negativas de -0,5°C a -2°C ocurrieron en el Pacífico Central (Fig. 6).

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

En promedio, durante setiembre se mantuvieron las condiciones frías con anomalías predominantes de -1°C y con valores máximos de hasta -2°C en el Pacífico Central y Oriental. En promedio, el escenario de enfriamiento se ha fortalecido, ampliando su cobertura a todo el Pacífico Ecuatorial en los niveles sub-superficiales. El mayor enfriamiento se alcanzó al término del mes cuando con anomalías de hasta -4°C (Fig. 7).

### **1.2.3 Índices Climáticos de Macroescala**

Los índices climáticos de macro escala, como el Índice de El Niño Oceánico y el Índice Multivariado del ENOS, presentaron valores de -0,6°C y +0,175, indicando condiciones frías débiles en el primer caso. El índice ICEN y el índice LABCOS para este mes indicaron valores de +0,17 y +0,28 (condiciones neutras), respectivamente (Fig. 8).

Los diagramas Hovmöller de la Figura 9 indican condiciones neutras de la profundidad de la isoterma de 20°C y del contenido de calor para los primeros 300 m de profundidad al este de los 130°W.

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

### **2.1 Aspectos Meteorológicos**

En general, el viento en la zona costera frente a Perú presentó velocidades débiles a moderadas entre 3,0 a 6,0 m/s, a excepción de la primera semana de setiembre que se presentaron vientos fuertes (> 7,0 m/s), especialmente fuera de la costa central y sur, como consecuencia del fortalecimiento del APS (Fig. 10). Las anomalías del viento variaron entre -3,0 a +2,5 m/s, predominando anomalías negativas o condiciones neutras durante gran parte del mes de setiembre, tanto en la zona costera como oceánica (Fig. 11)

A 40 km frente y a lo largo de la franja costera peruana, se registraron vientos entre 2,0 y 8,0 m/s. Los vientos más fuertes (>7,0 m/s) se registraron entre los 14° y 16°S de latitud, mientras que los vientos más débiles (<3,0 m/s) se presentaron en la zona sur frente a Arequipa, Moquegua y Tacna. Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5°S, se registraron vientos de dirección Sur suroeste (SSW) y Suroeste (SW), entre 5°S y 15°S predominaron vientos del Sureste (SE), mientras que al sur de los 15°S se presentaron vientos de dirección Sur sureste (SSE) (Fig. 12). Predominaron anomalías negativas a condiciones neutras de la velocidad del viento costero, a excepción de los días entre el 01 y 05 de setiembre, en los cuales se presentaron anomalías positivas (>+2,0 m/s) en la zona sur entre los 13° y 22°S (Fig. 13)

Durante el mes de setiembre, el Índice de Afloramiento Costero (IAC) varió alrededor de 50 a 200 m<sup>3</sup>/s/100m; los valores más altos de IAC se presentaron frente a San José, Huanchaco, Chimbote y Pisco (Fig. 14).

## **2.2 Aspectos Oceanográficos**

### **2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar.**

El diagrama Hövmoller pentadal de la ANMM a 100 km frente a la costa peruana registró una propagación hacia el sur (hasta 13°S) de ligeras anomalías positivas a lo largo de la costa a principios del mes (Fig. 15).

Las series pentadales de ANMM para Galápagos, así como para la costa central y norte (05°-14°S) y sur (14°-18°S) entre los 0 y 100 km del litoral, exhibieron valores máximos al inicio del mes, para luego mostrar un descenso de las anomalías durante la primera quincena (Fig. 16). Los valores promedio de ANMM para las zonas norte y sur fluctuaron entre +4 cm a +8 cm para todo el mes, siendo la zona sur la que presentó mayores valores.

### **2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral.**

#### **Laboratorios Costeros**

La TSM presentó valores mensuales que variaron de entre 15,2°C (Ilo) a 26,8°C (Tumbes), mientras que la ATSM varió entre -0,1°C (Paita) a +1,7°C (Tumbes) (Tabla 1). Durante setiembre se registraron anomalías positivas en los Laboratorios de Costeros de Tumbes, Chicama, Huanchaco, Chimbote y Callao. Se presentaron anomalías positivas y negativas en los Laboratorios Costeros de Paita, San José, Huacho, Pisco e Ilo, registrándose en Paita anomalías predominantemente negativas, siendo el único punto con anomalía mensual negativa (Fig. 17).

### **2.2.3 Información satelital de TSM y ATSM.**

El mes empezó con condiciones normales, desarrollándose anomalías positivas en la zona costera a mediados de mes, tanto en cobertura como intensidad (+1°C a +2°C). Simultáneamente persistió un núcleo frío al norte de Paita. En los días posteriores las condiciones cálidas presentes en la zona costera (+1°C) se proyectaron mar adentro, observándose la desaparición del núcleo frío ubicado al norte de Paita. Los últimos días del mes se observó una predominancia de condiciones neutras con presencia de pequeños núcleos fríos (costa norte) y cálidos (costa centro-sur) (Fig. 18).

Las anomalías diarias de TSM (satelital) para la franja de ~0 a 50 millas náuticas adyacentes al litoral mostró condiciones similares al mes anterior, presentando al norte de 5°S condiciones predominantemente cálidas; entre 5°S y 7°S condiciones levemente frías, entre 7°S y 15°S predominancia de condiciones neutras, mientras que al sur de 15°S condiciones cálidas (Fig. 19).

Con el fin de caracterizar la variación interanual oceanográfica frente a la costa peruana se empleó el Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) (Quispe-CCalluari, et al 2016) 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) (Fig. 20). Durante el trimestre JAS 2016, El ITCP alcanzó un valor de +0,18 indicando una condición neutra en la franja costera frente al Perú, a diferencia del mes del trimestre JAS del 2015 que alcanzó un valor de +1,17 indicando una condición cálida asociada al evento El Niño 2015-2016.

## **2.2.4 Distribución Espacial de Salinidad Superficial del Mar (HYCOM)**

La información que provee el Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM), mostró que durante el mes de setiembre, en la zona norte, valores de salinidad  $<34,8$  ups se presentaron en una franja alrededor de la zona ecuatorial, con tendencia a desplazarse hacia las costas de Tumbes a mediados de mes (Fig. 21).

Las aguas de mezcla, se vieron expandidas hacia el sur por fuera de las 100 mn. También se expandieron hacia zonas oceánicas durante los últimos días de setiembre, generando frente a Paita una lengua que se extendió por fuera de las 200 mn. La zona central ubicada entre Pimentel y Pisco durante todo el mes presentó valores de salinidad propios de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS;  $S > 35,1$  ups), con aparición durante la segunda quincena, de valores que corresponden a aguas de mezcla en la zona costera de Huarmey. En zonas oceánicas frente a la costa central, las aguas de mayor salinidad ( $>35,7$  ups) se replegaron hacia el oeste (Fig. 21).

## **2.2.5 Condiciones oceanográficas físicas en la columna de agua.**

### **Sección Paita.**

En la sección de Paita (3 y 4 de octubre), la termoclina se ubicó sobre los 40 m de profundidad fuera de las 60 millas, mientras que la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  se localizó entre 100 m y 70 m de profundidad, más somera hacia la costa (Fig. 22a). Anomalías térmicas alrededor de  $-1,5^{\circ}\text{C}$  se localizaron en los primeros 50 m de profundidad hasta las 50 mn y anomalías menores a  $+0,5^{\circ}\text{C}$  se observaron entre la superficie y los 150 m de profundidad por fuera de las 80 mn (Fig. 22b).

La salinidad presentó valores en el rango de 34,8 a 35,0 ups sobre los 300 m de profundidad (Fig. 22c), distribuidos en forma normal para la época (Fig. 22d).

### **Sección Chicama**

Con respecto a la sección de Chicama (1 y 2 de octubre), la termoclina se presentó entre 70 y 20 metros de profundidad, estando más somera en la zona costera, mientras que la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  se localizó entre los 80 y 120 m de profundidad (Fig. 23a). La distribución térmica antes descrita ocasionó un núcleo con una anomalía térmica de alrededor de  $+2^{\circ}\text{C}$  ubicado a los 60 m de profundidad por fuera de las 80 mn frente a la costa (Fig. 23b).

La distribución de salinidad mostró la influencia de ASS, sobre los 80 m de profundidad por fuera de las 60 mn, llegando hasta 35,4 ups (Fig. 23c), dando lugar a anomalías de hasta  $+0,25$  ups sobre los 60 m de profundidad por fuera de las 80 mn (Figura 23d).

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

El monitoreo quincenal que se realiza en Puntos Fijos en cuatro zonas del mar peruano registró la continuación de la tendencia hacia el enfriamiento en la columna de agua aunque con persistencia de aguas de mezcla (AM) en Paita, Chicama y Callao y presencia de ACF en Ilo.

### **Punto Fijo Paita**

En la Estación Fija Paita (7 mn de la costa), se registraron temperaturas entre  $15^{\circ}\text{C}$  y  $16^{\circ}\text{C}$  sobre los 100 m de profundidad, con una profundización de la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  durante el mes (Fig. 24a).

A inicios del mes se registraron anomalías cercanas a cero (Fig. 24b), pero durante la segunda quincena del mes se registraron anomalías ligeramente positivas en toda la columna de agua (+1°C). La salinidad presentó valores entre 34,8 a 35,0 ups durante la primera quincena, mientras que a finales del mes se registró la influencia de las ASS (Fig. 24c).

#### **Punto Fijo Chicama**

En la Estación Fija Chicama (10 mn de la costa), se observó una distribución térmica homogénea, mostrando solo dos isotermas (15° y 16°C) en la capa de 0 a 100m de profundidad (Fig. 25a). La salinidad presentó valores alrededor de 35,0 ups, indicando la presencia de aguas de mezcla del afloramiento (ACF) con las aguas oceánicas (ASS) en los primeros 80 m de profundidad de la columna de agua, así como aguas del afloramiento por debajo de los 80 m de profundidad, asociadas a la isoterma de 15°C (Fig. 25b).

#### **Punto Fijo Callao**

En la Estación Fija Callao (8 mn de la costa), la temperatura mostró valores en el rango de 14° a 16°C sobre los 90 m de profundidad. Las isotermas mostraron una tendencia ascendente (Fig. 26a). Las anomalías de temperatura mostraron valores cercanos a cero en toda la columna de agua, pasando de anomalías ligeramente positivas a ligeramente negativas la última semana del mes (Fig. 26b). Asimismo, las aguas propias del afloramiento predominaron en la columna de agua en la mayor parte del mes (Fig. 26c).

#### **Punto Fijo Ilo**

En el Punto Fijo de Ilo, no se evidenció cambios en la estructura termohalina respecto al mes anterior, persistiendo ACF en toda la columna de agua, con valores de temperatura de 17°C en la superficie y de oxígeno de 5 mL/L al inicio y término del mes (Fig. 27).

### **2.2.7 Oxígeno, Fertilidad y Productividad**

#### **Distribución del Oxígeno disuelto en el agua de mar**

En las estaciones costeras fijas de Paita y Chicama el borde superior de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO, 0,5 mL.L-1) se presentó somera durante la primera semana de setiembre (~40 m), para luego profundizarse progresivamente hasta finales del mes hasta los 100 m (Fig. 24 y 25). En cambio, en la estación fija Callao se observó una superficialización de la ZMO hasta los 10 m de profundidad en la segunda quincena (Figura 26). En las secciones verticales realizadas a finales del mes de setiembre - comienzos de octubre, el límite superior de la ZMO se presentó a 150 m y a 70 m, frente a Paita y Chicama, respectivamente (Fig. 24 y 25).

En el Punto Fijo Paita las condiciones térmicas se encontraron cercanas a lo habitual a ligeramente frías, con el Limite Superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno bordeando los 40 m.

#### **Nutrientes**

En el Punto Fijo Paita las condiciones térmicas se encontraron cercanas a lo habitual a ligeramente frías, con el Limite Superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno bordeando los 40 m, evaluando la fertilidad del mar a través de los fosfatos se visualiza la isolínea de 2,0 µM sobre la capa de los 60 m, más profundo que el Punto Fijo Callao por una menor surgencia en la zona norte de Perú. Figura 28.

Evaluando la fertilidad del mar a través de los fosfatos se visualiza en el Punto Fijo Paita a la isolínea de  $2,0 \mu\text{M}$  sobre la capa de los 60 m, más profundo que el Punto Fijo Callao por una menor surgencia en la zona norte de Perú.

En lo que va del periodo 2015 – 2016, para finales del invierno 2016 los silicatos presentaron las mejores concentraciones de fertilidad en la zona costera frente a Paita, presentando valores de silicatos hasta de  $15,0 \mu\text{M}$  sobre los 5 m. Fig. 28

En el Punto Fijo Chicama se registró una mayor fertilidad hacia agosto y un ligero descenso de los fosfatos con la isolínea de  $2,0 \mu\text{M}$  que se profundiza entre los 20 m a 60 m, sobre la capa de los 60 m, más profundo que el Punto Fijo Callao por una menor surgencia en la zona norte de Perú. En septiembre se da una disminución de los fosfatos y silicatos, sobre la capa de mezcla de los 20 m, sin embargo, esta reducción de la fertilidad no presenta similitud a episodios entre 2015 – 2016. Fig. 29.

En el Punto Fijo Callao se puede evidenciar una intensificación de la surgencia costera con la isolínea de  $2,0 \mu\text{M}$  a los 100 m en inicios de agosto para ascender cerca de los 5 m en septiembre 2016 y la isolínea de  $2,5 \mu\text{M}$  de fosfatos bordeando los 20 m de profundidad, por la intensidad del afloramiento, sin embargo, comparado con septiembre 2015, el presente mes no alcanza los niveles del año. Figura 30.

En cuanto a los silicatos para finales de invierno 2016 se registraron valores habituales de  $10,0$  a  $15,0 \mu\text{M}$  en la capa de mezcla, situación diferente fue en septiembre del 2015. Fig. 30.

La distribución superficial de fosfatos entre agosto y septiembre 2016, muestra la zona de San Juan de Marcona, con procesos de afloramiento reciente, presentando valores de hasta  $2,0 \mu\text{M}$ , disminuyendo hacia la costa centro y norte de Perú por la presencia de Aguas de Mezcla ACF y ASS. Figura 31.

La distribución superficial de fosfatos entre agosto y septiembre 2016, muestra la zona de San Juan de Marcona, con procesos de afloramiento reciente, presentando valores de hasta  $2,0 \mu\text{M}$ , disminuyendo hacia la costa centro y norte de Perú por la presencia de Aguas de Mezcla ACF y ASS.

### **Clorofila-a**

Para el análisis de la clorofila-a superficial se utilizó información proveniente del satélite MODIS diaria con una resolución espacial de 4 km. Además, 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días.

Durante el mes de setiembre, las anomalías de clorofila-a se han mantenido positivas ( $\sim +3,5 \text{ mg}/\text{m}^3$  en promedio), presentando un máximo de anomalía positiva promedio en la segunda semana ( $\sim +5 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) cabe resaltar que setiembre 2016 ha presentado las mayores anomalías positivas de los últimos tres años analizados (Fig.32).

Espacialmente las mayores anomalías positivas durante las primeras semanas se han observado a los  $5^\circ\text{S}$  y entre los  $13^\circ\text{S}$ - $16^\circ\text{S}$  ( $> +9 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) (Fig. 33), sin embargo a pesar de que las últimas semanas se obtienen anomalías positivas entre los  $9^\circ\text{S}$ - $13^\circ\text{S}$  la presencia de nubes nos dificulta obtener un promedio robusto. Además, para el mes de setiembre en promedio la zona centro fue más productiva que la zona central y mantuvo concentraciones altas de clorofila-a dentro y fuera de la costa ( $\sim 12 \text{ mg}/\text{m}^3$ , Fig. 34); sin embargo en las primeras semanas del mes en la zona norte se presentaron altas concentraciones de clorofila-a ( $\sim 12 \text{ mg}/\text{m}^3$ , Fig. 35).

La clorofila-a superficial (satelital) presentó una distribución similar al mes de agosto, aunque con concentraciones mayores, siendo la zona frente a Pisco la más productiva (Fig. 36b). En general las anomalías de clorofila-a se han mantenido positivas (~+3,5 mg/m<sup>3</sup> en promedio), presentando un máximo de anomalía positiva en la segunda semana (~+5 mg/m<sup>3</sup>), cabe resaltar que el mes de setiembre presenta las mayores anomalías positivas de clorofila-a de los últimos tres años (Fig. 36c).

La clorofila-a corregida por feopigmentos en el Punto Fijo Chicama, muestra una recuperación de la productividad a finales del invierno 2016, para la columna de agua sobre los 100 m, comparando con el invierno 2015, se puede visualizar un ecosistema de menor productividad para el 2016. Figura 37.

## 2.2.8 Indicadores Biológicos del Plancton

### Perfil Paita

Frente a Paita, también se determinó a *P. obtusum* organismo indicador de ACF dentro de las 40 mn asociado a TSM que fluctuaron entre 16,9° y 18,7 °C. Además, fue registrado *Ceratium praelongum* indicador de ASS que se distribuyó entre las 80 y 100 mn relacionado a TSM de 17,9°C (Fig. 38).

Se apreció predominancia de la comunidad de fitoplancton resaltando diatomeas de afloramiento costero como *Lithodesmium undulatum*, *Detonula pumila* y *Chaetoceros affinis* que obtuvieron abundancias relativas de “Muy Abundante” y “Abundante”.

Frente al Perfil Paita se determinó a los copépodos *C. brachiatus* y *Eucalanus inermis* especies asociadas a ACF localizados en toda el área evaluada, el copépodo *Calocalanus pavo* indicador de ASS se ubicó por fuera de las 80 mn de la costa (Fig. 39).

Al nivel del ictioplancton se registró la presencia de huevos y larvas de anchoveta, los primeros estadios localizado a 60 mn, mientras que los segundos estuvieron entre las 60 y 80 mn de la costa.

### Perfil Chicama

Frente al perfil Chicama se registró sólo al dinoflagelado *Protoberidinium obtusum* especie indicadora de ACF dentro de las 45 mn relacionado a TSM entre 16,9 y 18,7 °C (Fig. 40). Así mismo, sobresalió diatomeas de alta tasa de reproducción como *Chaetoceros curvisetus*, *Lauderia annulata* y *Detonula pumila*. que se caracterizaron por presentar abundancias relativas de “Abundante”.

