



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



**IMARPE**  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

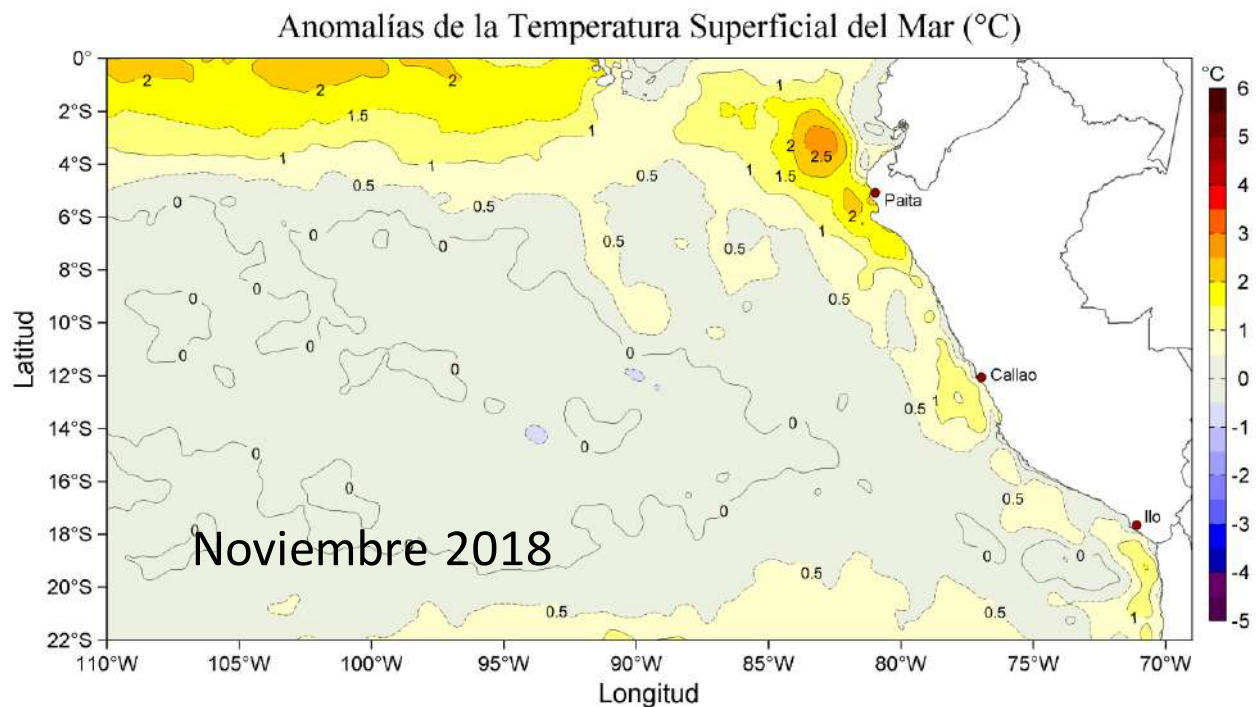
Programa Presupuestal por Resultados N°068

“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de Desastres

**Actividad 4: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno El Niño**

## **CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN EL MAR PERUANO**



Noviembre, 2018

# **INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ**

## **GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO**

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras  
Noviembre 2018**

### **TABLA DE CONTENIDO**

- 1. CONDICIONES FÍSICAS DE MACRO-ESCALA EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL.**
  - 1.1. Aspectos Meteorológicos**
    - 1.1.1 Distribución regional del campo de presión a nivel del mar**
    - 1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial**
  - 1.2. Aspectos oceanográficos**
    - 1.2.1. Condiciones superficiales.**
    - 1.2.2. Condiciones sub-superficiales**
- 2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA**
  - 2.1 Aspectos meteorológicos**
    - 2.1.1 Velocidad y dirección del viento a lo largo de la costa peruana**
  - 2.2 Aspectos oceanográficos**
    - 2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)**
    - 2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral**
    - 2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar**
    - 2.2.4 Secciones oceanográficas**
    - 2.2.5 Estaciones fijas costeras**
    - 2.2.6 Fertilidad y productividad**
    - 2.2.7 Indicadores biológicos del plancton**
- 3. MONITOREO DIARIO DE INDICADORES BIOLÓGICOS MARINOS PROVENIENTES DEL SEGUIMIENTO DE LA PESQUERÍA Y PROGRAMA BITÁCORAS DE PESCA.**
  - 3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras de la anchoveta.**
  - 3.2. Otras pesquerías**
  - 3.3. Especies Indicadoras**
  - 3.4. Avistamiento de aves**
- 4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA.**
  - 4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales**
  - 4.2 Propagación de ondas Kelvin**
  - 4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú**
- 5. CONCLUSIONES**
- 6. REFERENCIAS**
- 7. TABLAS**
- 8. FIGURAS**

**Instituto del Mar del Perú**  
**Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras**  
**Noviembre 2018**

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

### **1.1. Aspectos Meteorológicos**

#### **1.1.1 Distribución regional del campo de presión a nivel del mar**

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 30 de noviembre usando datos de reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 95°W, 27,5°S con una intensidad máxima de ~1022 hPa, encontrándose desplazado al noreste de posición normal y con una intensidad menor que su valor climatológico (Figuras 1 y 2). En el Pacífico subtropical predominaron anomalías negativas, mientras que alrededor de 10°S y 90°W se observó un núcleo de anomalías positivas de +1 hPa. Frente a la costa peruana se observaron anomalías cercanas a cero (Figura 2b).

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) y los índices de posición longitudinal (ILON) y posición latitudinal (ILAT) del APS (Chamorro, en prep.), basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, y de las anomalías de su posición longitudinal y latitudinal respectivamente, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). El IAPS fue clasificado en 3 condiciones: débil (<-1,5hPa), neutro e intenso (>+1,5hPa). Valores positivos (negativos) de los índices ILON e ILAT representan un desplazamiento al este y al norte (al oeste y al sur) del núcleo del APS. Para el trimestre SON 2018 el IAPS presentó un valor de -1,3 hPa, menor que su valor anterior (-0,2 hPa). El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en noviembre fue de -2,0 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +4,4 y +2,4 respectivamente, indicando que el APS estuvo ubicado al noreste de su posición habitual. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal en noviembre fueron de +6,0 y +1,8 respectivamente (Figuras 3b y c).

#### **1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial**

La radiación de onda larga (ROL) presentó valores dentro del rango normal sobre el Pacífico Este y a lo largo de la línea ecuatorial hasta la línea de cambio de fecha. Al oeste de la línea de cambio de fecha se observó un núcleo de anomalías negativas (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo dirección predominante de los vientos alisios con un rango entre 2,0 m s<sup>-1</sup> a 5,0 m s<sup>-1</sup> en el área comprendida entre 180°W y 100°W. En la región entre 140°E hasta los 150°W se presentaron anomalías del oeste de la velocidad zonal, con valores entre 1,0 m s<sup>-1</sup> - 5,0 m s<sup>-1</sup>. Al este de los 140°W la componente zonal del viento se comportó de acuerdo a la estacionalidad (Figura 5).

### **1.2. Aspectos oceanográficos**

#### **1.2.1. Condiciones superficiales.**

En el Pacífico Ecuatorial se observó la expansión de las zonas con anomalías positivas. El promedio mensual mostró una ATSM por encima de  $+1^{\circ}\text{C}$  que se intensificó respecto al mes anterior en las regiones Niño 3 y Niño 1+2 (Figura 6). La variación temporal de la ATSM en las regiones Niño continuó mostrando una tendencia ascendente. En las regiones Niño 4 y 3.4 se evidenció un pulso de relajación de dicha tendencia a mediados de mes, mientras que en la región Niño 1+2 hubo un rápido ascenso a inicios de mes. El último valor semanal de noviembre para las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, fue de  $+1,2^{\circ}\text{C}$ ,  $+1,0^{\circ}\text{C}$ ,  $+1,1^{\circ}\text{C}$  y  $+0,8^{\circ}\text{C}$  respectivamente (Figura 7).

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

El contenido de calor en la capa superior del océano ( $300\text{ m}$  y  $180^{\circ}\text{W}$  a  $100^{\circ}\text{W}$ ), presentó un promedio mensual de  $+1.35^{\circ}\text{C}$ , con anomalías positivas que empezaron a descender desde mediados de octubre (Figura 8). Esto estuvo asociado a anomalías mayores a  $+2^{\circ}\text{C}$  encima de los  $200\text{ m}$ , cuya distribución se expandió al finalizar el mes desde los  $130^{\circ}\text{E}$  hasta los  $80^{\circ}\text{W}$ , presentando mayores valores encima de los  $100\text{ m}$  entre los  $120^{\circ}\text{W}$  y  $80^{\circ}\text{W}$  (Figura 9).

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

### **2.1 Aspectos meteorológicos**

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

El viento frente a la costa peruana mantuvo velocidades de  $3,0\text{ m s}^{-1}$  a  $8,0\text{ m s}^{-1}$  durante todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre  $5,0\text{ m s}^{-1}$  y  $8,0\text{ m s}^{-1}$ , con máximos valores entre los días 11 y 15, para luego disminuir ligeramente hasta fines del mes (Figura 10). La velocidad del viento exhibió valores en el rango neutral y anomalías negativas durante los primeros 10 días, con un pulso de anomalías positivas entre el 11 y 20 de noviembre. Durante la última semana las anomalías negativas fueron predominantes, con valores entre  $-2,0\text{ m s}^{-1}$  y  $-1,0\text{ m s}^{-1}$  al sur de Chicama (Figura 11).

A lo largo de la franja costera de  $40\text{ km}$  se mantuvieron vientos entre  $1,0\text{ m.s}^{-1}$  y  $7,0\text{ m.s}^{-1}$  (Figura 12). La configuración del viento mantuvo su dirección normal. La velocidad del viento costero mostró predominancia de anomalías positivas sobre la costa norte, mientras que, sobre la costa sur las anomalías variaron entre valores cercanos a cero y valores negativos durante casi todo el mes, con valores entre  $-1,0\text{ m s}^{-1}$  y cero (Figura 13).

El afloramiento costero a lo largo de la costa se mantuvo similar en magnitud al mes anterior; es decir, continuó con su mayor persistencia entre Talara y Chicama. El índice de afloramiento costero (IAC) frente a Talara y Chicama fluctuó entre  $350\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$  y  $550\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ , debilitándose durante la última semana del mes, con valores alrededor de  $400\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ . Frente a Pisco el afloramiento mostró valores alrededor de  $250 - 300\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$  mientras que, entre los  $6^{\circ}\text{S}$  y  $15^{\circ}\text{S}$  se presentaron valores menores a  $250\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$  (Figura 14).

### **2.2 Aspectos oceanográficos**

#### **2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)**

En la zona norte las ANMM positivas aumentaron hasta valores encima de  $+20\text{ cm}$ , y su distribución se expandió durante la segunda semana desde la zona ecuatorial hasta la

zona de Paita por fuera de las 30 mn, asociadas a flujos geostróficos procedentes de zonas oceánicas hacia la costa. Frente a la costa centro, durante la primera semana, se evidenció una evolución ascendente de ANMM positivas que alcanzaron valores de +15 cm entre Salaverry y Callao, extendiéndose hasta llegar a la zona de Pisco al finalizar el mes. Al sur de Pisco se presentaron a lo largo de la costa y dentro de las 50 mn ANMM mayores a +10 cm, mientras que por fuera de las 100 mn, se presentaron valores de ANMM en el rango neutro y positivo, asociados a vórtices menores a 200 mn de diámetro, con flujos ciclónicos y anticiclónicos (Figura 15).

La franja de 60 mn adyacente a la costa, mostró una fuerte intensificación de ANMM positivas con un despliegue de anomalías de +10 cm de norte a sur, alcanzando +20 cm al norte de Tumbes (2°S) y +15 cm al norte de Salaverry (8°S), así como entre Callao y San Juan (12°S a 15°S) (Figura 16). La variación temporal de las ANMM a lo largo de la costa, mostró una tendencia ascendente de anomalías positivas desde la última quincena de octubre hasta mediados de noviembre, llegando a alcanzar en promedio valores de +13 cm (costa sur) y +15 cm (costa centro-norte), que luego presentaron un ligero descenso. En la zona de Galápagos, se percibió un patrón de variación temporal semejante a la costa peruana, que inició con mayor anterioridad y superó los +17 cm a mediados de noviembre (Figura 17).

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

### **2.2.2.1 Laboratorios Costeros del IMARPE**

La TSM registrada en los Laboratorios Costeros del IMARPE presentó un aumento de su valor promedio mensual a lo largo de toda la costa. Se presentaron en promedio anomalías positivas en todos los Laboratorios Costeros. La TSM mensual varió entre 15,6°C (Callao) a 26,3°C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -0,1°C (Huacho) a +2,1°C (Paita) (Tabla 1).

A nivel diario, la ATSM presentó predominancia de valores positivos entre Tumbes y Callao, mientras que en Pisco e Ilo se observó la alternancia de anomalías negativas y positivas. Entre Tumbes y Callao las máximas anomalías de la TSM (+4°C) fueron observadas en Paita y Chicama durante la primera y segunda semana respectivamente. En el resto de laboratorios costeros, la máxima (+4,1°C) y mínima (-2°C) anomalía de la TSM fue detectada en Pisco durante la primera y segunda semana del mes respectivamente (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,42°C para el trimestre SON del 2018 y un valor mensual de setiembre de +0,93°C, continuando la tendencia ascendente desde marzo 2018 (Figura 19).

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

La TSM promedio mostró un incremento térmico respecto al mes anterior. La isoterma de 20 °C que a inicios de noviembre se proyectaba a unas 200 millas de la costa frente a los 7°S y al oeste del paralelo 90°W a los 11°S, a finales de mes por efecto de aguas cálidas procedentes de la zona ecuatorial, fue desplazada hasta los 16° S fuera de las 200 millas. Asimismo, aguas cálidas aparecieron frente a Ilo, donde se observó un núcleo que alcanzó los 22 °C por fuera de las 50 mn (Figura 20).

Las ATSM indicaron una condición cálida débil a lo largo de la costa, con celdas aisladas de +1 °C. Frente a Tumbes dentro de las 150 mn, se registró la evolución de una celda que superó el valor de +3 °C durante la primera quincena, expandiéndose y atenuándose en magnitud hasta +1 °C frente a Paita al finalizar el mes (Figura 21).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, entre los 3°S y 10°S, se presentaron anomalías mayores a +1 °C, que se intensificaron a +2 °C cerca de Paita durante las tres primeras semanas. En la costa central se detectó la aparición de anomalías de +1 °C con pulsos intensificados en la primera y segunda quincena. Frente a Pisco se presentaron condiciones neutras a mediados de mes, mientras que, al sur de los 17° S, permanecieron todo el mes anomalías de +1 °C (Figura 22).

Durante el trimestre SON 2018, el Índice Térmico Costero Peruano, ITCP (Quispe-Ccalluari *et al.*, 2016), alcanzó un valor de +0,11 asociado a una condición neutra en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de noviembre fue +0,40 aumentando respecto al mes anterior (Figura 23).