Tanto en Chicama como en Paita se registraron a dinoflagelados de distribución cosmopolita entre los que destacaron *Protoberidinium depressum*, *Ceratium tripos*, *C. furca* y *C. fusus*.

Frente a Chicama se determinó al copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF, localizado dentro de las 14 mn, en tanto que el copépodo *Oncaea conifera* indicador de ASS se localizó por fuera de las 14 mn (Fig. 41).

Así mismo se observó la presencia de organismos gelatinosos, principalmente la medusa *Liriope tetraphylla*, el ctenophoro *Hormiphora plumosa*, el heterópodo *Firoloida desmaresti* y los tunicados *Doliolum* sp. y *Salpa* sp. localizados por fuera de las 14 mn y alcanzando una distribución máxima de 100 mn, la presencia de estas especies estaría asociada a las ASS.

A nivel del ictioplancton superficialmente no se determinó la presencia de huevos y larvas de “anchoveta”, en tanto que larvas de *Vinciguerria lucetia* fueron determinados por fuera de las 45 mn de la costa.

### **Punto Fijo Chicama**

En Chicama, el volumen de plancton presentó valores de 5,01 mL.m<sup>-3</sup> (14/09/16) y 0,11 mL.m<sup>-3</sup> (30/09/16). Se determinó al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum* especie indicadora de ACF relacionado a TSM de 16,3 y 17,2 °C los días 14 y 30 de setiembre del año en curso, respectivamente (Fig. 42).

Por otro lado, el fitoplancton presentó una predominancia del 99% (14/09/16) a diferencia de finales del mes que alcanzó el 3% (30/09/16) y en donde la abundancia estuvo representada por el microzooplancton.

Dentro de los componentes del fitoplancton, sobresalieron las diatomeas de afloramiento de la sucesión como *Skeletonema costatum*, *Lithodesmium undulatum* y *Detonula pumila* que alcanzaron abundancias relativas de “Muy Abundante” y “Abundante”. De los dinoflagelados, se registró aquellos de distribución cosmopolita siendo frecuentes *Ceratium tripos*, *C. dens*, *C. furca*, *Protoperidinium conicum* y *P. depressum*.

### **Punto Fijo Callao**

En Callao, el volumen de plancton presentó valores de 0,91 mL.m<sup>-3</sup> (01/09/16) y 1,57 mL.m<sup>-3</sup> (19/09/16). Durante este setiembre se continuó registrando al indicador de ACF, *P. obtusum* asociado a TSM de 16,4 °C (Fig. 43). La comunidad de fitoplancton presentó una predominancia del 95% representado por las diatomeas centrales *Coscinodiscus perforatus*, *Chaetoceros lorenzianus* y *Thalassiosira angulata* que obtuvieron abundancias relativas de “Muy Abundante”.

En esta oportunidad, del grupo de los dinoflagelados se presentaron aquellos de distribución cosmopolita.

Frente a Callao los bio-volúmenes de zooplancton presentaron valores de 1,78 mL/100m<sup>3</sup> (01 de setiembre) y 33,30 mL/100m<sup>3</sup> (19 de setiembre). Se determinó al copépodo *C. brachiatus* especie indicadora de Aguas Costeras Frías con valores 2173 y 1535 Ind./100m<sup>3</sup>, determinados el 01 y 19 de setiembre, respectivamente. El 01 de setiembre se registró al copépodo *Mecynocera clausi* especie asociada a Aguas Subtropicales Superficiales con valor de 1 Ind./100m<sup>3</sup> (Fig. 44). A nivel del ictioplancton se determinó huevos y larvas de anchoveta con valor 43835 huevos/100m<sup>3</sup> y 65308 huevos/100m<sup>3</sup> y valores de 10 y 1 larvas/100m<sup>3</sup>, en los días 01 y 19 de setiembre, respectivamente, indicando un desove costero de la especie

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

### **3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras. Seguimiento de las pesquerías**

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 enero al 28 de setiembre ascendió a 1 404 415 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 93,6%. Durante el presente mes ascendieron los desembarques de caballa que alcanzó el 5,0%, seguido de la samasa con 1,3% (Tabla 2).

Mediante la R.M. N° 275-2016-PRODUCE se dio por finalizada la Primera Temporada de pesca de anchoveta en la Zona Norte - Centro del Mar Peruano el día 27 de julio con 869 154 t correspondiente al 48,3% del Límite Máximo del Total de la Captura Permisible (LMTCP) establecido en 1,8 millones de t.

Mediante la RM 242-2016-PRODUCE, se autorizó la segunda temporada de pesca 2016 de anchoveta en la región Sur, durante el periodo 07 de julio al 31 de diciembre del 2016, estableciendo un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 382 mil t.

Al 28 de setiembre la flota artesanal dirigida a la extracción de anchoveta para el Consumo Humano Directo (CHD), desembarcó un total de 1 240 t. Las capturas se concentraron dentro de las 10 millas náuticas frente a Pisco (13°S) con el 75% y a Chimbote (9°S) con el 23%.

La anchoveta presentó una estructura de tallas principalmente adulta, con rango de tallas entre 7,5 y 17,5 cm de longitud total (LT) y moda en entre 13,5 y 14,0 cm de LT, con porcentaje de juveniles alrededor del 2% (Fig. 45).

En la primera quincena de setiembre, los indicadores reproductivos, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD), de la anchoveta en el stock Norte - Centro mostraron valores por encima de su patrón, evidenciando que el recurso se encuentra en el pico de su periodo reproductivo de invierno - primavera. El índice de atresia (IA) presentó valores menores al 1% y en forma similar el Contenido Graso (CG) presentó valores menores a 5% evidencia que el recurso está realizando un gasto energético por el proceso de maduración gonadal y desove (Fig. 46).

En setiembre, la caballa presentó un desembarque diario promedio de 400 t, 73% menor a lo registrado en agosto. Sin embargo la estructura por talla sigue siendo juvenil, con porcentaje de ejemplares menores a 29 cm de longitud a la horquilla (LH) alrededor del 82% (Fig. 47). La distribución del presente recurso se observó entre Punta La Negra (5°S) y Huarmey (10°S) alcanzó las 110 mn (Fig. 47).

Con información del Programa Bitácoras de Pesca (PBP) y de Seguimiento de la Pesquería Pelágica aún se registró la presencia de especies indicadoras de aguas cálidas y de mayor salinidad (ASS) como *Scomber japonicus* "caballa", *Sarda sarda chiliensis* "bonito" y *Decapterus macrosoma* "jurel fino". Sin embargo, debido al proceso de normalización de las condiciones oceanográficas también se observó al invertebrado *Doryteuthis amerigo gahi* "calamar" indicadora de aguas frías (Fig. 48).

### **3.2 Seguimiento de la pesquería artesanal**

#### **Desembarque de invertebrados marinos en el litoral peruano durante enero - setiembre 2016**

Durante enero – setiembre del 2016 (preliminar) el desembarque acumulados de todas las especies fue de 83 827,5 toneladas. El número total de especies fue de 55 especies, de las cuales 13 representaron el 99%; *Dosidicus gigas* (84,0%), *Argopecten purpuratus* (4,9%), *Aulacomya atra* (2,4%), *Doryteuthis gahi* (2,1%), *Octopus mimus* (1,3%), *Thaisella chocolata* (1,2%), *Romaleon polyodon* (0,6%), *Bursa ventricosa* (0,36), *Loxechinus albus* (0,6%), *Gari solida* (0,5%), *Patallus mollis* (0,3%), *Farfantepenaeus californiensis* (0,3%) y *Tagelus dombeii* (Fig. 49).

Los desembarques se registraron en 54 caletas y/o puertos, siendo los de mayor volumen porcentual Paita (34,4%), Matarani (9,4%), Ilo (9,4%), Atico (7,2%), Atico (7,2%), Parachique (5,6%), Chimbote (4,5%), La Planchada (3,9%), Quilca (3,8%), Yacila (3,1%), Morro Sama (3,1%), Puerto Rico (2,9%), Laguna Grande (2,1%), Los Chimus (1,5%) y San Juan de Marcona (1,4%).Fig. 49.

#### **4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO 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 2016, las anomalías de las temperaturas superficiales del mar en el océano Pacífico Tropical presentaron valores cercanos a  $-0,5^{\circ}$ , próximo al umbral de una condición La Niña débil, sin embargo las principales variables atmosféricas presentaron condiciones neutras del ENOS. Según las agencias internacionales (IRI, setiembre 2016), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican que la temperatura superficial del mar es más probable que se encuentre alrededor del umbral entre una condición neutra y una condición La Niña débil durante la primavera austral, y luego se debilitaría hacia una condición neutra durante el verano austral en el Pacífico Tropical Central (Fig. 50).

##### **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 (Fig. 51).

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 30 de setiembre 2016 se realiza sin el forzante de vientos. Según la simulación de la propagación de las OKE a lo largo del Pacífico Ecuatorial, una onda Kelvin fría (modo 1) alcanzaría las costas de Sudamérica en octubre 2016. Por otro lado, otra onda Kelvin fría (modo 2) llegaría frente a las costas de Sudamérica en noviembre 2016.

##### **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 (Dewitte et al. 2002, Gushchina et al. 2000), indican para el ITCP condiciones neutras entre octubre 2016 y enero 2017 (Fig. 52). El modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro et al., en prep.) pronostican para el ITCP condiciones neutras entre octubre 2016 y enero 2017 (Fig.53).

#### **5. CONCLUSIONES**

- En setiembre de 2016 las condiciones océano-atmósfera para el océano Pacífico ecuatorial y oriental fueron neutras.

- Se observaron anomalías positivas alrededor de +2 hPa en el Pacífico Ecuatorial Central (155°W), así como condiciones normales de presión frente a la costa peruana central y norte y una anomalía negativa promedio de -1hPa frente a la costa sur.
- La velocidad del viento costero exhibió condiciones normales a débiles en gran parte del litoral, a excepción de inicios de mes, en el cual se presentaron anomalías positivas (>+2,0 m/s) entre los 13°S y 22°S.
- Se registró la propagación de anomalías positivas del nivel medio del mar (ANMM) de norte a sur a inicios del mes.
- La temperatura superficial del mar en la zona litoral mostró el predominio de condiciones neutras. Asimismo, los índices LABCOS, ITCP e ICEN mostraron valores de una condición neutra durante el trimestre de Julio-Agosto-Setiembre 2016.
- A finales del invierno 2016 los fosfatos en la superficie del mar de la zona central y norte de Perú estuvieron entre 1,0 a 1,5  $\mu\text{M}$ , incrementándose al sur de Callao.
- En septiembre 2016 la clorofila-a presentó zonas mesotróficas importantes con valores 10,0  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  frente a Paita, Chicama, Callao y Pisco.
- En general las anomalías de clorofila-a se han mantenido positivas ( $\sim+3,5$   $\text{mg}/\text{m}^3$  en promedio), cabe resaltar que el mes de setiembre presenta las mayores anomalías positivas de clorofila-a de los últimos tres años.
- Se ubicó al copépodo *Centropages brachiatus* dentro de las 14 mn de Chicama y 100 mn de Paita, y al copépodo *Eucalanus inermis* (dentro de las 100 mn de Paita) especies asociadas a ACF. Los copépodos *Oncaea conífera* y *Calocalanus pavo* asociados a las ASS se localizaron por fuera de las 14 y 100 mn de Chicama y Paita respectivamente.
- La estructura de tallas de anchoveta, dentro de las 10 mn, fue principalmente adulta, con un porcentaje de juveniles alrededor del 2%. Los indicadores reproductivos de la anchoveta de la región Norte – Centro mostraron que la anchoveta se encuentra en su pico de desove principal de invierno - primavera.
- Se registraron especies indicadoras de aguas cálidas como la caballa, jurel fino y bonito a 60 mn frente a Pimentel y Malabrigo, así como especies de aguas frías como el calamar a 40 mn frente a Malabrigo.
- Los pronósticos del ITCP indican condiciones neutras entre octubre 2016 y enero 2017
- El modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) pronostican para el ITCP también condiciones neutras entre octubre 2016 y enero 2017.

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM de Laboratorios costeros – setiembre 2016

Estación	T mensual, °C	ΔT mensual, °C
Tumbes	26,78	+1,68
Paita	16,51	-0,09
San José	19,02	+0,12
Chicama	16,60	+0,70
Huanchaco	16,52	+0,62
Chimbote	18,83	+0,43
Huacho	15,56	+0,16
Callao	15,40	+0,30
Pisco	19,55	+0,75
Ilo	15,24	+0,34

Tabla 2. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero – 28 setiembre 2016). Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Región		Año Calendario (01 Ene. al 28 Set. 2016)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	301 426	631 857	933 283	176 081	1109 365	78.99
	FI Madera	110 966	87 636	198 602	6 386	204 988	14.60
<b>Sub-total</b>		412 392	719 493	1131 885	182 468	1314 353	93.59
<b>%</b>		31.38	54.74	86.12	13.88	100.00	
<b>Sardina</b>		0	0	0	0	0	0.00
<b>Jurel</b>		0	0	0	0	0	0.00
<b>Caballa</b>		27 826	41 644	69 470	55	69 525	4.95
<b>Samasa</b>		17 996	270	18 265	0	18 265	1.30
<b>*Otros</b>		138	2 077	2 215	57	2 272	0.16
<b>Total</b>		458 351	763 484	1221 835	182 580	1404 415	100.00
<b>%</b>		32.64	54.36	87.00	13.00	100.00	

## Figuras

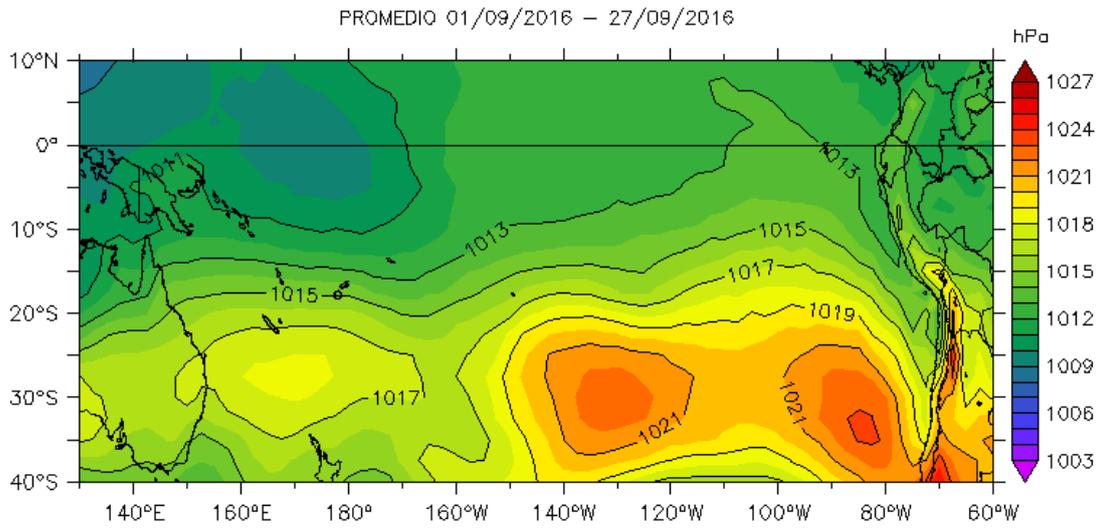


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-27 septiembre 2016, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

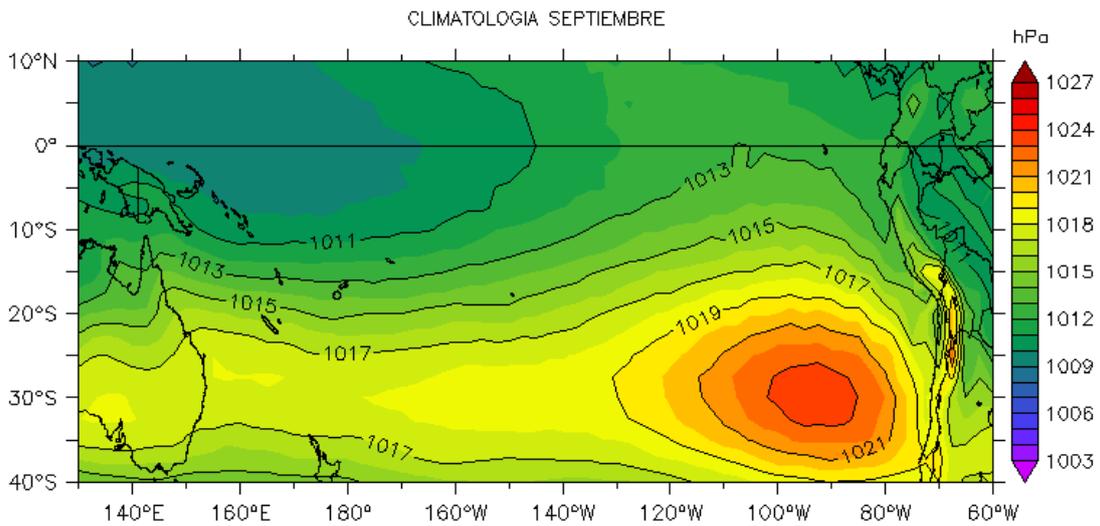


Figura 2a. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología septiembre. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

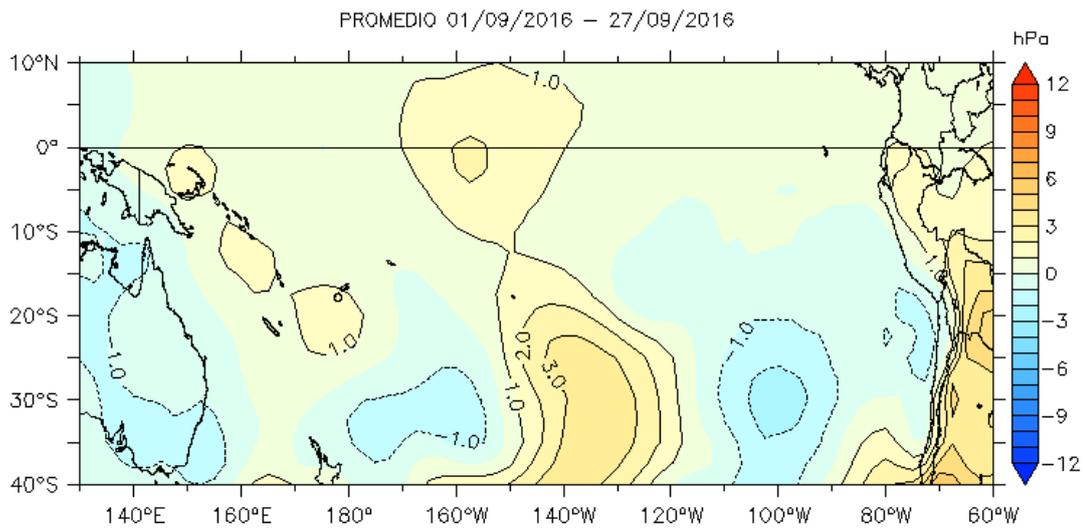


Figura 2b. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-27 septiembre 2016. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

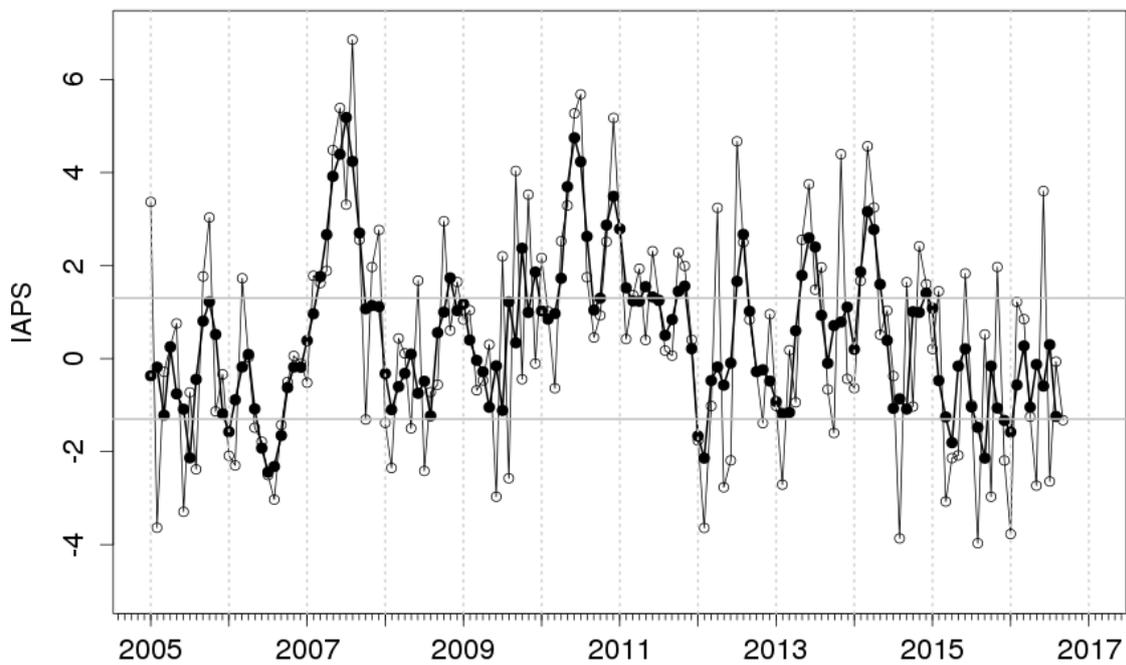


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre JAS 2016. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

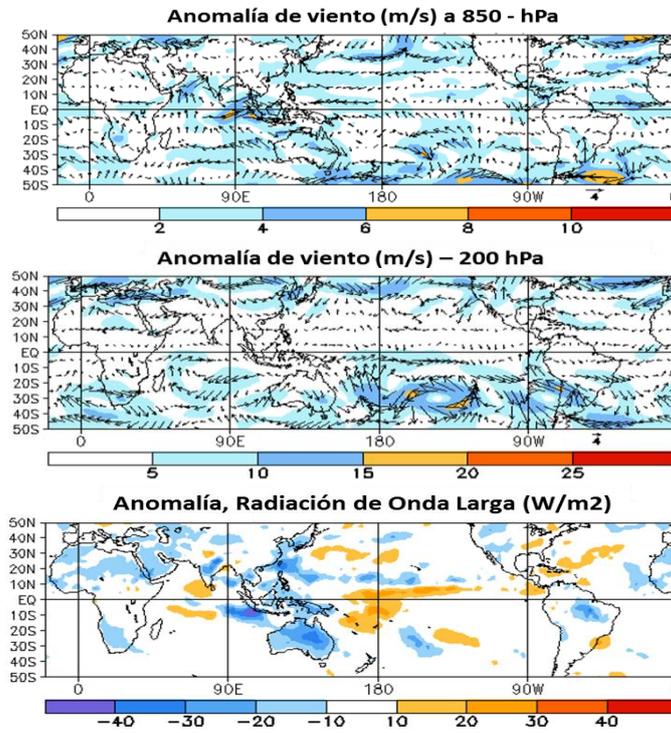


Figura 4. Distribución espacial de las anomalías del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel central) en Setiembre de 2016. Adaptado del CDB/NOAA. En el panel inferior se aprecia las anomalías de la Radiación de Onda Larga (W/m<sup>2</sup>) en Setiembre de 2016; adaptado del CDB/NOAA.

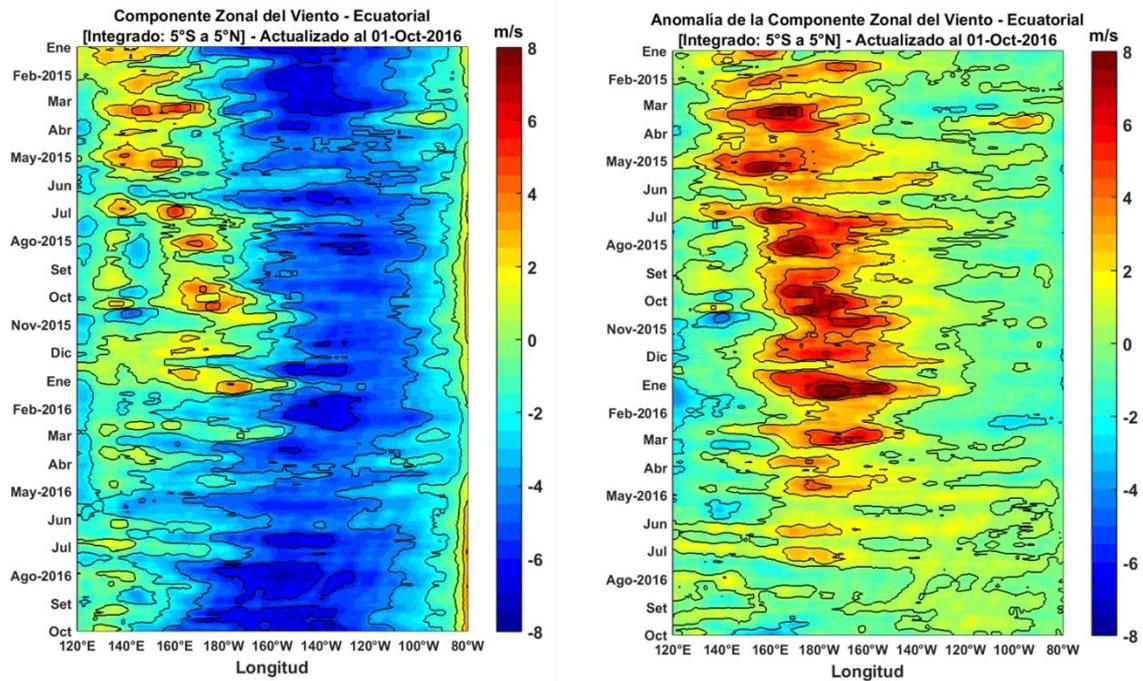


Figura N° 5: Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalía de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/10/2016.

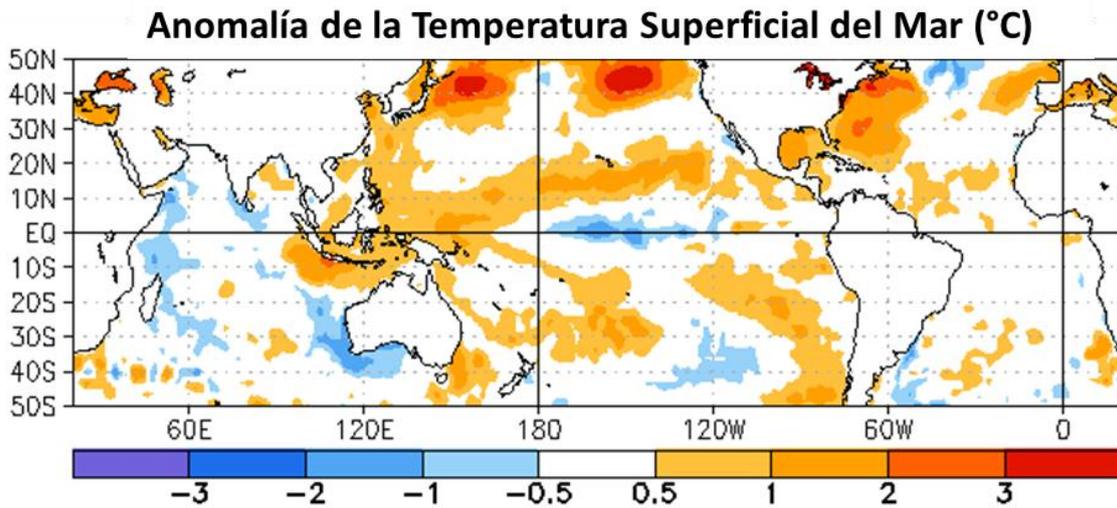


Figura 6. Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en Setiembre 2016. Adaptado de CDB/NOAA.

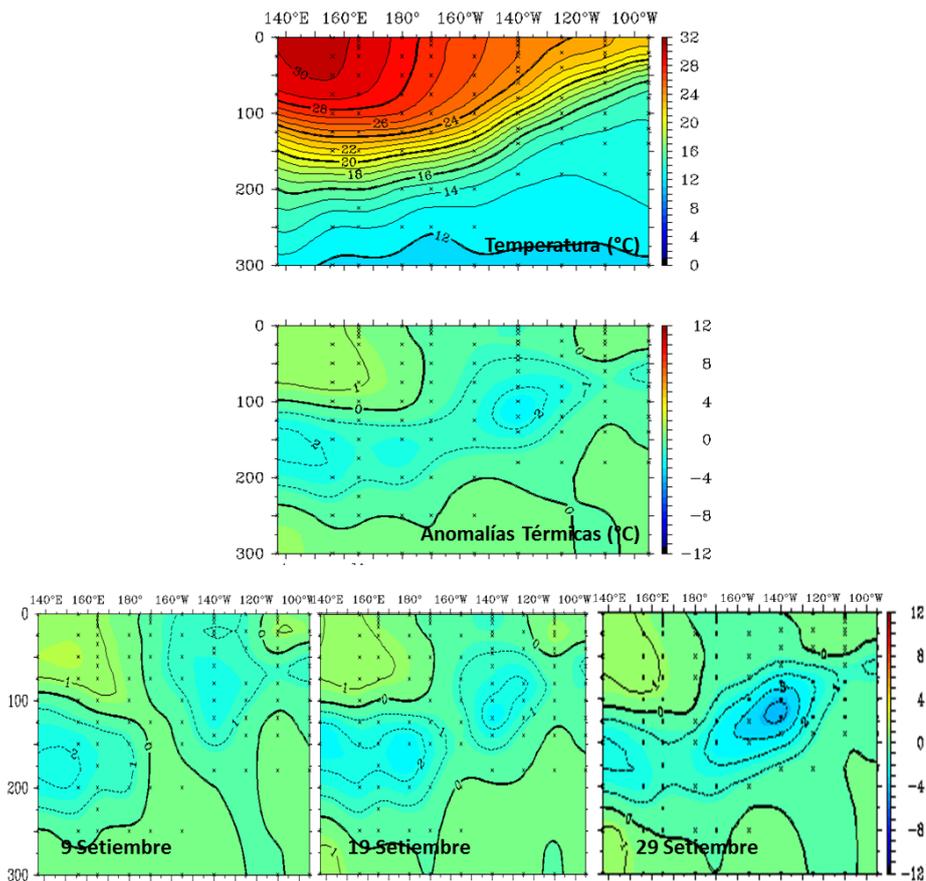


Figura 7. Estructura promedio mensual de: temperatura del agua de mar (°C) y las anomalías (panel superior) para los primeros 300 m superiores del océano Pacífico entre 2°N y 2°S en Setiembre de 2016. En el panel inferior se aprecian las secciones promedio de 5 días entre 2°S y 2°N centrados los días 9, 19 y 29 de Setiembre 2016. Los gráficos se han adaptado de TAO Project Office/PMEL/NOAA.

	NINO 1+2	NINO 3.4	ONI	MEI	ICEN	LABCOS
Enero	26.21	28.95	2.2	2.202	1.77	1.81
Febrero	27.29	28.9	2	2.121	1.49	1.63
Marzo	27.54	28.86	1.6	1.96	1.07	1.54
Abril	25.98	28.96	1.1	2.07	0.77	1.23
Mayo	25.05	28.6	0.6	1.699	0.54	0.83
Junio	23.72	27.82	0.1	1.001	0.43	0.54
Julio	22.4	26.99	-0.3	0.312	0.29	0.4
Agosto	21.39	26.39	-0.6	0.175	0.17	0.28
Setiembre	21.19	26.2	-0.7	-0.101	0.14	0.33
Octubre	21.45	26.03	-0.8	-0.379		0.25

Figura 8. Índices climáticos de macroescala, regionales y locales: Regiones Niño, Índice El Niño Oceánico, Índice Multivariado ENOS, Índice Costero El Niño (ICEN) e Índice LABCOS para el año 2016.

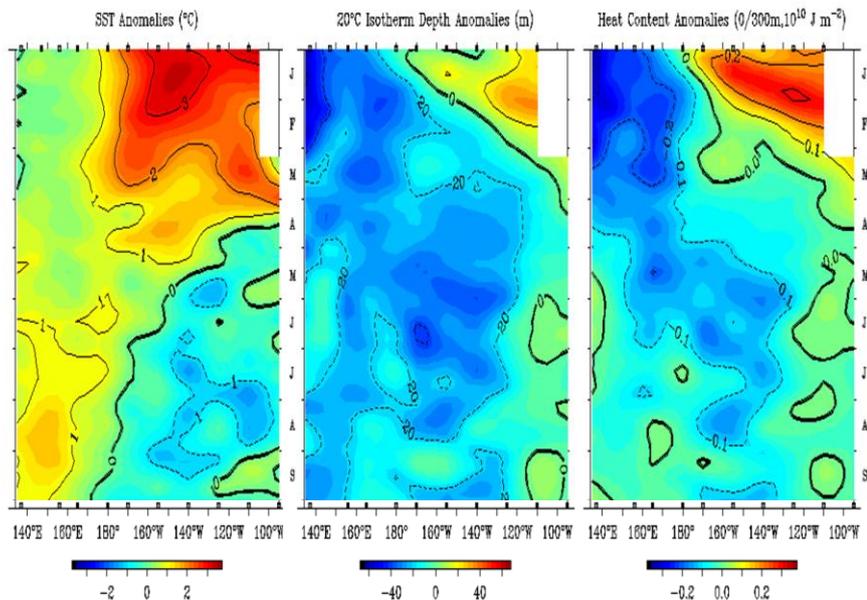


Figura 9. Evolución de las variaciones promedio de: a) Anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  (m), y c) Anomalías del contenido de calor ( $0/300\text{m}$ ,  $10^{10} \text{ J m}^{-2}$ ) entre  $2^{\circ}\text{S}$  y  $2^{\circ}\text{N}$  cada 5 días de enero a setiembre 2016.

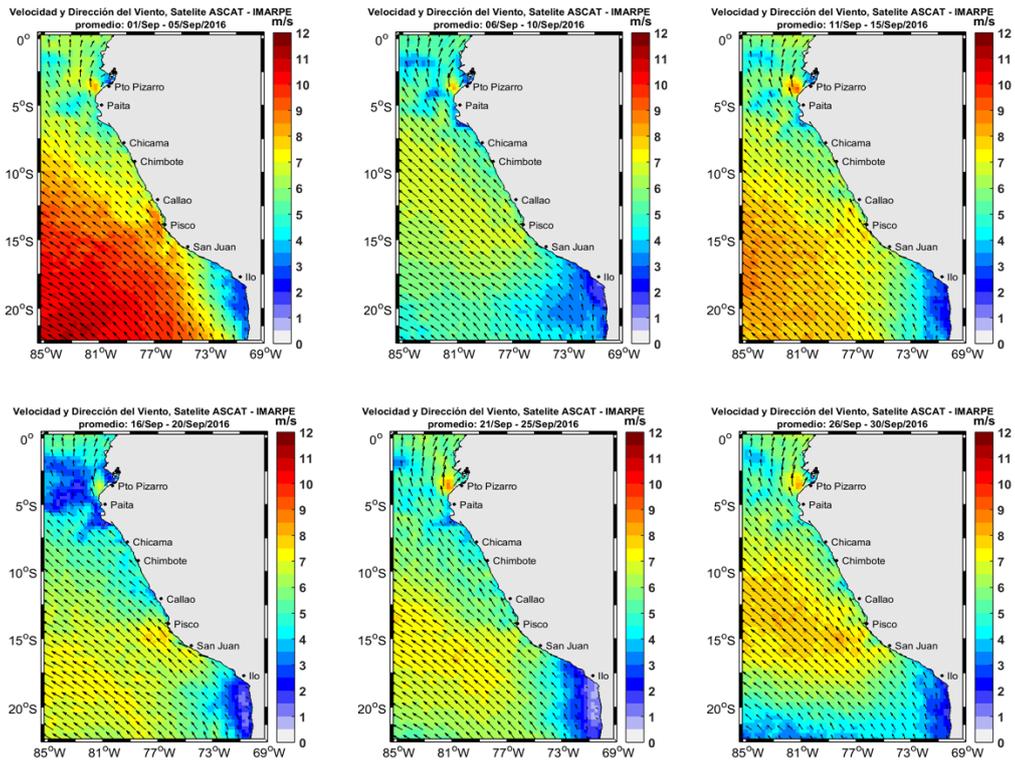


Figura N° 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de setiembre del 2016 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/10/2016.