## **2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar**

### **2.2.3.1 Información del modelo HYCOM**

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model), en la zona norte las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) permanecieron hasta la zona de Pimentel (7°S) durante la primera semana de noviembre, expandiéndose luego hasta zonas oceánicas frente a Salaverry (9°S). En la zona centro las aguas con salinidad mayor a 35,1 ups asociadas a Aguas Sub-tropicales Superficiales (ASS) se habrían aproximado a la costa central incluso hasta Pisco durante la última semana. Al sur de San Juan (15°S), predominaron salinidades entre 34,9 ups a 35,1 ups, asociada a la permanencia de aguas costeras frías (ACF) y su proceso de mezcla. Salinidades de 34,8 ups se presentaron entre Pisco y Atico, con mayor expansión de la costa hacia el océano durante las tres primeras semanas (Figura 24).

## **2.2.4 Secciones oceanográficas**

### **2.2.4.1 Paita (24-25 de noviembre)**

La TSM presentó valores entre 20 °C y 21 °C en toda la sección, con la isoterma de 20 °C, la cual no se registró a fines de octubre, a 20 mn frente a la costa peruana. Se estimaron ATSM con valores de hasta +2,0 °C por fuera de las 20 mn (Figura 25 a, b, Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 °C a 21 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 80 m y 210 m de profundidad, en promedio 75 m más profunda que en octubre (Figura 25 d). Sobre los 50 m a 50 – 100 mn y sobre los 150 m dentro de las 40 mn se registraron núcleos con anomalías térmicas de hasta +3,0 °C y +2,0 °C, respectivamente, debajo de los cuales se registraron anomalías positivas de +1,0°C hasta los 400 m (Figura 26 b).

La salinidad en los primeros 40 m de profundidad evidenció la influencia de AES, con anomalías de hasta -0,30 ups (Figuras 26 c, d). Asimismo, se detectaron aguas de mezcla a 50 m - 100 m de profundidad, posiblemente por la interacción de AES y ASS (Figura 25 c, Figura 26 c).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>, asociada a la oxiclina, se profundizó de 200 m a 250 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a octubre (Figuras 25 e y 26 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL L<sup>-1</sup>), se detectó a 250 m - 300 m de profundidad en toda la sección. Se detectaron anomalías positivas de OD sobre los 100 m, con valores de hasta de hasta +2,0 mL L<sup>-1</sup>. Sobre los 50 m a 40 - 80 mn y dentro de las 20 mn, y entre los 70 m y 400 m a 35 - 100 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el norte con

velocidades de hasta  $30 \text{ cm s}^{-1}$ . Asimismo, se estimaron flujos hacia el sur entre los 10 m y 300 m a  $10 - 40 \text{ mn}$  y sobre los 50 m a  $80 - 100 \text{ mn}$ , con una velocidad de hasta  $30 \text{ cm s}^{-1}$  y  $10 \text{ cm s}^{-1}$ , respectivamente (Figura 26 e, f, g).

#### **2.2.4.2 Chicama (25-26 de noviembre)**

La TSM presentó la isoterma de  $19 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $15 \text{ mn}$  frente a la costa, la cual no se registró en el mes de octubre. La ATSM mostró valores alrededor de  $+1,0 \text{ }^\circ\text{C}$  (Figura 27 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  con una termoclina débil, mientras que la isoterma de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  se presentó a  $70 - 120 \text{ m}$  de profundidad, en promedio  $35 \text{ m}$  más profunda que en octubre (Figura 27 d). Se presentaron anomalías térmicas positivas en toda la sección, destacando una capa a  $10 - 50 \text{ m}$  de profundidad con valores entre  $+2,0 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $+3,0 \text{ }^\circ\text{C}$  (Figura 28 a, b).

En la capa superficial, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de ACF en la zona costera y ASS a  $60 - 90 \text{ mn}$  hasta los  $40 \text{ m}$ , las cuales no se registraron en octubre (Figuras 27 c y 28 c). Las anomalías de salinidad mostraron sobre los  $50 \text{ m}$  un valor de  $+0,05 \text{ ups}$  a  $60 - 90 \text{ mn}$ , asociado a la presencia de las ASS, y núcleos con valores de  $-0,10 \text{ ups}$  y  $-0,05 \text{ ups}$  a  $80 - 100 \text{ mn}$  y  $0 - 50 \text{ mn}$ , respectivamente (Figura 28 d), este último asociado a la presencia de ACF.

La distribución del OD continuó mostrando un leve ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de  $1 \text{ mL L}^{-1}$ , se presentó a unos  $50 - 70 \text{ m}$  de profundidad,  $15 \text{ m}$  más profunda que en octubre en promedio (Figura 27 e). El borde superior de la ZMO se mostró a  $180 \text{ m}$  (Figura 28 e). Se presentaron anomalías positivas de OD sobre los  $50 \text{ m}$  a dentro de las  $80 \text{ mn}$  con valores de hasta  $+2,0 \text{ mL L}^{-1}$  (Figura 28 f). Por otra parte, se observó un núcleo de flujo geostrofico con dirección sur, a  $65 - 100 \text{ mn}$  en los primeros  $320 \text{ m}$ , con una velocidad máxima de  $30 \text{ cm s}^{-1}$ , así como flujos con dirección norte en los primeros  $50 \text{ m}$  dentro de las  $70 \text{ mn}$  con una velocidad de hasta  $10 \text{ cm s}^{-1}$  (Figura 28 g).

#### **2.2.5 Estaciones fijas costeras**

El monitoreo de alta frecuencia de la columna de agua ( $<100 \text{ m}$ ) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre los  $16 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , en Chicama entre  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ , en Callao entre  $14 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ , en Atico entre  $14 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $16 \text{ }^\circ\text{C}$  y en Ilo entre  $14 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se detectó una profundización de las isotermas en Paita y Chicama durante la primera y segunda semana del mes, respectivamente; mientras que en las demás estaciones se presentó una leve profundización durante el mes (Figura 29). En Paita y Chicama se detectó anomalías positivas en toda la columna de agua con valores de hasta  $+3,0 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $+2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectivamente. Esta anomalía positiva de temperatura coincide con la presencia de ANMM positivas en la franja costera, lo cual es consistente con la llegada de una onda Kelvin cálida, mencionada en el informe del mes de septiembre. En Callao predominaron las condiciones neutras en la columna de agua (Figura 30).

Los registros de la salinidad y temperatura evidenciaron en la estación fija de Paita la presencia de AES sobre los  $45 \text{ m}$  en la primera quincena del mes y aguas de mezcla (AES-ASS) en el resto de la columna de agua. En Chicama predominó la presencia de aguas de mezcla (ACF-ASS) a finales del mes, mientras que, en Callao, Atico e Ilo se observó el predominio de ACF durante el mes (Figura 31).

En cuanto al OD, se detectó una profundización de las iso-oxígenas, asociadas con las isotermas, en Paita, Chicama, Atico e Ilo, mientras que en Callao estas se mostraron similar a octubre. La iso-oxígena de  $0,5 \text{ mL L}^{-1}$  se evidenció a  $60 - 100 \text{ m}$  en Chicama

solo en la primera quincena del mes, 22 m en Callao, 65 - 95 m en Atico y a 40 - 80 m en Ilo. En Paita la iso-oxígeno de 0,5 mL L<sup>-1</sup> no fue registrada (Figura 32).

## **2.2.6 Fertilidad y productividad**

### **2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes**

La variabilidad de los nutrientes no exhibió un comportamiento homogéneo en las estaciones fijas costeras.