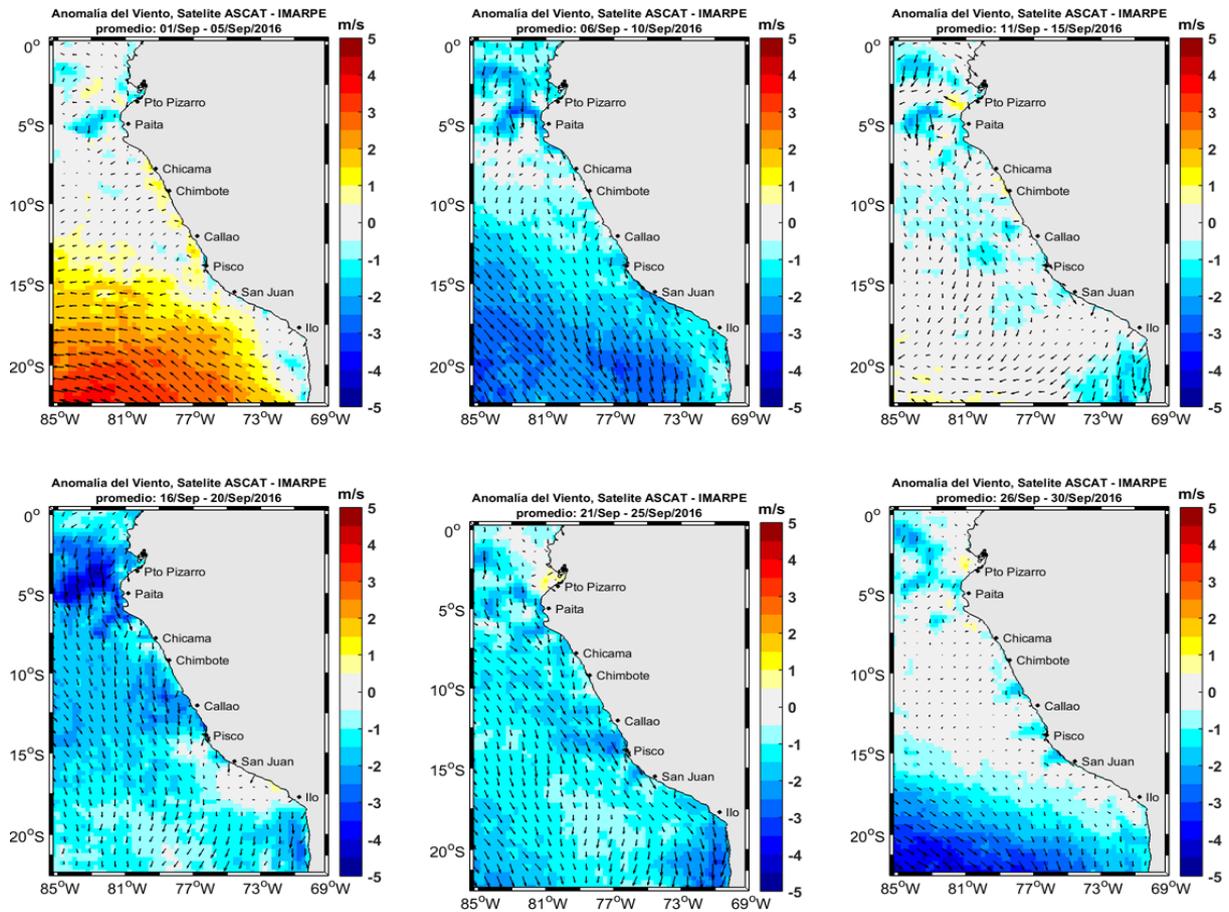


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de setiembre del 2016 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/10/2016.

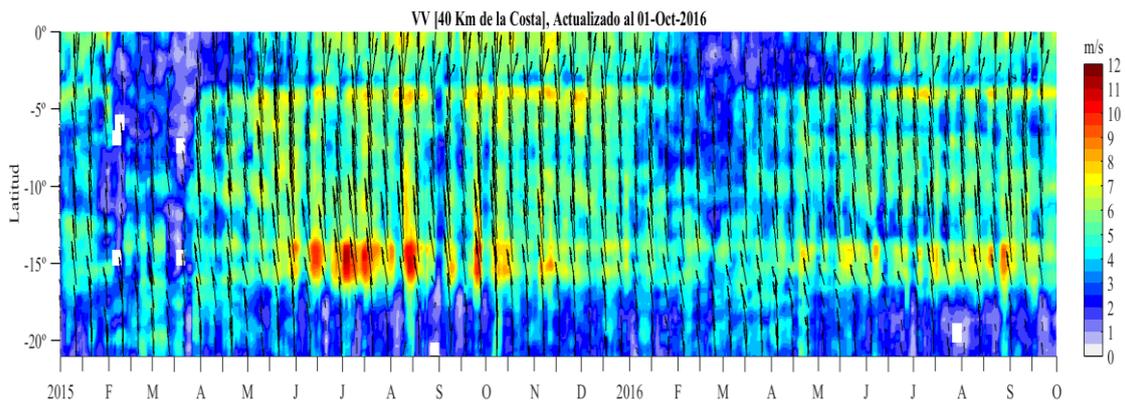


Figura N° 12: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, desde enero 2015 a setiembre 2016 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/10/2016

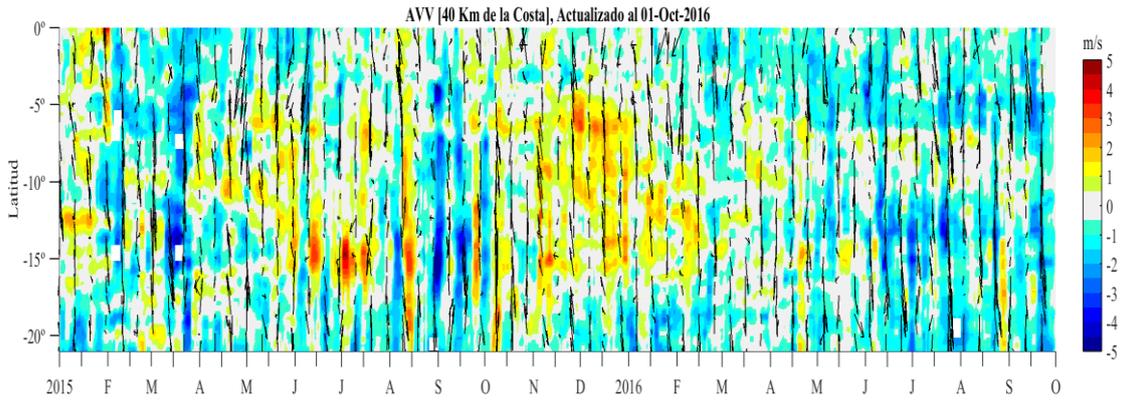


Figura N° 13: Diagrama Hovmöller de la Anomalía del Viento a lo largo de la costa peruana, desde enero 2015 hasta setiembre 2016 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/10/2016.

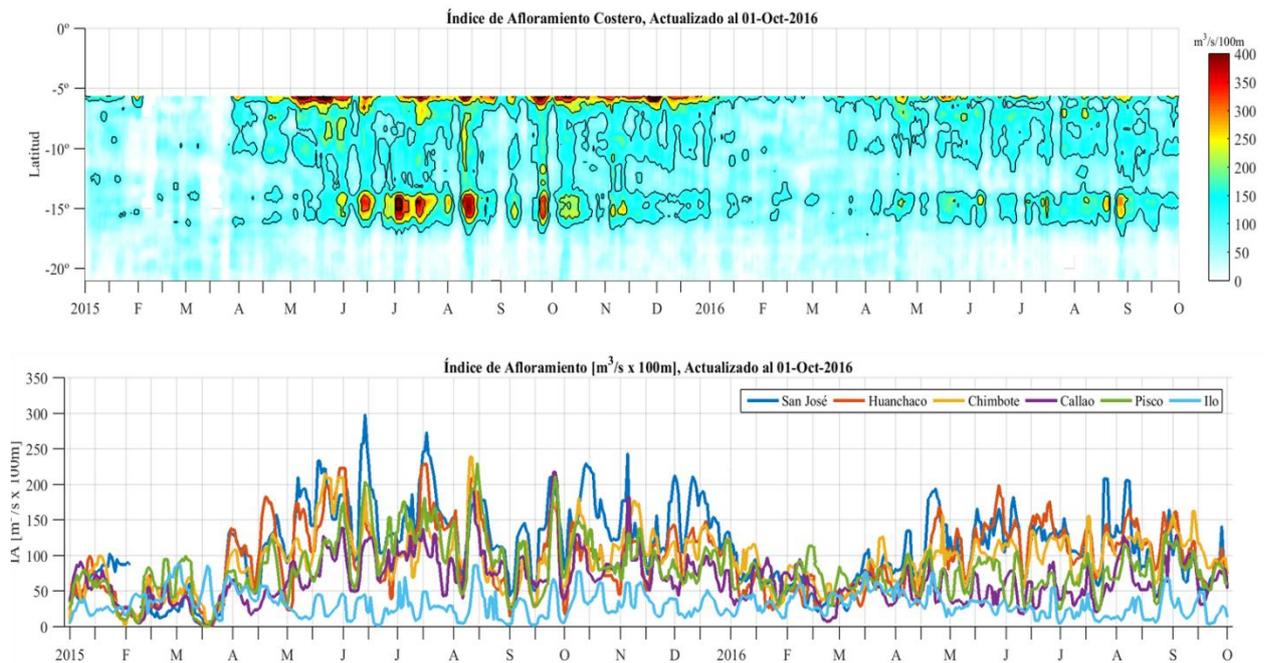


Figura N° 14: Diagrama de Hovmöller y series de tiempo de Índice de Afloramiento Costero ( $m^3/s \times 100m$ ), Calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 01/10/2016.

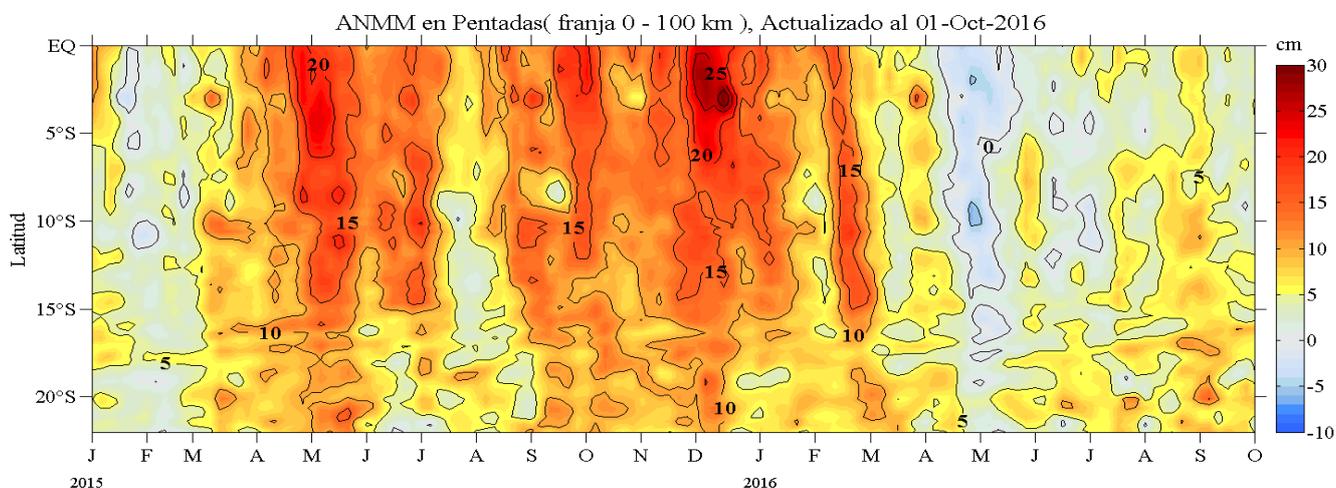


Figura 15. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde el 2015 al 30 de setiembre del 2016 para la franja de 100 km adyacente a la costa. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE

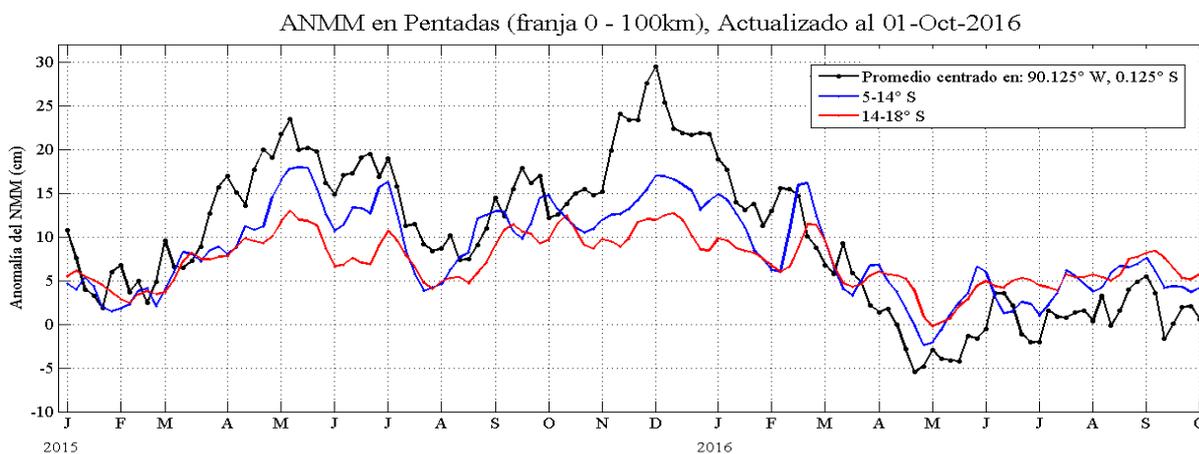


Figura 16. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015-2016. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE

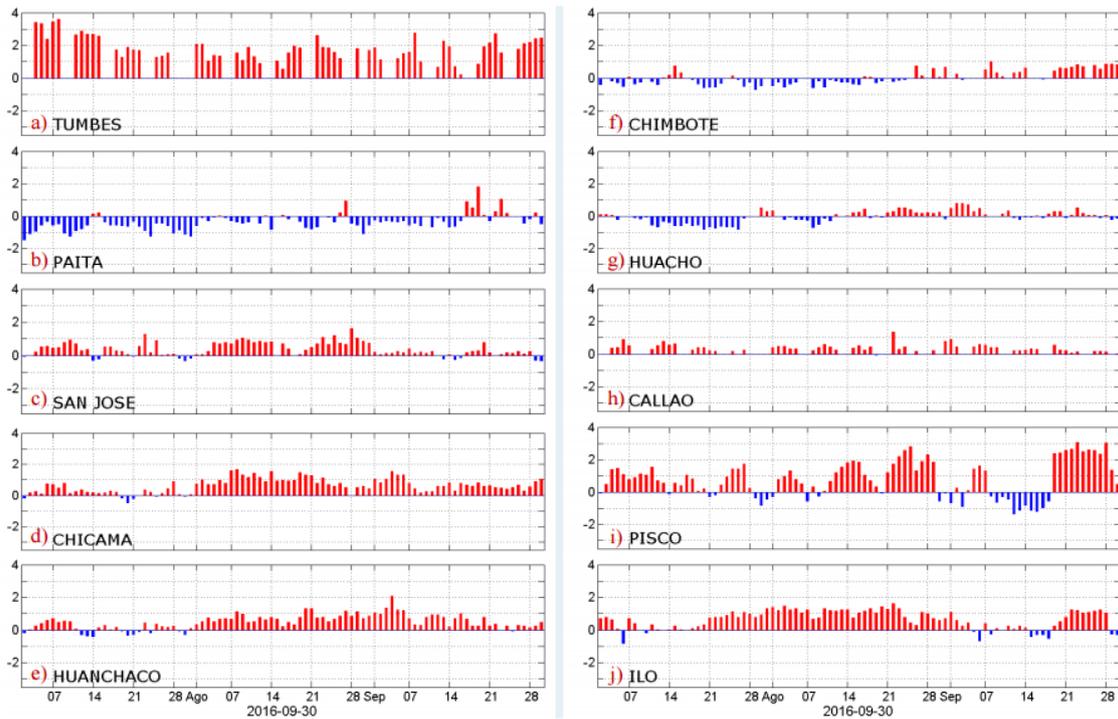


Figura 17. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

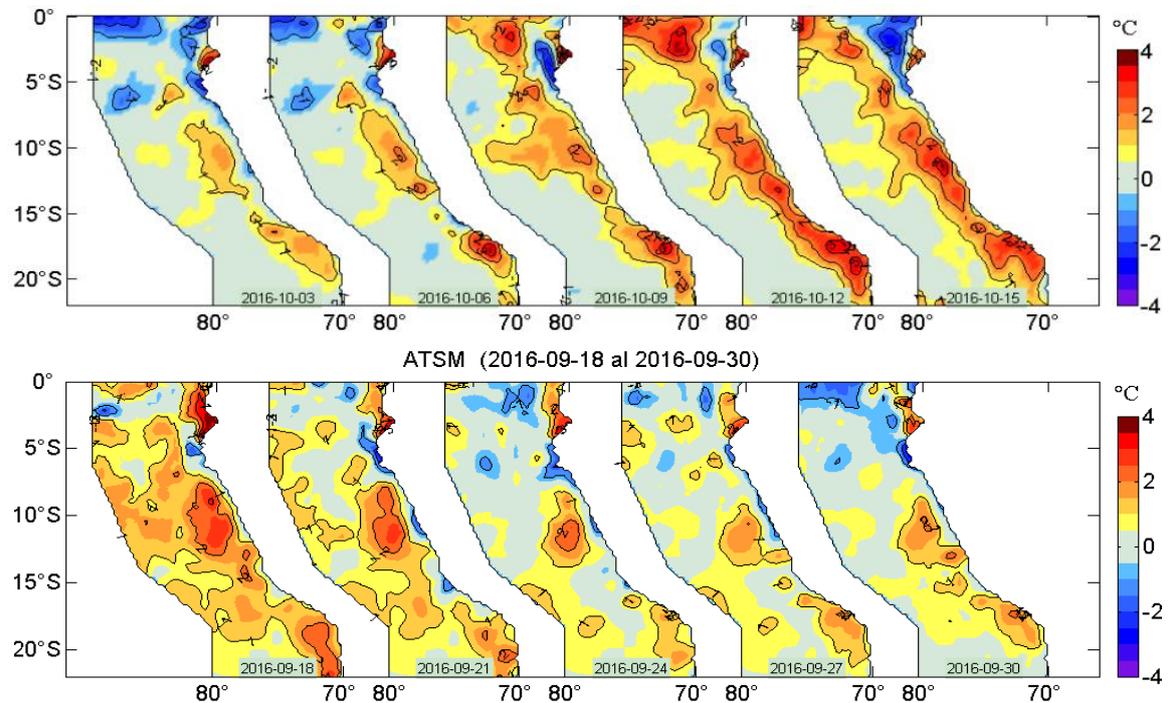


Figura 18. Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para setiembre de 2016. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

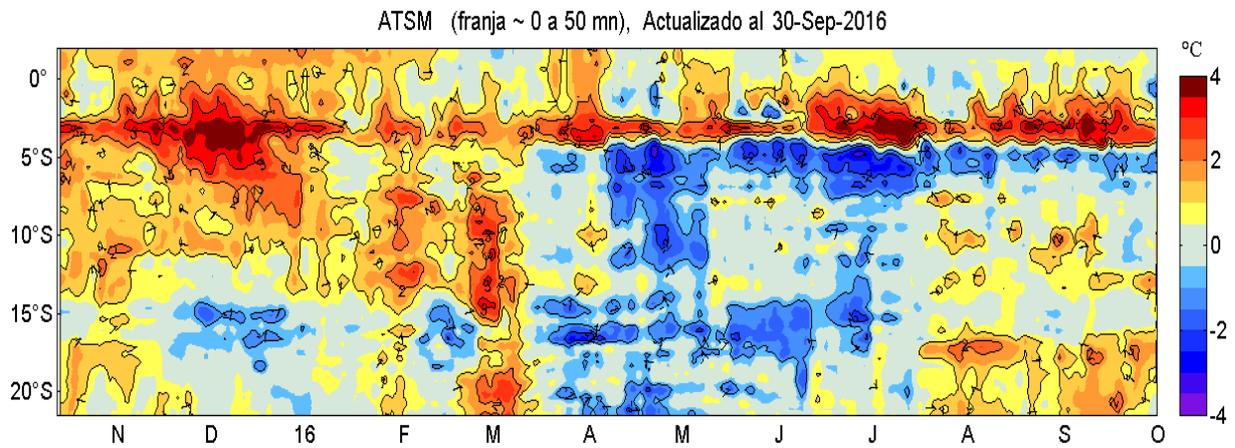


Figura 19. Evolución latitudinal de las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

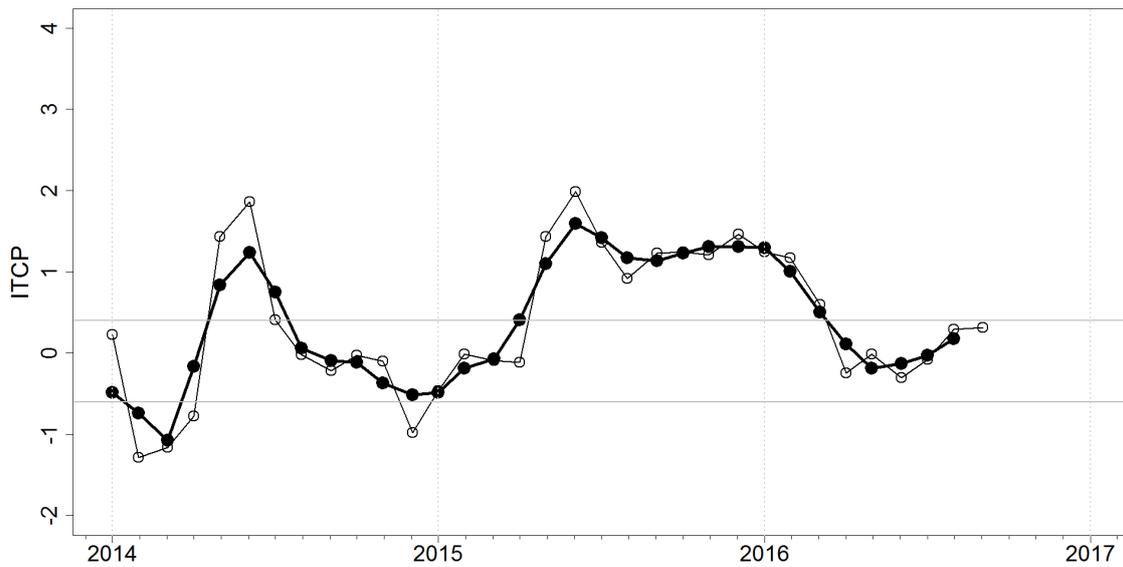
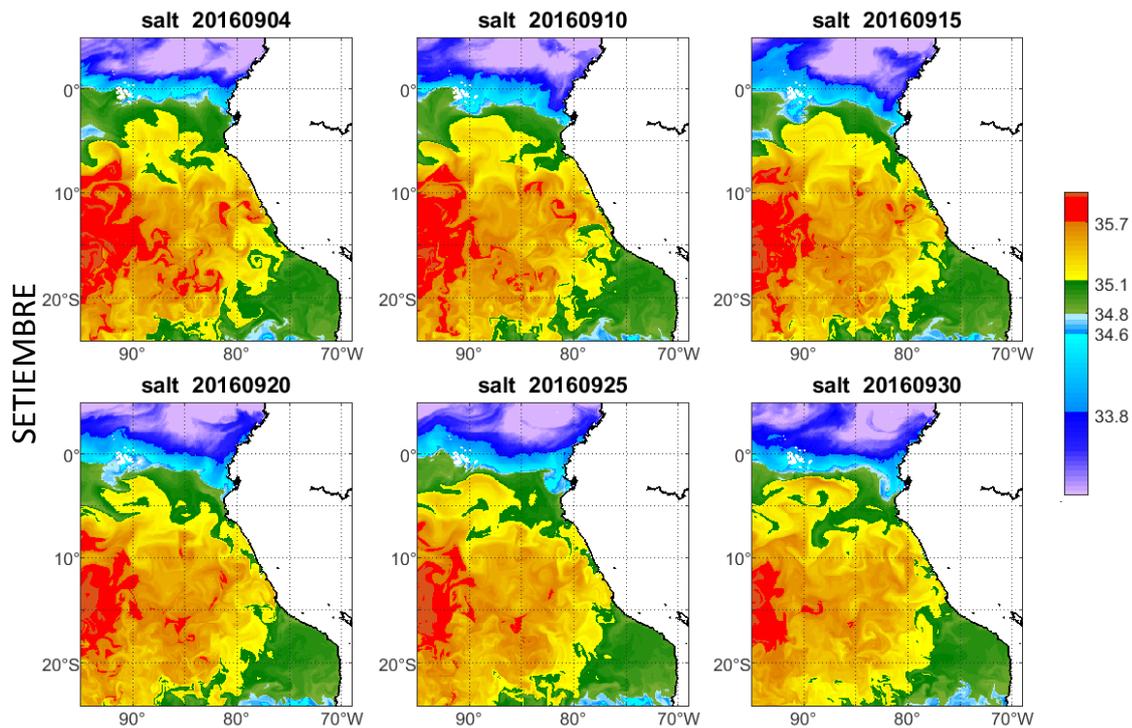


Figura 20. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre JAS 2016. La variación temporal del ITCP trimestral (circulo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er componente principal de la ATSM (circulo blanco).



Figuras 21. Distribución Espacial de Salinidad Superficial del Mar (HYCOM), durante los días 04, 10, 15, 20, 25 y 30 de setiembre del 2016.

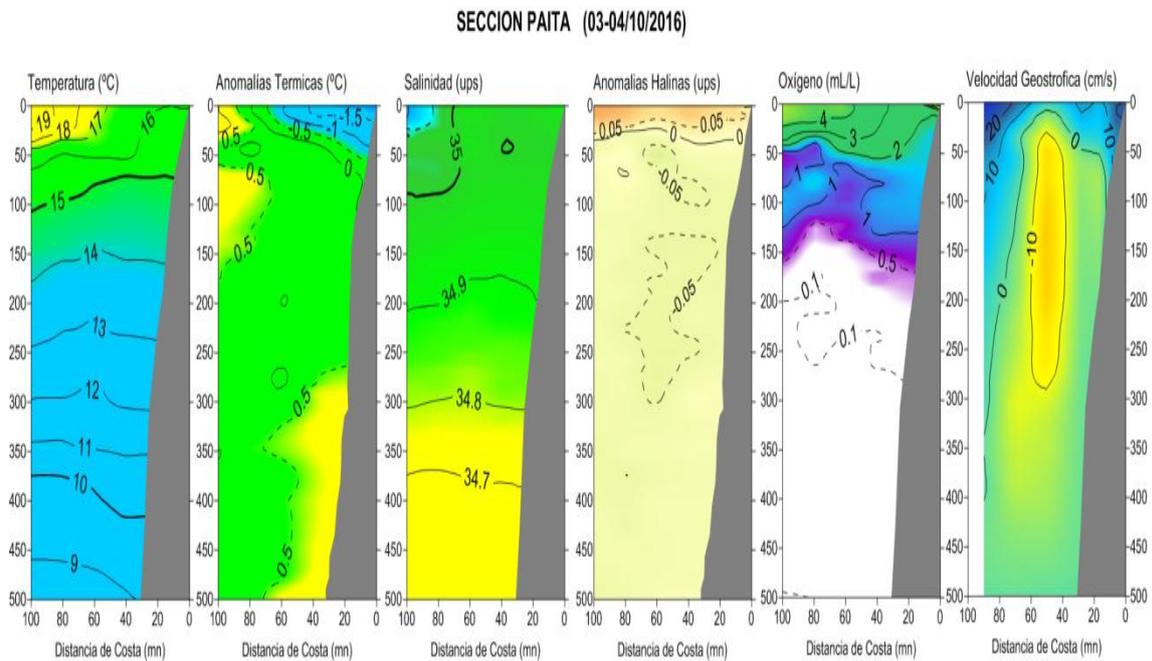


Figura 22. Distribución de: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxígeno y f) Velocidad Geostrofica. Sección Paita. Monitoreo Bio-Oceanográfico 1609. BIC IMARPE IV.

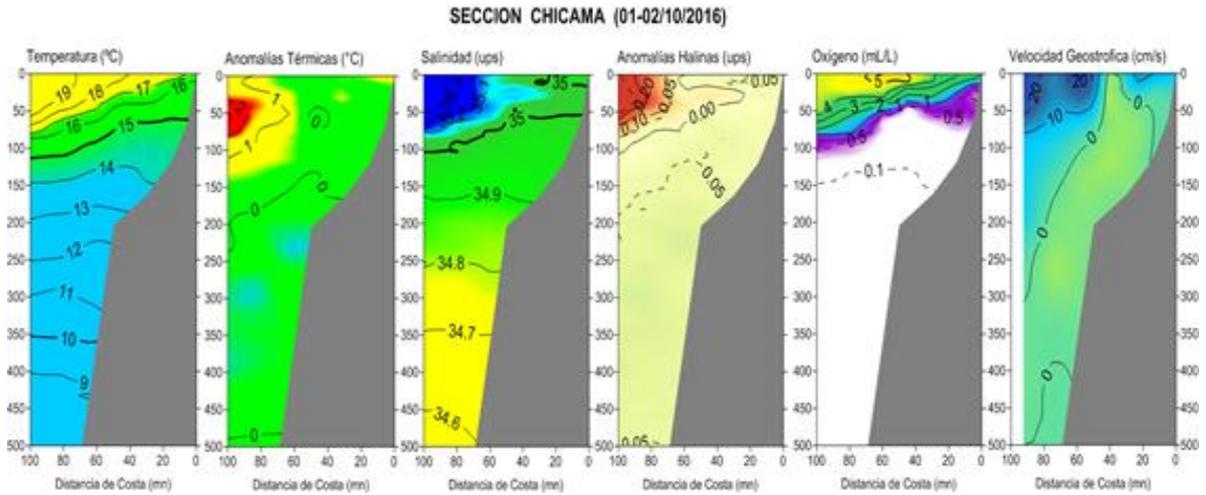


Figura 23. Distribución de: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxígeno y f) Velocidad Geostrofica. Sección Chicama. Monitoreo Bio-Oceanográficos 1609. BIC IMARPE IV.

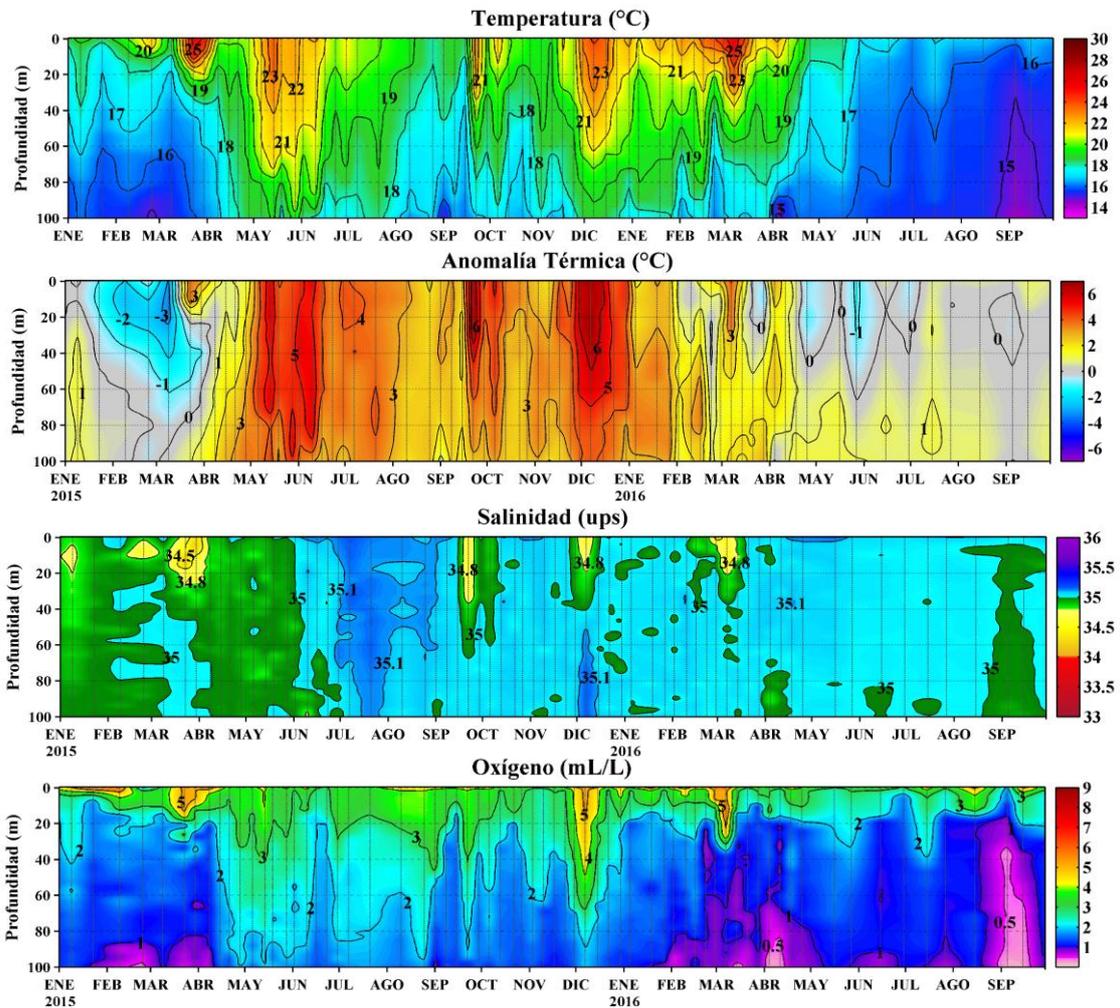


Figura 24. Estructura Vertical de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y anomalías térmicas, salinidad (ups) y oxígeno (mL/L) en Punto Fijo Paita de enero 2015 al 29 setiembre 2016. Datos y procesamiento: LHFM/DGIOCC/IMARPE.