Los nitratos mostraron una ligera disminución de sus concentraciones en la columna de agua en las estaciones fijas durante noviembre, a excepción de Callao. En Paita, por encima de los 40 m, se observó una disminución de los nitratos de ~7  $\mu\text{mol L}^{-1}$  a ~2  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en promedio durante el mes. En Chicama, la isolínea de 20  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó de los 20 m a 70 m entre la primera y la última semana del mes. En Callao, debajo de los 15 m las concentraciones aumentaron a 10 – 15  $\mu\text{mol L}^{-1}$  durante la última semana. En Ilo, la isolínea de 15  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó desde la superficie a los ~25 m durante el mes (Figura 33).

Los silicatos se mantuvieron en los mismos niveles durante noviembre, a excepción de Chicama, donde aumentaron. En Paita se observaron concentraciones entre 5  $\mu\text{mol L}^{-1}$  a 15  $\mu\text{mol L}^{-1}$ . En Chicama, la isolínea de 15  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó de los 30 m hasta los 80 m entre inicios y la última semana del mes. En Callao e Ilo, por debajo de los 30 m de profundidad las concentraciones se mantuvieron entre los 20  $\mu\text{mol L}^{-1}$  a 30  $\mu\text{mol L}^{-1}$  (Figura 34).

Las concentraciones de fosfatos se mantuvieron en Paita, disminuyeron en Chicama e Ilo, y aumentaron en Callao. En Paita, se observaron concentraciones de 1  $\mu\text{mol L}^{-1}$  a 1,5  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en la columna de agua. Entre inicios y la tercera semana del mes, en Chicama, la isolínea de 2  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó de 0 m a 85 m, mientras que, en Ilo la isolínea de 2,5  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó de 5 m a 40 m. En Callao, la isolínea de 3  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se superficializó de 40 m a 15 m entre inicios y fines de mes (Figura 35).

### **2.2.6.2 Clorofila-a**

Los valores de clorofila-a satelital fluctuaron mayormente entre 1  $\mu\text{g L}^{-1}$  y 3  $\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 60 mn a lo largo de toda la costa, y se presentó un núcleo de valores mayores a 3  $\mu\text{g L}^{-1}$  entre Huacho y Pisco. Entre Paita y San Juan las anomalías fluctuaron mayormente entre -1  $\mu\text{g L}^{-1}$  a -3  $\mu\text{g L}^{-1}$  a lo largo de la costa, mientras que frente a Ilo se observaron anomalías positivas de +1  $\mu\text{g L}^{-1}$  (Figura 36 a, b). En promedio, entre los 6°S y 16°S y dentro de las 60 mn, los valores fluctuaron debajo de su patrón estacional (-0,5  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), a excepción de la tercera semana (~+0,3  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) (Figura 36 d).

Latitudinalmente, entre los 8°S y 12°S se presentaron mayormente anomalías negativas de ~ -1,5  $\mu\text{g L}^{-1}$  durante el mes; sin embargo, entre los 12°S a 14°S predominaron anomalías positivas (+3  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) (Figura 36 e).

Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico es la cantidad de luz incidente, la cual es afectada por la presencia de nubes. Entre Paita y Pisco, existió una alta cobertura nubosa durante del mes (70% - 80% de días nublados), mientras que, al sur de los 14°S la cobertura fue de 40% (Figura 36 c).

## **2.2.7 Indicadores biológicos del plancton**

### **2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.**



## **Paíta**

En noviembre, frente a Paíta, a 40 mn se determinó al dinoflagelado *Ceratium breve* var. *schmidtii*, especie indicadora de AES, asociado a una TSM de 20,6 °C (Figura 37).

La comunidad de fitoplancton fue predominante con un 95% del volumen del plancton a 60 mn (Estación 4) y estuvo conformada principalmente por diatomeas de aguas cálidas. Entre éstas destacaron *Detonula confervacea* y *Rhizosolenia bergonii* que presentaron abundancias relativas en la categoría “Abundante”, asociado a una TSM de 21,4 °C. En todas las demás estaciones, el zooplancton fue abundante con aproximadamente el 99% del volumen del plancton. Se observó la presencia de dinoflagelados termófilos como *Ceratium massiliense*, *C. candelabrum*, y *C. trichoceros*.

## **Chicama**

Frente a Chicama, se registró a *Protoperidinium obtusum*, especie indicadora de ACF dentro de las 15 mn y relacionado a TSM que variaron entre 18,5 y 19,5 °C (Figura 38), donde la predominancia del fitoplancton fue del 78% del volumen de plancton. La comunidad estuvo representada por diatomeas de afloramiento como neríticas entre las que destacaron *Chaetoceros affinis*, *Ch. debilis*, *Ch. didymus*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. concinnus* y *C. centralis* con abundancias relativas en la categoría “Abundante”. Los dinoflagelados de distribución cosmopolita presentaron una amplia distribución en todo el perfil como *Protoperidinium conicum*, *P. depressum*, *Ceratium furca*, *C. dens* y *C. tripos* con abundancias relativas en la categoría “Presente”, asociados a TSM que variaron entre 15,6 y 18,3 °C.

### **2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton**

#### **Paíta**

Frente a Paíta se determinó al copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, ubicado dentro de las 10 mn y a 60 mn de la costa. El copépodo *A. danae* y *C. pavo*, especies indicadoras de ASS, estuvieron localizados a 80 mn de la costa (Figura 39).

Con relación al ictioplancton, se determinaron huevos de “anchoveta”, localizados a 10 y 15 mn de la costa.

#### **Chicama**

Frente a Chicama se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus* especie asociada a ACF localizado a 5 mn de la costa, mientras que el copépodo *Oncaea conifera* especie indicadora de ASS se registró por fuera de las 30 mn de la costa. El copépodo *C. furcatus* especie indicadora de AES se localizó a 100 mn de la costa (Figura 40).

A nivel del ictioplancton, se determinó la presencia de huevos y larvas de “anchoveta”, los primeros distribuidos dentro de las 5 mn, mientras que las segundas, dentro de la 30 mn de la costa.

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

### **3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras de la anchoveta.**

#### **Seguimiento de la pesquería de anchoveta**

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 27 de noviembre del 2018 ascendió a 4 922 888 t, correspondiendo el 90,8% a la anchoveta, seguido de caballa y jurel (Tabla 2).

#### **Distribución, capturas y tallas de la anchoveta**

El 15 de noviembre se inició la Segunda Temporada de Pesca de anchoveta 2018 en la región norte – centro. Al 27 de noviembre la flota industrial de cerco capturó 733 435 t, correspondientes al 34,9% de la cuota otorgada. La flota se concentró entre Salaverry (8°S) y Bahía Independencia (14°S), siendo los principales puertos de descarga Chicama y Chimbote en el norte y Pisco en el centro. En la región sur, los desembarques se encontraron restringidos al puerto de Ilo (Figura 41).

La pesca artesanal y de menor escala dirigida a la anchoveta, los cuales realizan extracción dentro de las 10 mn, al 27 de noviembre desembarcó un total de 2 769 t con un valor promedio diario de 210 t, mostrando una estructura de tallas adultas y un mayor número de juveniles en Pisco (13°30'S).

#### **Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta**

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD) mostraron la declinación del periodo de desove principal de invierno (Figura 42).

### **3.2. Otras pesquerías**

#### **Jurel, caballa y bonito**

La flota de cerco industrial dirigida a la pesca de recursos para el Consumo Humano Directo registró jurel entre las 50 mn y 80 mn entre Pucusana (12°S) y Pisco (13°30'S), mientras que la caballa fue observada a 50 mn frente a Chicama (7°S) y entre 30 mn a 80 mn entre Pucusana y Cerro Azul.