### PUNTO FIJO DE CHICAMA (30 DE SEPTIEMBRE 2016)

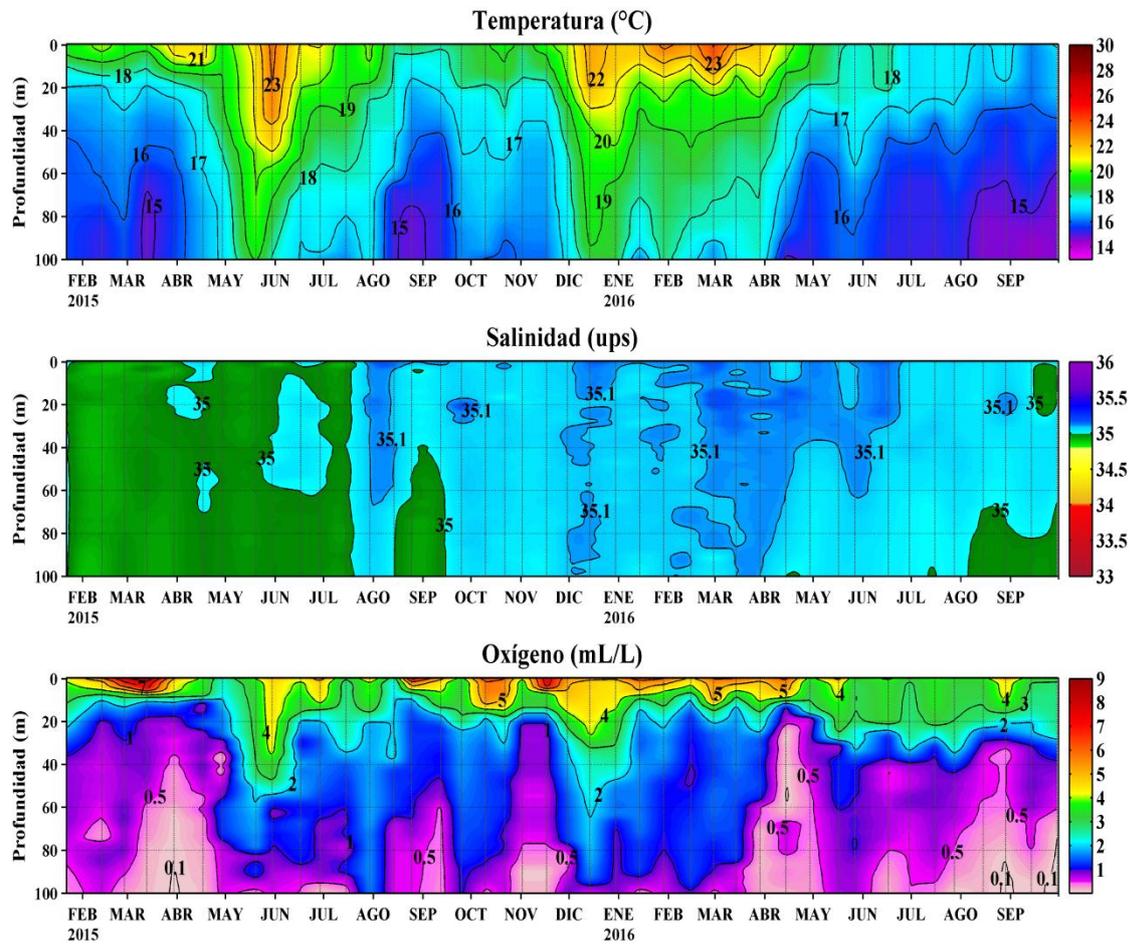


Figura 25. Estructura Vertical de la temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno (mL/L) en el Punto Fijo Chicama de enero 2015 al 30 setiembre 2016. Datos y procesamiento: LHFMDGIOCC/IMARPE

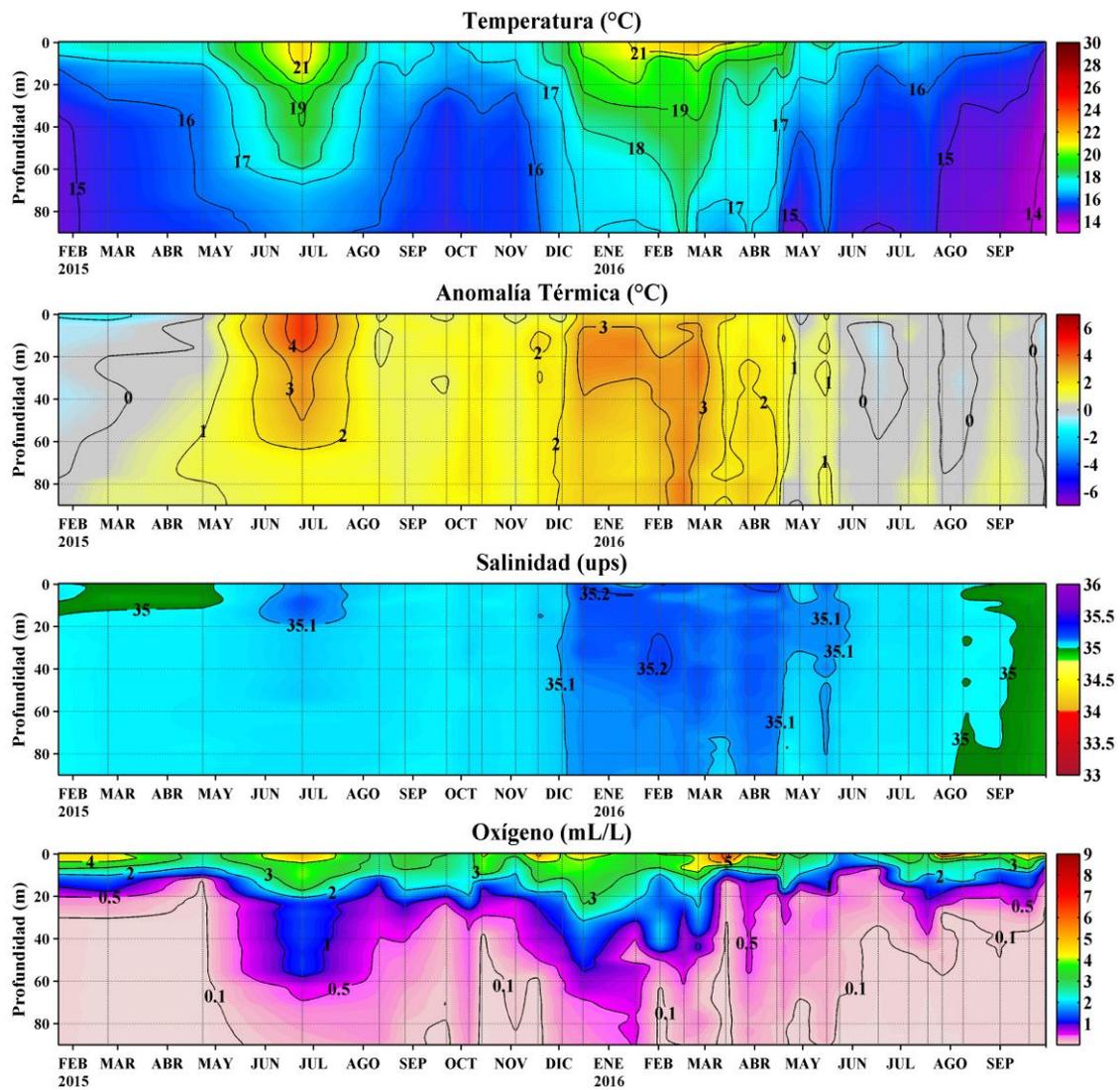


Figura 26. Estructura Vertical de la temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno (mL/L) en el Punto Fijo Callao de enero de 2015 al 29 setiembre de 2016. Datos y procesamiento: LHFMI/DGIOCC/IMARPE.

PUNTO FIJO DE ILO (29 DE SEPTIEMBRE 2016)

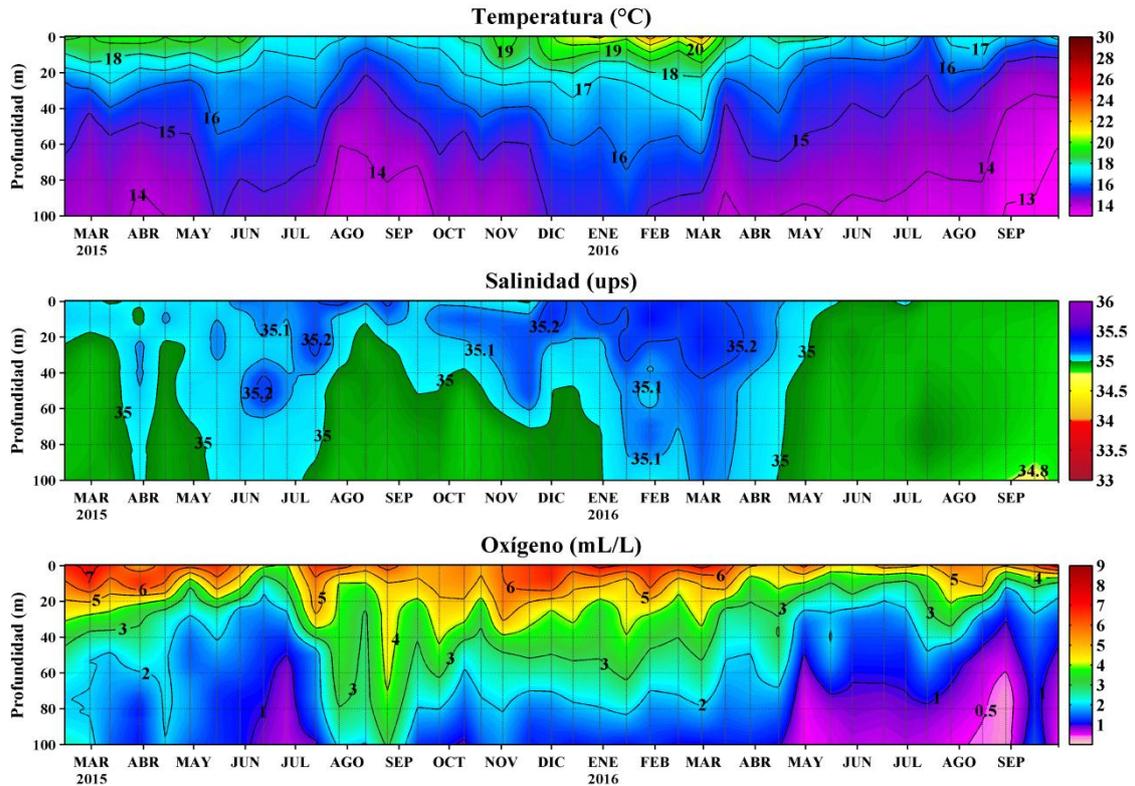


Figura 27. Estructura Vertical de la temperatura (°C), salinidad y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en el Punto Fijo Ilo de febrero de 2015 al 29 de setiembre de 2016. Datos y procesamiento: LHFMDGIOCC/IMARPE.

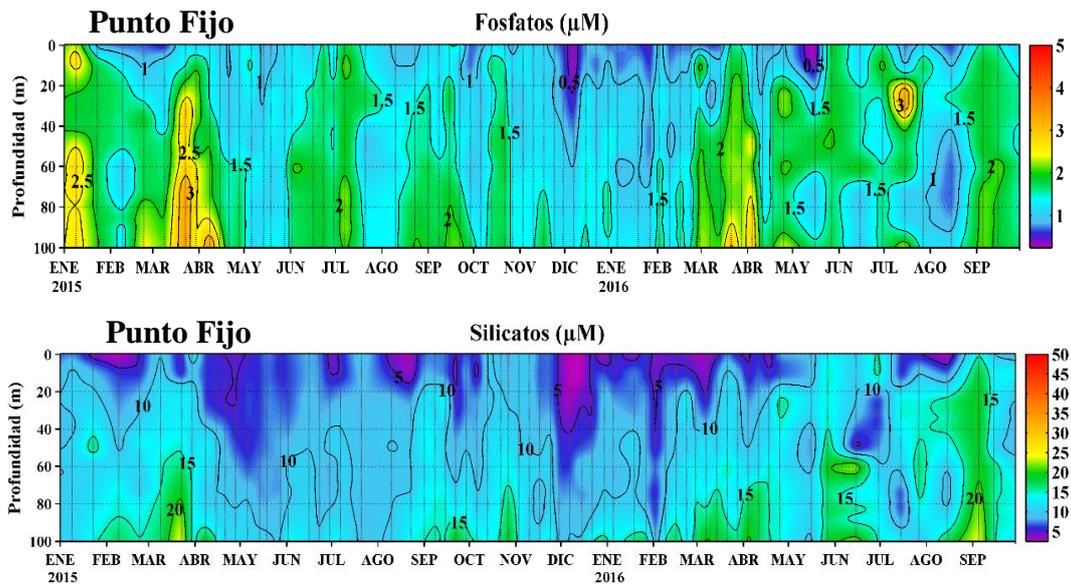


Figura 28. Estructura Vertical de Fosfatos (µM) y Silicatos (µM) en el Punto Fijo Paita de enero de 2015 al 29 de setiembre de 2016. Datos y procesamiento: DGIOCC/IMARPE.

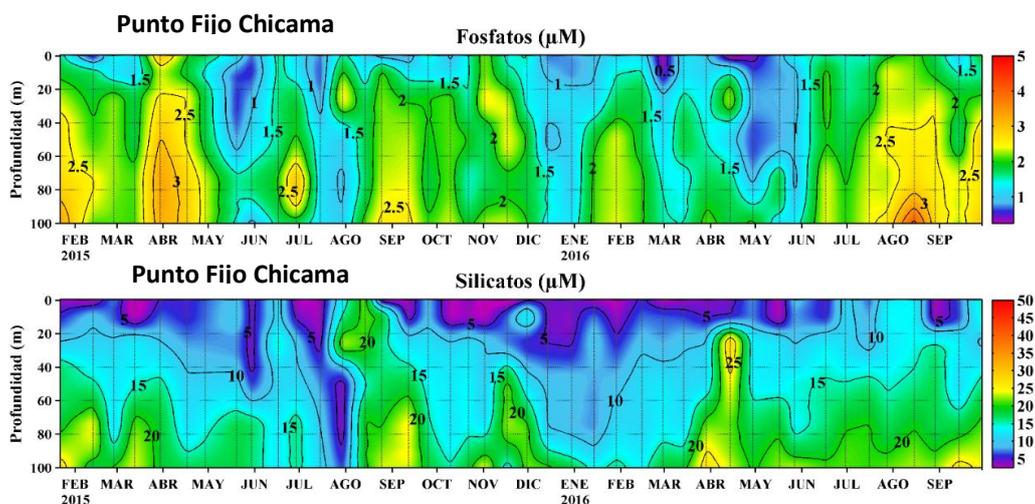


Figura 29. Estructura Vertical de Fosfatos ( $\mu\text{M}$ ) y Silicatos ( $\mu\text{M}$ ) en el Punto Fijo Callao de febrero de 2015 al 29 de setiembre de 2016. Datos y procesamiento: DGIOCC/IMARPE.

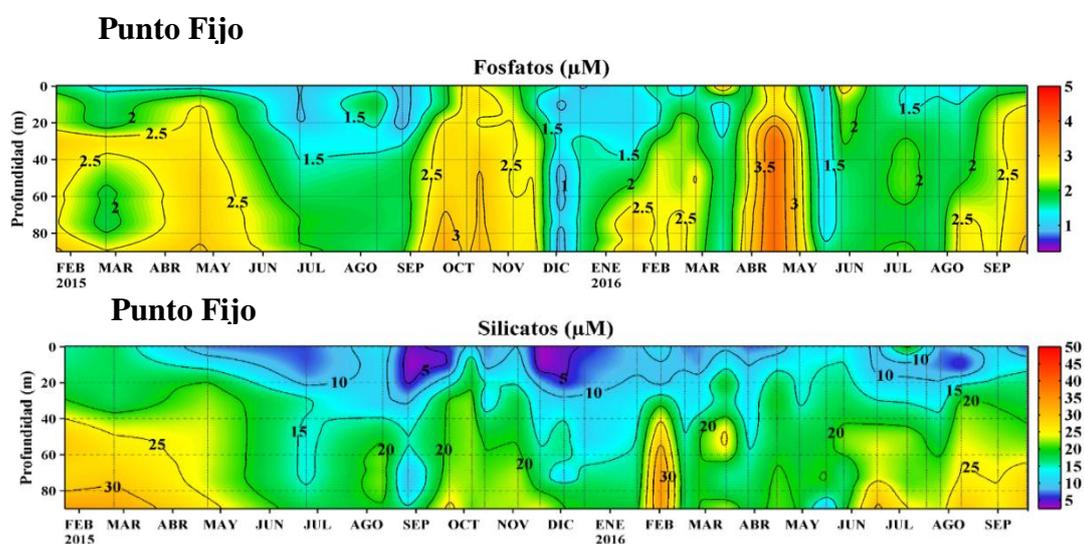


Figura 30. Estructura Vertical de Fosfatos ( $\mu\text{M}$ ) y Silicatos ( $\mu\text{M}$ ) en el Punto Fijo Callao de febrero de 2015 al 29 de setiembre de 2016. Datos y procesamiento: DGIOCC/IMARPE.

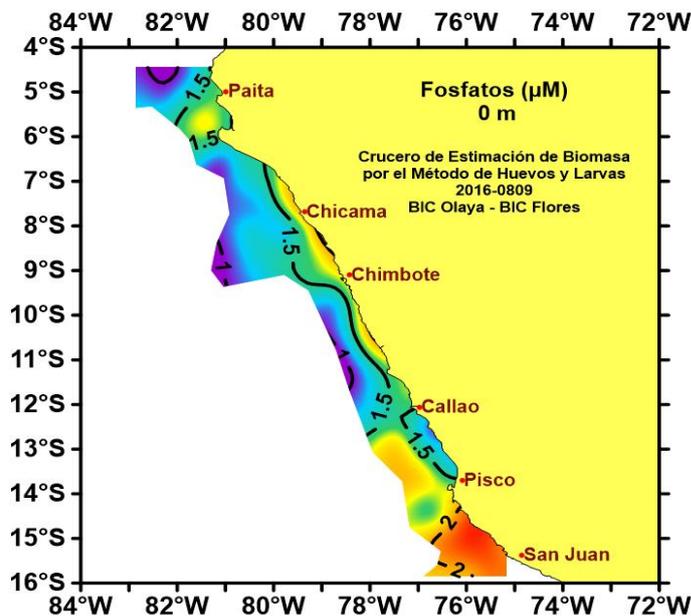


Figura 31. Distribución Superficial de Fosfatos ( $\mu\text{M}$ ). Cruce de Estimación de Biomasa por el Método de Huevos y Larva 2016-0809 BIC Olaya /BIC Flores. DGIOCC/IMARPE.