#### **Merluza**

Al 27 de noviembre 2018, se ha desembarcado un total de 1 828,1 t de merluza, ascendiendo a un total de 11 093 t. Lo desembarcado durante este régimen de pesca corresponde al 14% de avance del LMCTP.

### **3.3. Especies Indicadoras**

En la pesca dirigida a la anchoveta se registraron especies indicadoras de masas de aguas cálidas como *Sphyraena ensis* “agujilla” y *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito” a 40 mn frente a Supe (10°S). En la zona costera, dentro de las 20 mn, se registró a la especie indicadora de aguas frías *Pleurocondes monodon* “múnida” (Figura 43).

### **3.4. Avistamiento de aves**

Durante el monitoreo oceanográfico realizado frente a Chicama, se avistó un total de 11 especies de aves marinas, de las cuales las aves guaneras presentaron una mayor abundancia relativa, principalmente dentro de las 20 mn.

Las aves guaneras (piquero, pelicano y guanay) mostraron asociación con las ACF con temperaturas promedio de 18,6°C. Las aves migratorias como albatros, gaviota de Galápagos y la golondrina de Wilson se registraron a una temperatura promedio de 20,6°C.

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

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

La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) de las agencias internacionales (IRI, noviembre 2018), indican condiciones moderadas a débiles de El Niño durante verano-inicios de otoño del 2019 en la región Niño 3.4 con una anomalía de TSM en promedio de +1°C, observándose además valores dentro del rango de +1°C a +2°C entre los 180°W a 110°W en el ecuador (i.e. ECMWF, CFS, NMME; Figuras 44 y 45). Frente a la costa peruana los modelos ECMWF, CFS y NMME indican condiciones cálidas débiles para el trimestre FMA (+0,5°C a +1°C) (Figura 44).

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

Según la simulación del modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002), en la costa norte de Perú, se espera la llegada de una onda Kelvin cálida en diciembre 2018 (modo 1) y otra durante enero 2019 (modo 2). Estas ondas contribuirían a que se mantenga el incremento de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar (Figura 46).

##### **4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú**

Para el ITCP, el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000) y el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y APS, pronosticaron valores dentro de las condiciones cálidas entre los meses de diciembre 2018 y marzo 2019 (Fig. 47 y 48).

#### **5. CONCLUSIONES**

- A lo largo de la mayor parte del Pacífico Ecuatorial, las zonas con anomalías positivas de TSM se expandieron hasta la región Niño 1+2. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado al noreste de su posición normal con una intensidad mayor a su valor climatológico en 2 hPa. Frente a la costa peruana, en promedio, la presión atmosférica a nivel del mar presentó condiciones normales, de acuerdo a la estacionalidad.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió un pulso de anomalías positivas entre el 11 y 20 del mes, mientras que, valores neutros a negativos estuvieron presentes

el resto del mes. El afloramiento costero se mantuvo similar en intensidad al mes anterior, manteniendo sus índices más altos frente Talara ( $350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$  y  $550 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ ). Frente a Pisco el afloramiento disminuyó a valores de alrededor de  $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ .

- Las anomalías de TSM a lo largo de la costa presentaron valores alrededor de  $+1^\circ\text{C}$  durante todo el mes; sin embargo, frente a Tumbes, se observaron anomalías de  $+3^\circ\text{C}$  durante la segunda semana del mes. Los índices térmicos ITCP y LABCOS presentaron valores dentro de la condición neutra y cálida respectivamente, con tendencia ascendente.
- Frente a Paita, sobre los 150 m, se observaron anomalías térmicas de hasta  $+3^\circ\text{C}$  asociadas a la presencia de AES ( $<40$  m) y aguas de mezcla (ASS-AES). En el resto de la sección hasta los 400 m, predominaron anomalías positivas de alrededor de  $+1,0^\circ\text{C}$ . Frente a Chicama se observó una capa con anomalías térmicas entre  $+2$  y  $+3^\circ\text{C}$  (10-50 m), asociada a la presencia de ASS entre las 60 y 90 mn. Por debajo de estas predominaron anomalías térmicas de  $+1,0^\circ\text{C}$  y ligeras anomalías halinas positivas, hasta los 500 m. La profundidad de la oxiclina exhibió un ascenso frente a Paita fuera de la costa, mientras que en Chicama se mostró similar a octubre. El límite superior de la ZMO se ubicó a 180 - 250 m frente a Paita y a 150 - 180 m de profundidad frente a Chicama.
- Las estaciones fijas costeras monitoreadas (100 m) mostraron una intensa profundización de las isotermas e iso-oxígenas, principalmente en Paita y Chicama, y de manera débil en el resto de las estaciones. Las anomalías térmicas mostraron valores de hasta  $+3^\circ\text{C}$  y  $+2^\circ\text{C}$  en Paita (primera semana septiembre) y Chicama (segunda semana de septiembre), respectivamente. Esto es consistente con el arribo y propagación de una onda Kelvin cálida frente a la costa norte. En general los nutrientes no exhibieron un comportamiento homogéneo de sus concentraciones en las estaciones fijas costeras.
- Las concentraciones de clorofila-a fluctuaron entre  $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$  a  $3,0 \mu\text{g L}^{-1}$  a lo largo de la costa dentro de las 60 mn, con un núcleo entre Huacho y Pisco, que presentó valores mayores a  $3,0 \mu\text{g L}^{-1}$ . Las anomalías mayormente presentaron valores de  $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ , a excepción de frente a Ilo ( $+1,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ).
- La flota industrial anchovetera se concentró principalmente entre Salaverry y Bahía Independencia. La flota artesanal, mostró una estructura de tallas principalmente de ejemplares adultos, a excepción de Pisco donde hubo una mayor incidencia de juveniles. Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro muestran la declinación del periodo de desove principal de invierno.
- Para los próximos meses se espera la llegada de una onda Kelvin cálida (modo 1) durante diciembre 2018 y otra durante enero 2019 (modo 2) a la costa norte. Estas ondas podrían mantener las anomalías positivas de la temperatura del mar en dicho periodo.

- Para el trimestre FMA 2019, en promedio los modelos climáticos internacionales pronostican condiciones de El Niño moderado en la región Niño 3.4 con un valor de  $+1^{\circ}\text{C}$ . Para el mismo periodo, frente a la costa peruana los modelos ECMWF, CFS y NMME pronostican condiciones cálidas débiles ( $0,5^{\circ}\text{C}-1^{\circ}\text{C}$ ).

## 6. REFERENCIAS

Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chavez, 2015: Anomalías del perfil vertical de temperatura del punto fijo Paita como indicador de la propagación de Ondas Kelvin, Boletín Trimestral Oceanográfico “Estudio y Monitoreo de los Efectos del Fenómeno El Niño en el Ecosistema Marino Frente al Perú”, Instituto del Mar del Perú, 1 (1-4), 6-8.

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. Research, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.

Quispe-CCalluari, C., J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza-Morriberón, A. Chamorro, J. Ramos y R. Oliveros-Ramos. 2016. El Índice Térmico Costero Peruano (ITCP). Bol. Trim. Oceanog. IMARPE. 2:7-11.

Quispe, J. y L. Vásquez, 2016. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18

## 7. TABLAS

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM (°C) registrados en los Laboratorios Costeros del IMARPE - noviembre 2018.

Estación	TSM Oct. (°C)	TSM Nov. (°C)	ATSM Nov. (°C)
Tumbes	25,88	26,33	0,23
Paita	17,50	20,14	2,14
San José	18,54	20,56	1,06
Chicama	16,25	18,22	2,02
Huanchaco	16,31	17,96	1,76
Chimbote	18,75	19,73	0,23
Huacho	15,22	15,94	0,14
Callao	14,72	15,55	0,45
Pisco	19,90	20,53	0,43
Ilo	15,76	16,58	0,68

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 27 de noviembre del 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Región	Periodo (01 Enero - 27 Noviembre 2018)					
	Norte	Centro	N + C	Sur	Total	%
Anchoveta Ind. Acero	1 796 748	1 879 561	3 676 309	185 103	3 861 412	78.4
Anchoveta Ind. Madera	828 427	104 968	933 395	31 026	964 421	19.6
Sub - total (t)	2 625 175	1 984 529	4 609 704	216 129	4 825 833	
Sardina	0	0	0	0	0	0.0
Jurel	12 458	26 765	39 223	0	39 223	0.8
Caballa	21 185	18 394	39 579	0	39 579	0.8
Samasa	0	0	0	0	0	0.0
*Otros	143	18 102	18 245	0	18 245	0.4
Total	2 658 961	2 047 790	4 706 751	216 129	4 922 880	100.0
Porcentaje (%)	54.0	41.6		4.4	100.0	

## 8. FIGURAS

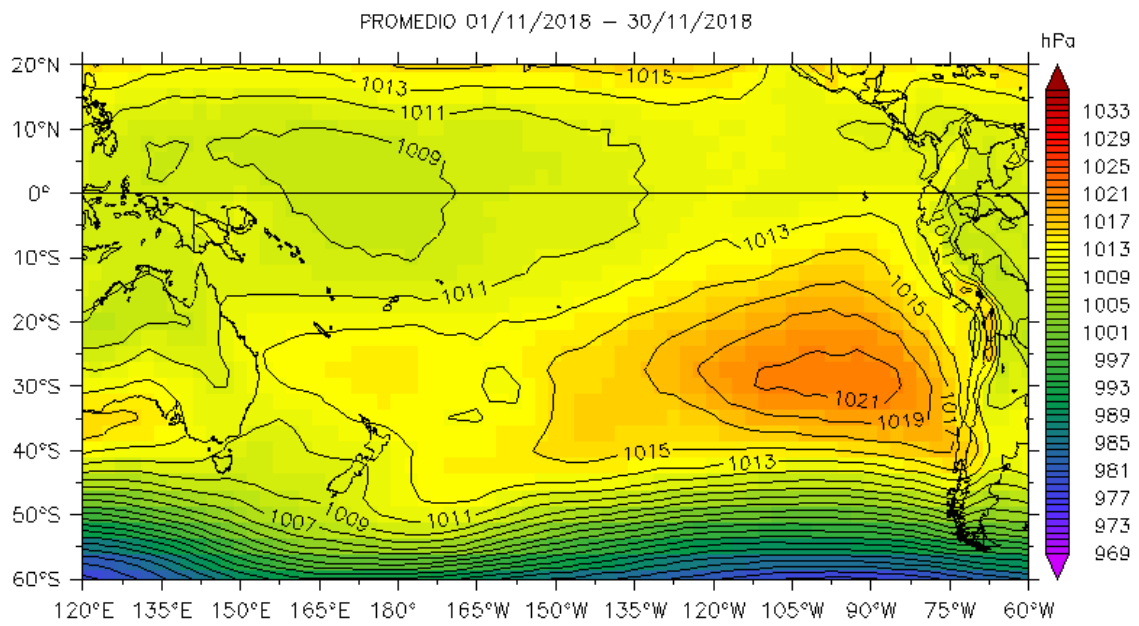
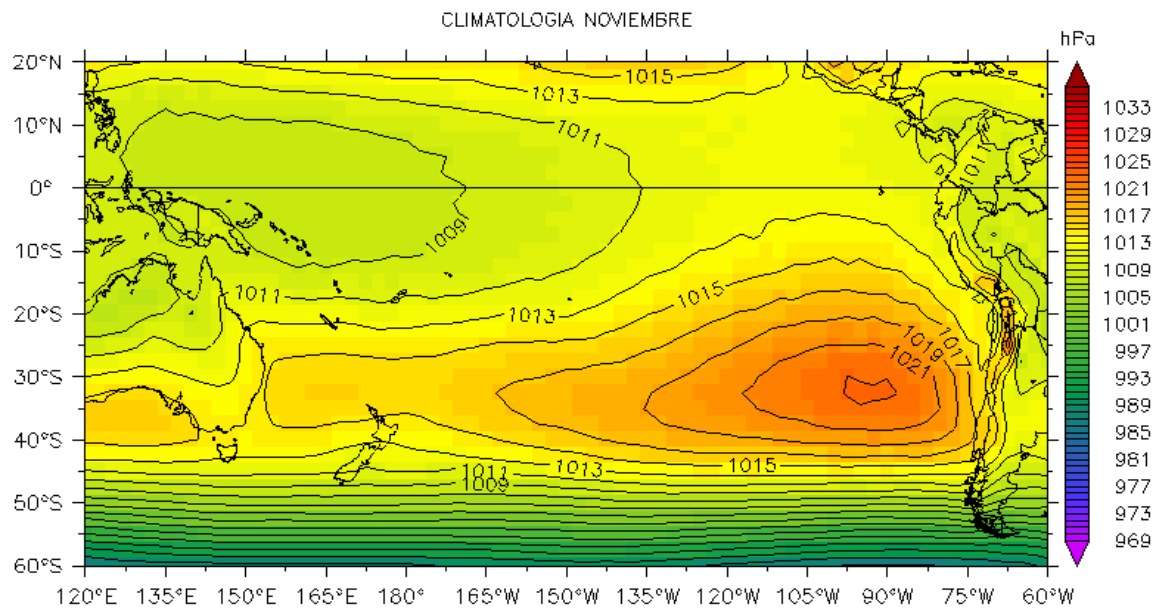


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1 - 30 noviembre, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.



(a)



(b)

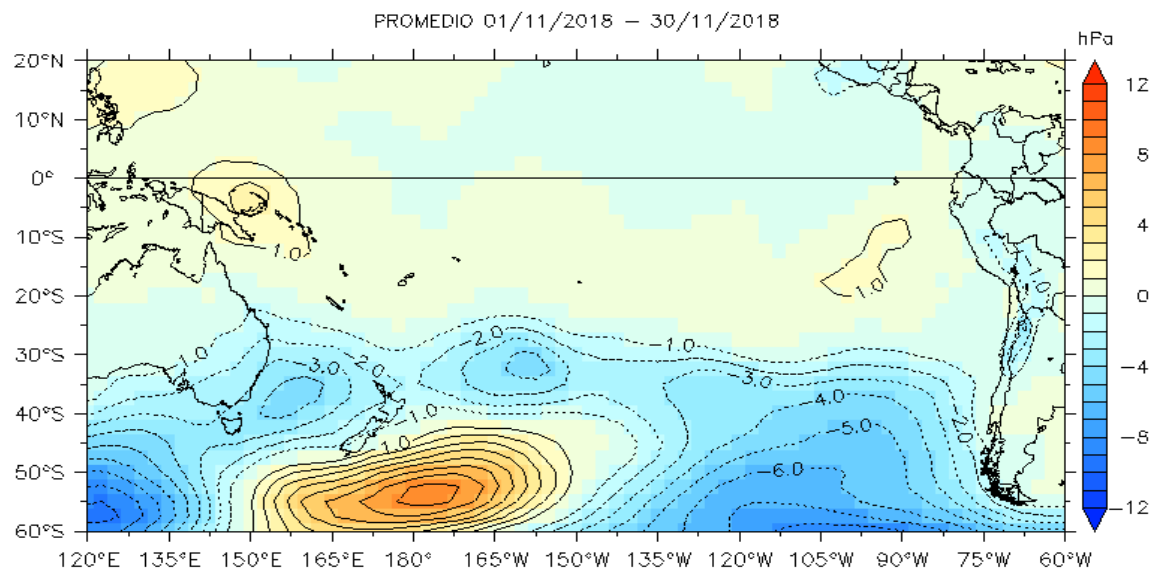


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de noviembre 2018. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