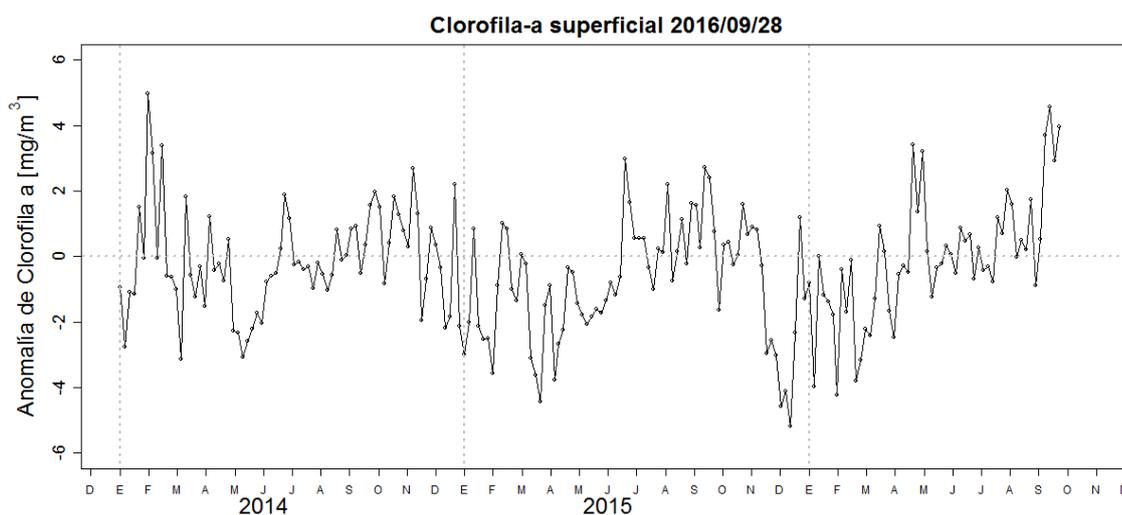


Figura 32. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los  $4^\circ\text{S}$  –  $16^\circ\text{S}$  desde enero del 2014 hasta el 28 de setiembre del 2016.

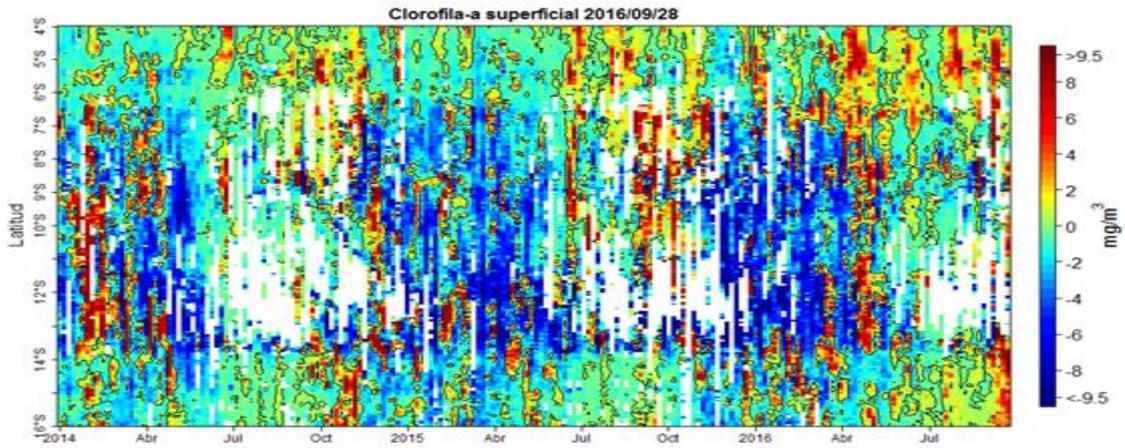


Figura 33. Anomalía promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg/m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa desde enero del 2014 hasta el 28 de setiembre del 2016.

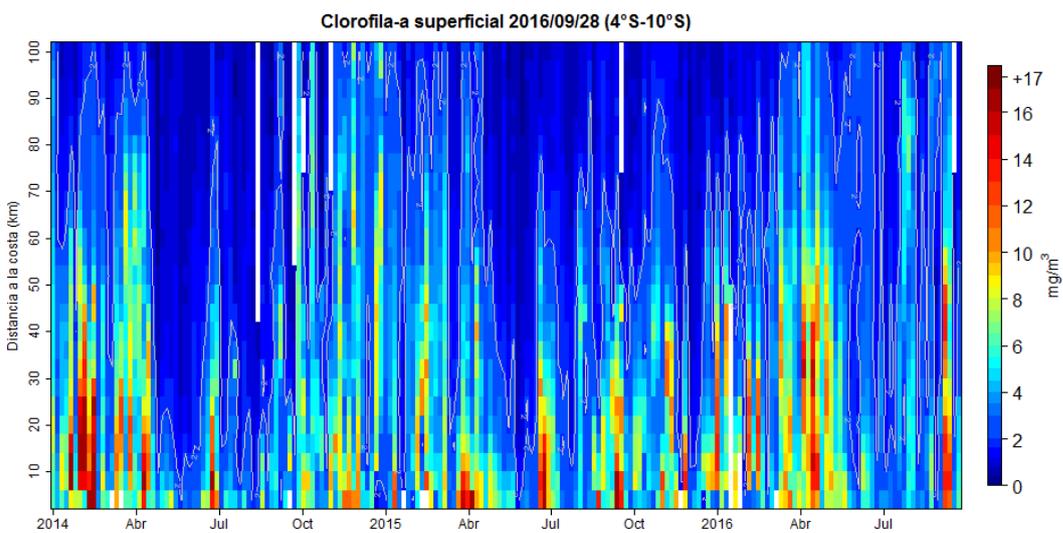


Figura 34. Clorofila-a superficial ( $\text{mg/m}^3$ ) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona norte ( $4^{\circ}\text{S}-10^{\circ}\text{S}$ ) desde enero del 2014 hasta el 28 de setiembre del 2016.

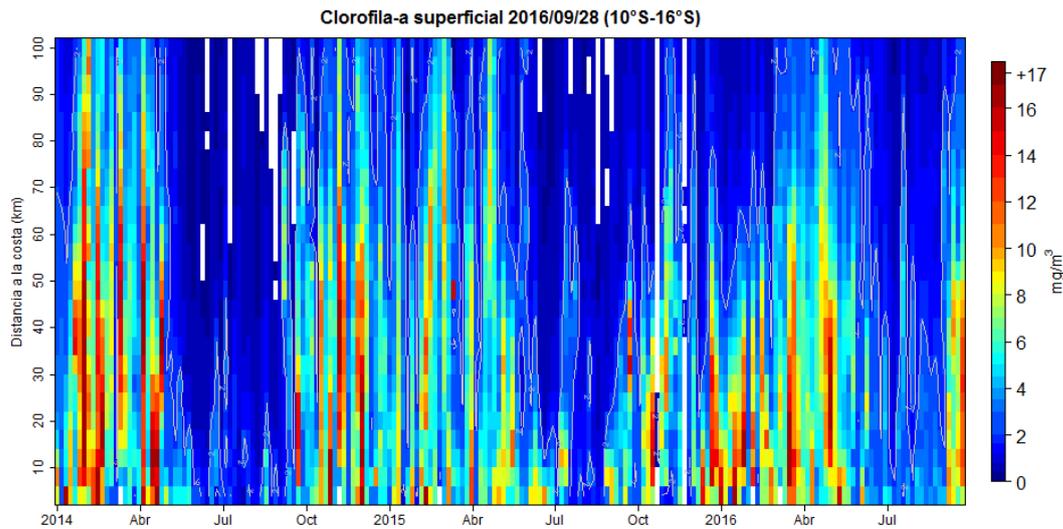


Figura 35. Clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro (10°S-16°S) desde enero del 2014 hasta el 28 de setiembre del 2016.

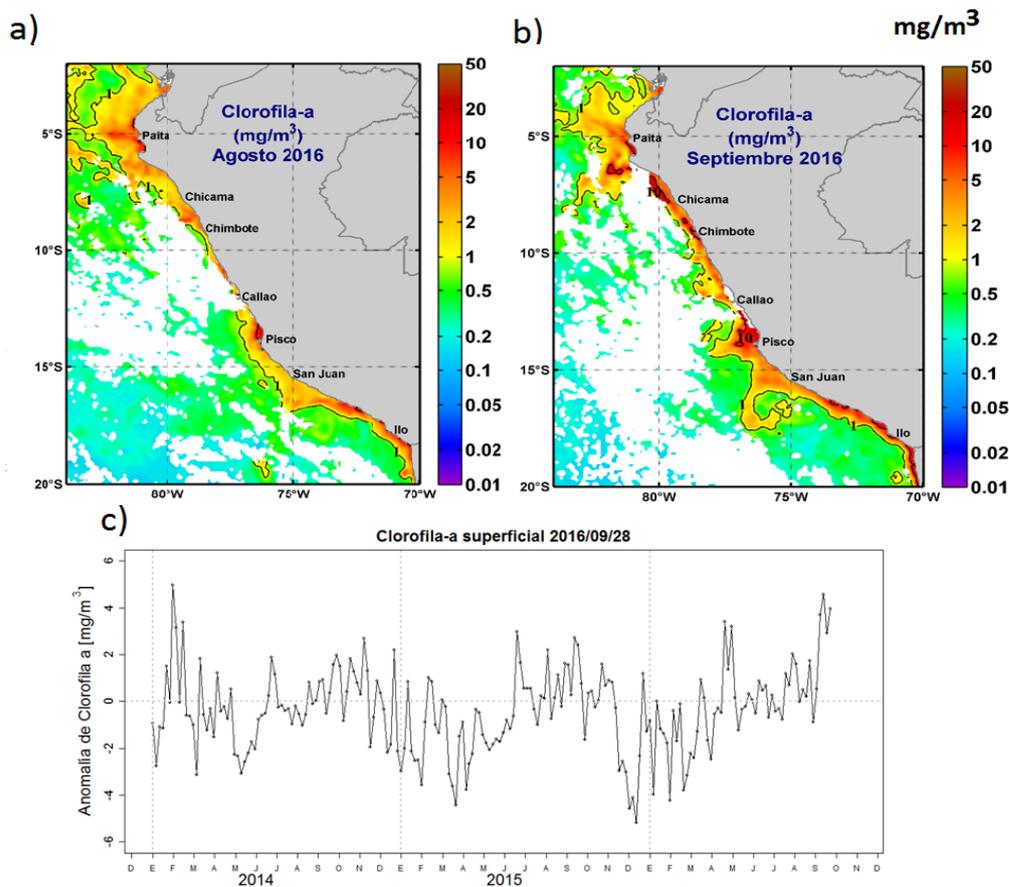


Figura 36. Clorofila satelital promedio para el mes de agosto (a) y setiembre (b) del satélite MODIS frente a Perú y la serie de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100 km de la costa) provenientes del satélite MODIS entre enero del 2014 a setiembre del 2016 (c).

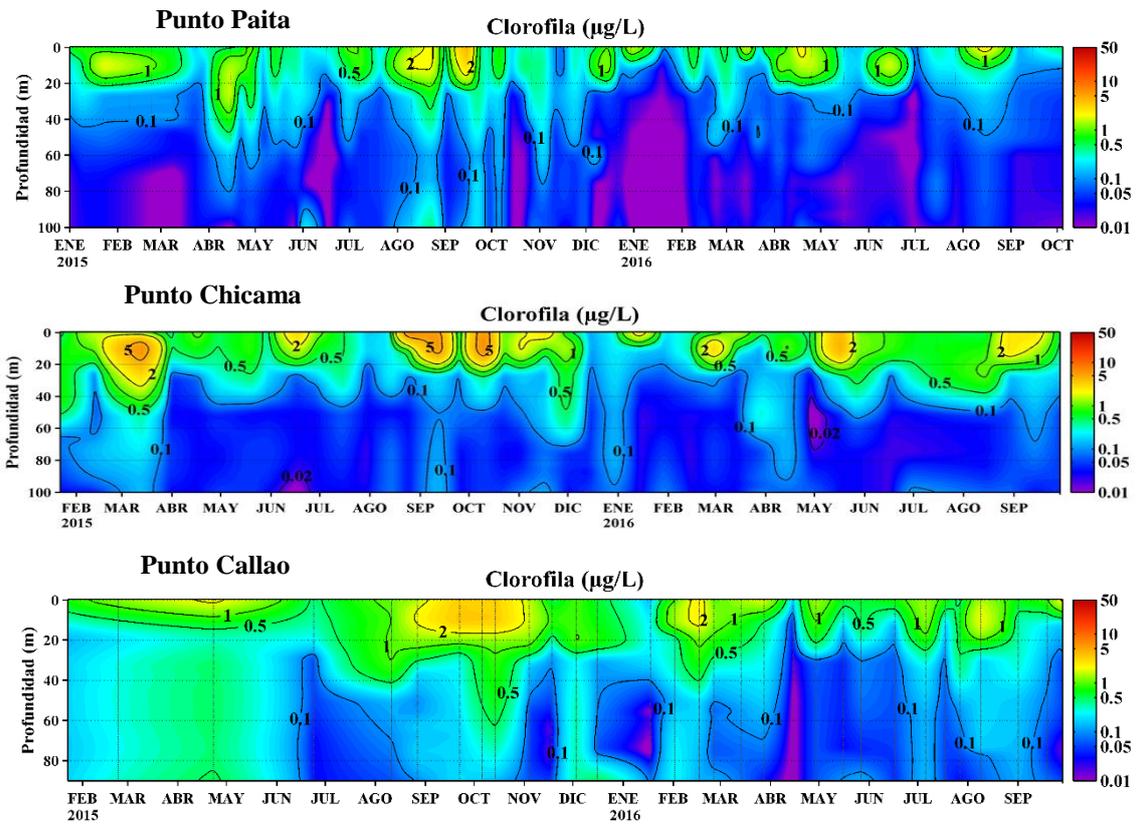


Figura 37. Estructura Vertical de Clorofila (µg/L) en los Puntos Fijos de Paita, Chicama y Callao de enero de 2015 al 02 de octubre de 2016. Datos y procesamiento: DGIOCC/IMARPE.

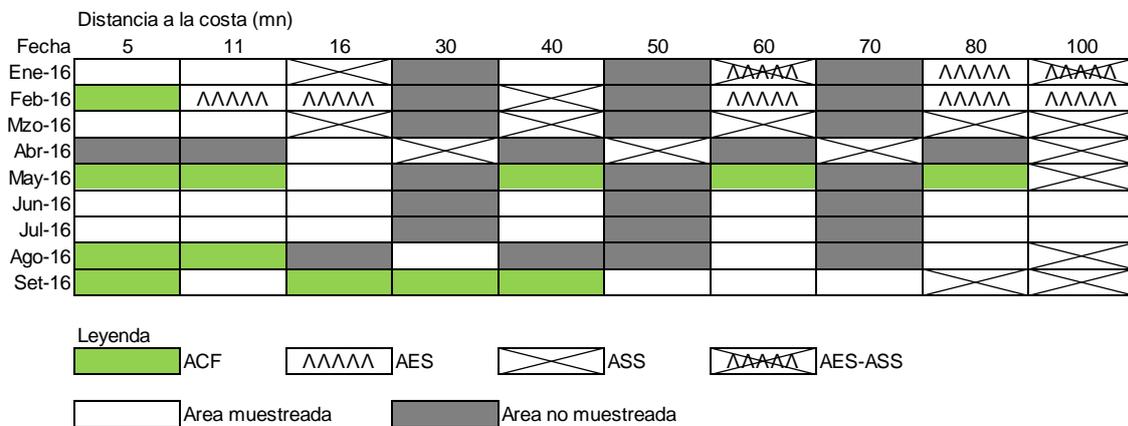


Figura 38. Indicadores biológicos de fitoplancton frente a Paita en setiembre del 2016



Figura 39. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paíta en setiembre del 2016

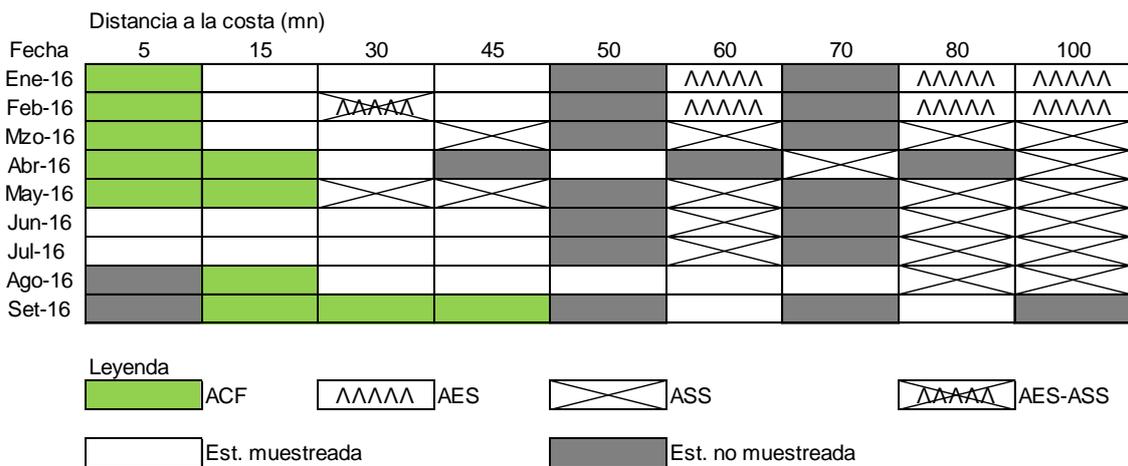


Figura 40. Indicadores biológicos de fitoplancton frente a Chicama en setiembre del 2016



Figura 41. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama en setiembre del 2016

Distancia a la costa (15 mn)

Fecha de muestreo	14/01/16	29/01/16	15/02/16	29/02/16	14/03/16	29/03/16	15/04/16	29/04/16	17/05/16	27/05/16	17/06/16	30/06/16
1er. Semestre												

Fecha de muestreo	14/07/16	29/07/16	15/08/16	29/08/16	14/09/16	30/09/16
2do. Semestre						

Leyenda

ACF
  Area muestreada

Figura 42. Indicadores biológicos de fitoplancton Punto Fijo Chicama 1609

Distancia a la costa (8 mn)

Fecha de muestreo	28/01/16	17/02/16	14/03/16	28/03/16	15/04/16	29/04/16	16/05/16	24/05/16	17/06/16	06/07/16	28/08/16

Fecha de muestreo	19/09/16	29/09/16

Leyenda

ACF
  Area muestreada

Figura 43. Indicadores biológicos de fitoplancton Punto Fijo Callao 1609.