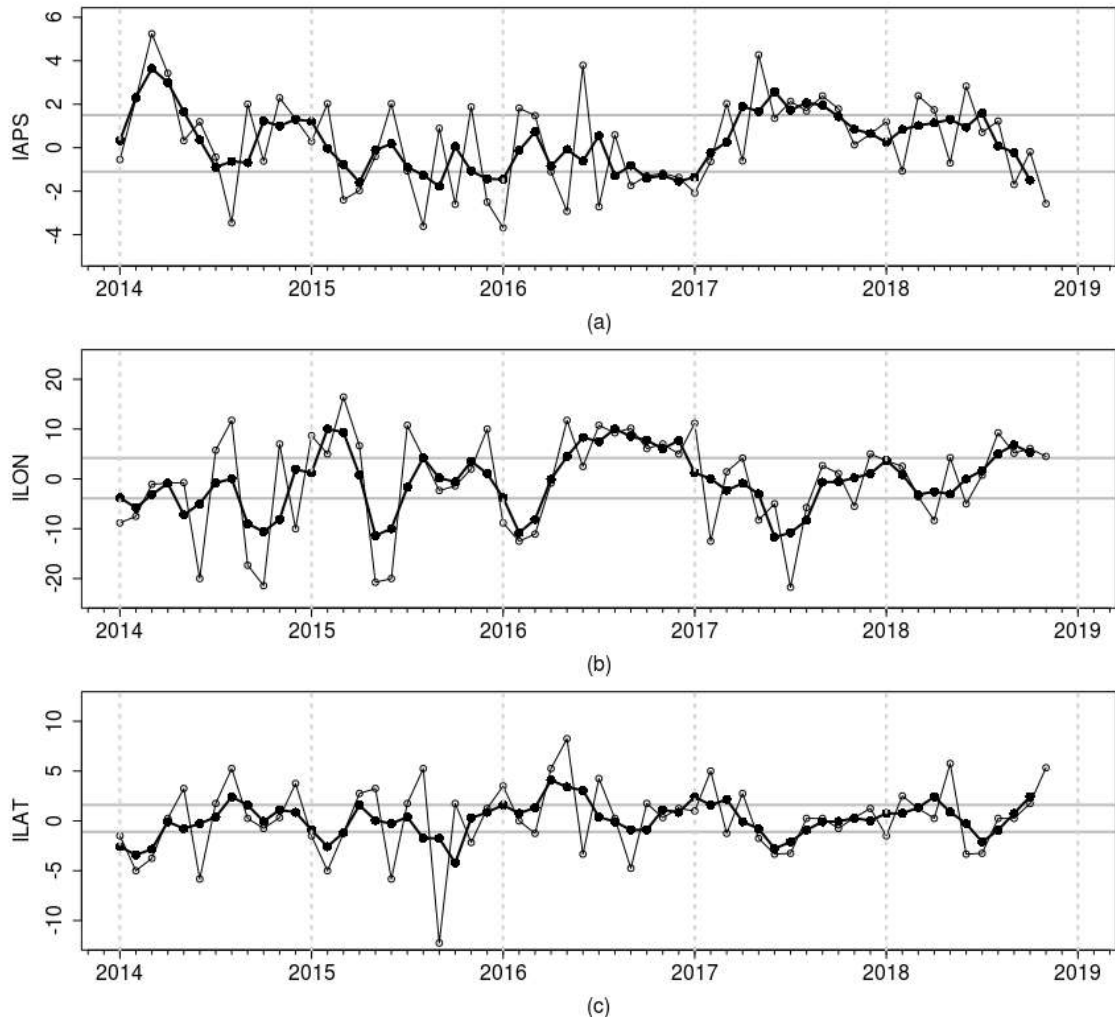


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre SON 2018 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2014 – noviembre 2018.

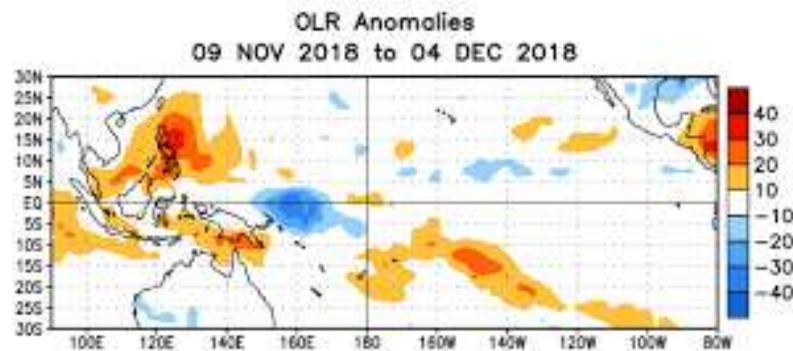


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ( $W m^{-2}$ ) durante el mes de noviembre de 2018. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

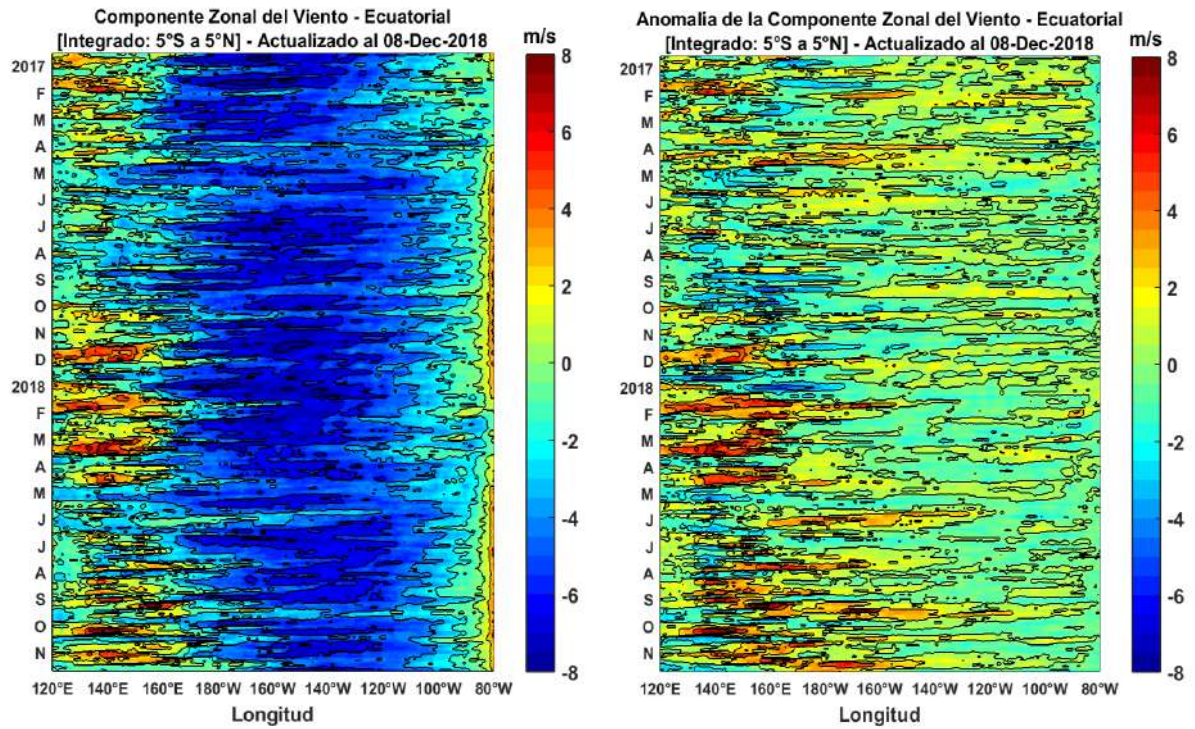


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento ( $m s^{-1}$ ), b) Anomalia de la Componente zonal del viento ( $m/s$ ), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 08/12/2018.