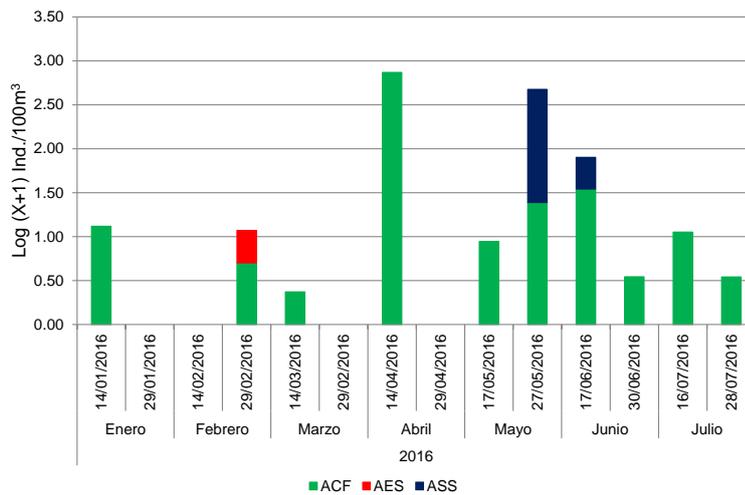


Figura 44. Abundancia de indicadores biológicos de zooplancton Punto Fijo Callao 1609.

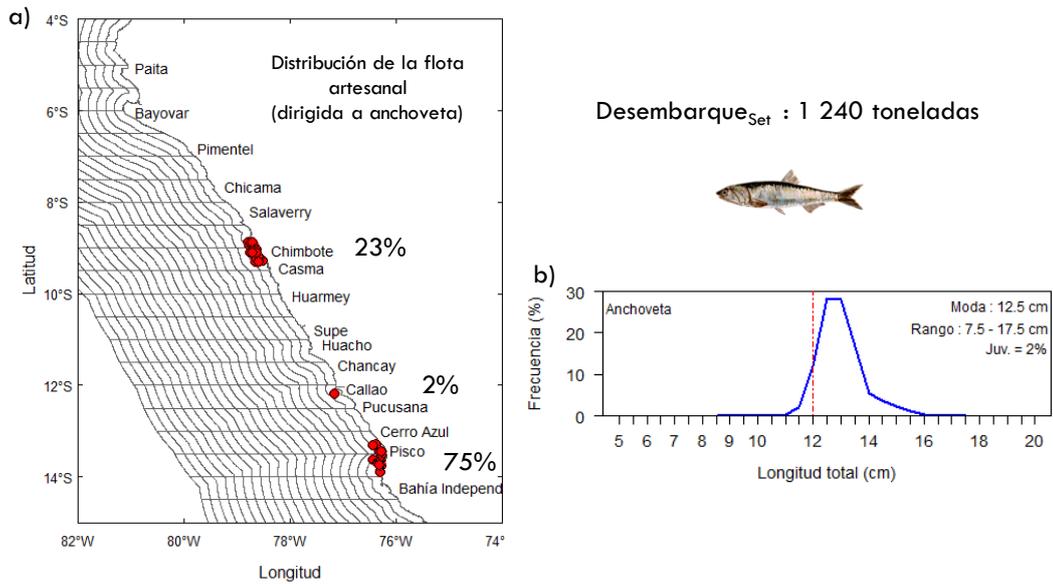


Figura 45. a) Distribución y b) Estructura de tallas de anchoveta durante setiembre 2016. Fuente: Fuente: AFIRNP/IMARPE.

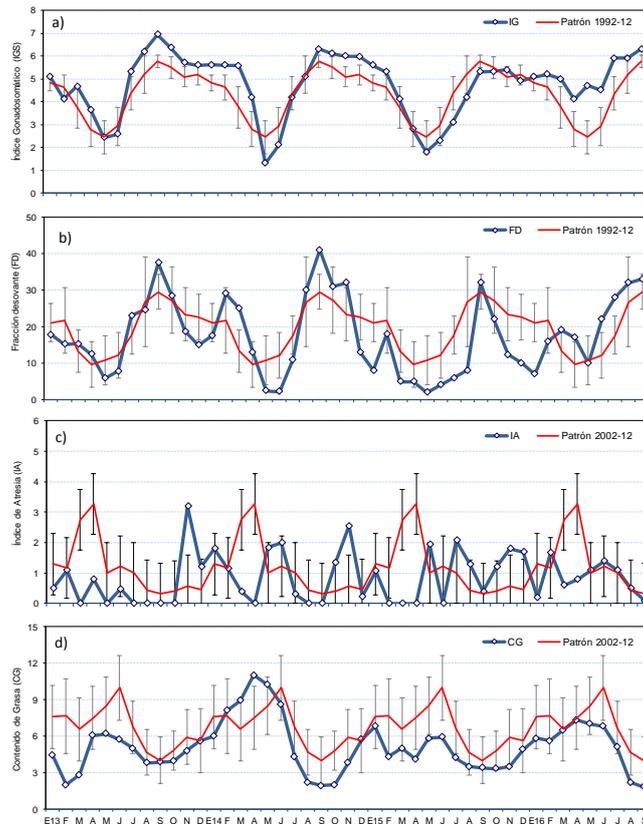


Figura 46. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Grasa del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2013 – 15 setiembre 2016. Fuente: LBR/IMARPE.

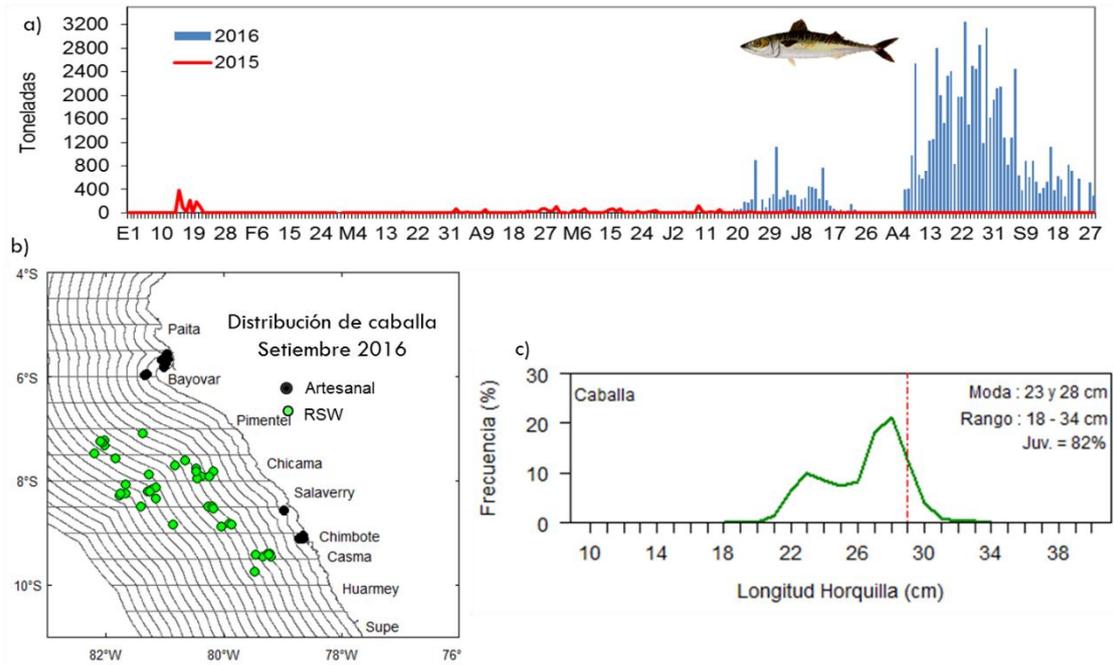


Figura 47. a) Desembarque diario 2015-2016, b) Distribución según tipo de flota y c) Estructura de tallas de caballa durante setiembre 2016. Fuente: AFIRNP/IMARPE.



Figura 48. Distribución de especie indicadoras de aguas cálidas (bonito y jurel fino) y frías (calamar). Fuente: IMARPE - Programa Bitácoras de Pesca. Periodo: setiembre 2016

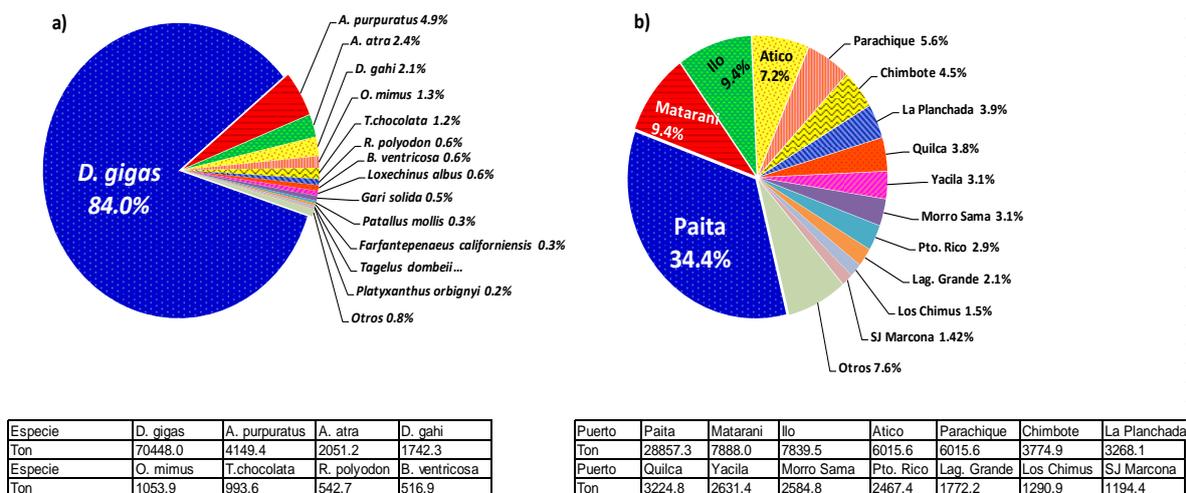


Figura 49. Desembarque (%) de invertebrados marinos para las principales especies y puertos de enero - septiembre del 2016.

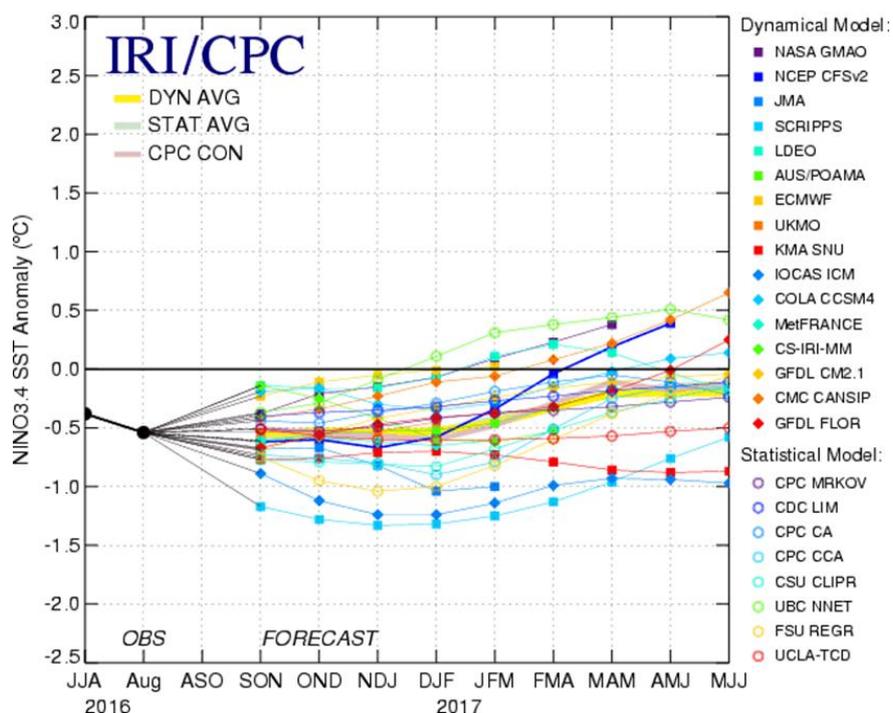


Figura 50. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, setiembre 2016.

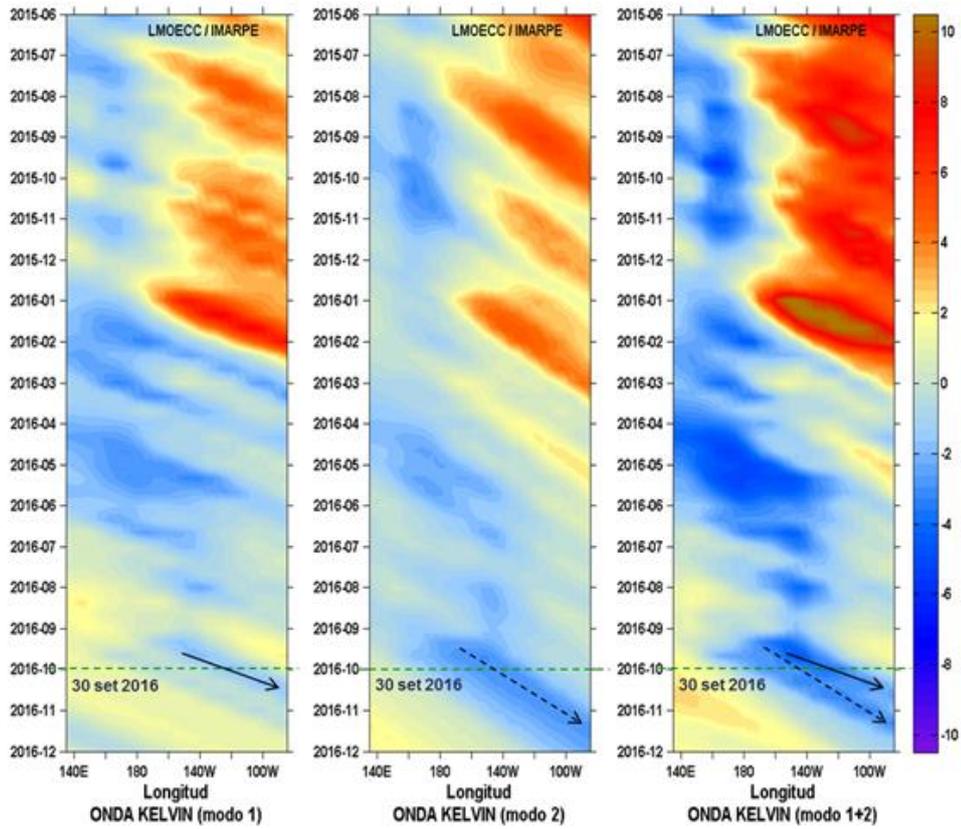


Figura 51. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial ( $0^{\circ}\text{N}$ ): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

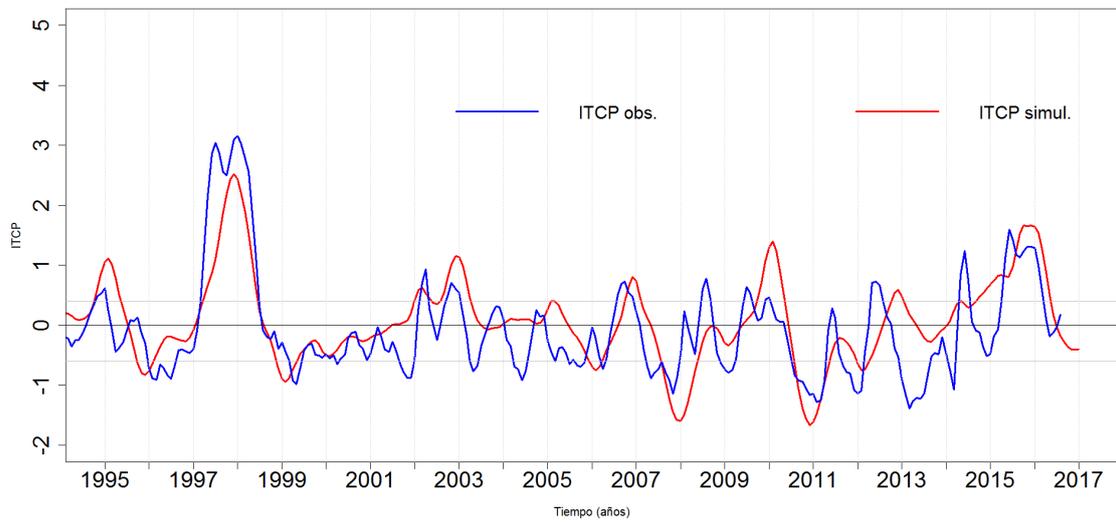


Figura 52. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

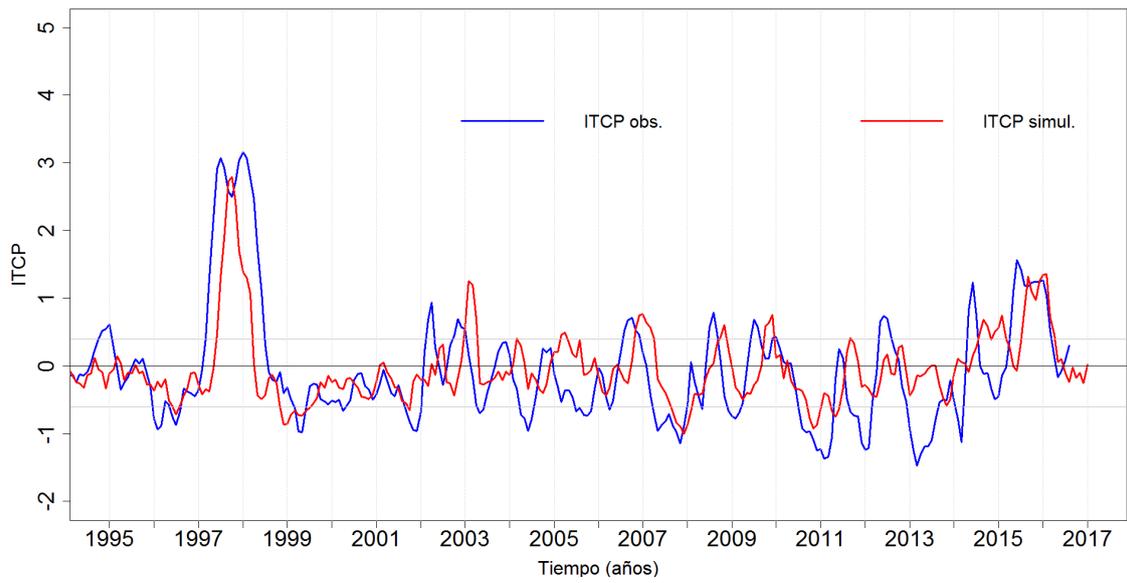


Figura 53. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.