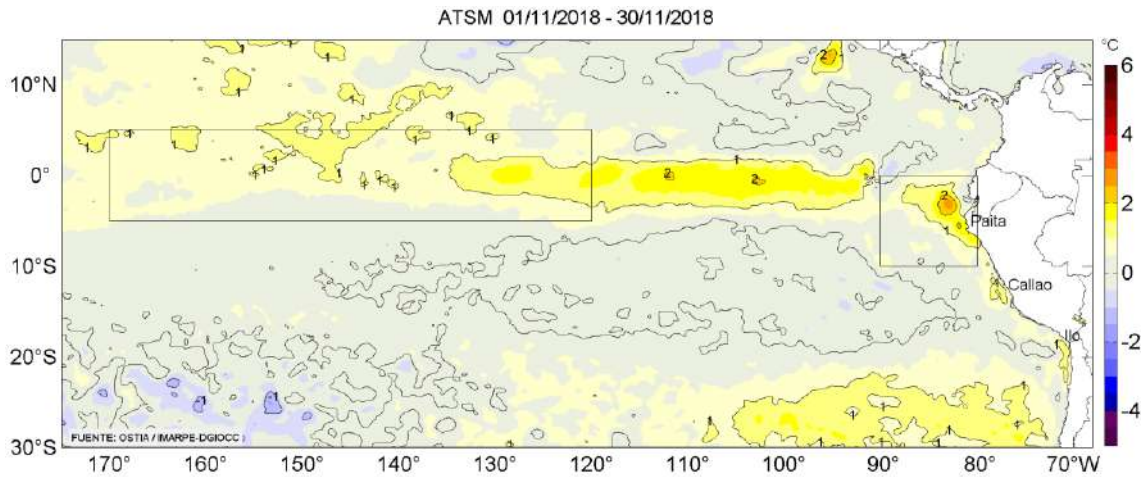


Figura 6. Anomalías promedio de la TSM (°C) para el mes de noviembre 2018. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

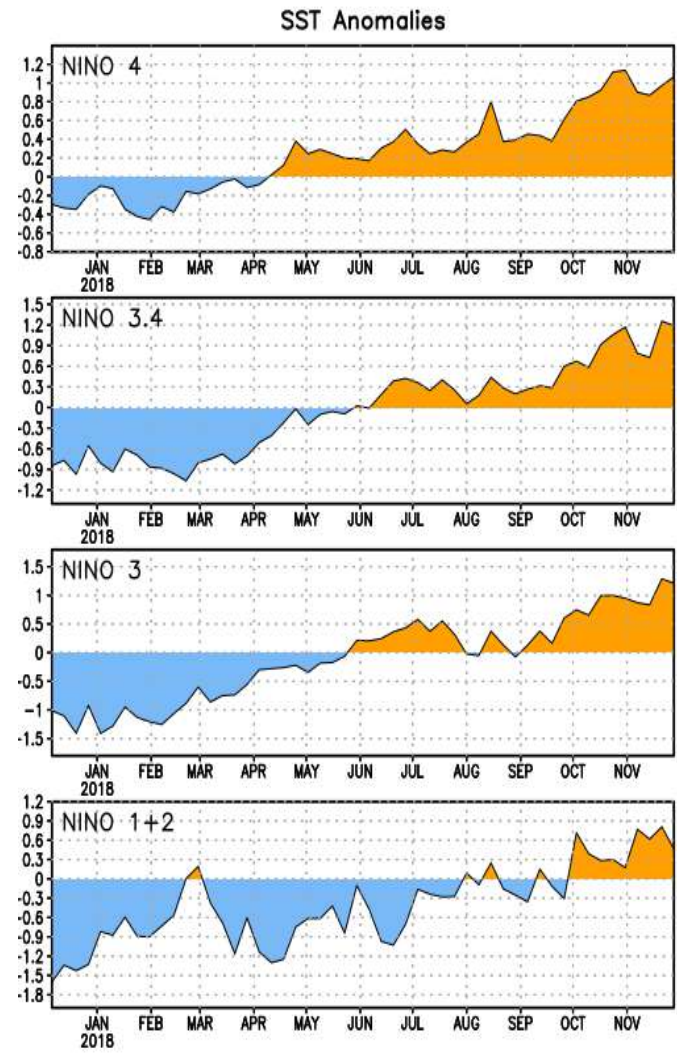


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de noviembre del 2018. Fuente CPC/NOAA.

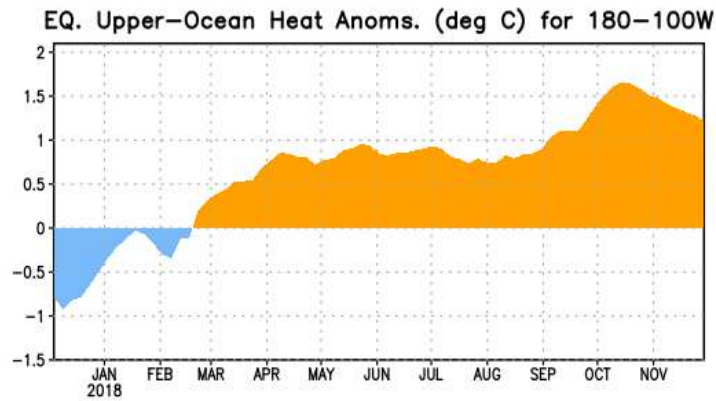


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

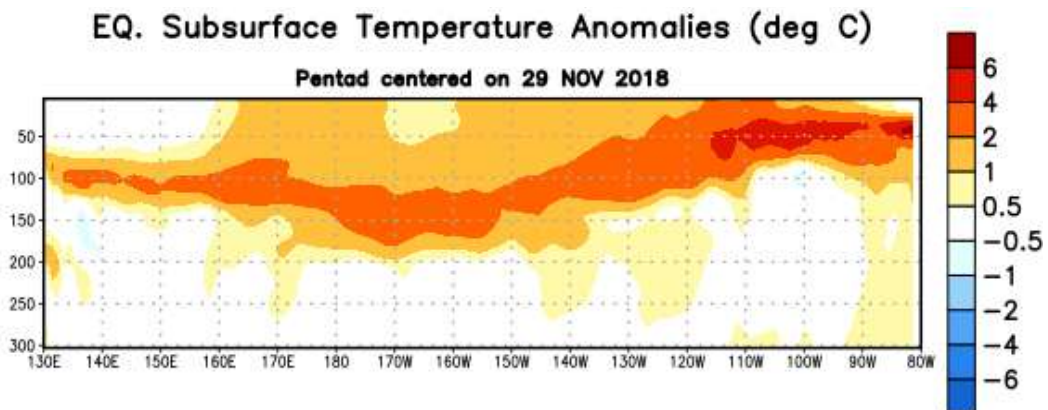


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transepto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del Océano Pacífico Ecuatorial, centradas en la semana del 29 de noviembre de 2018. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

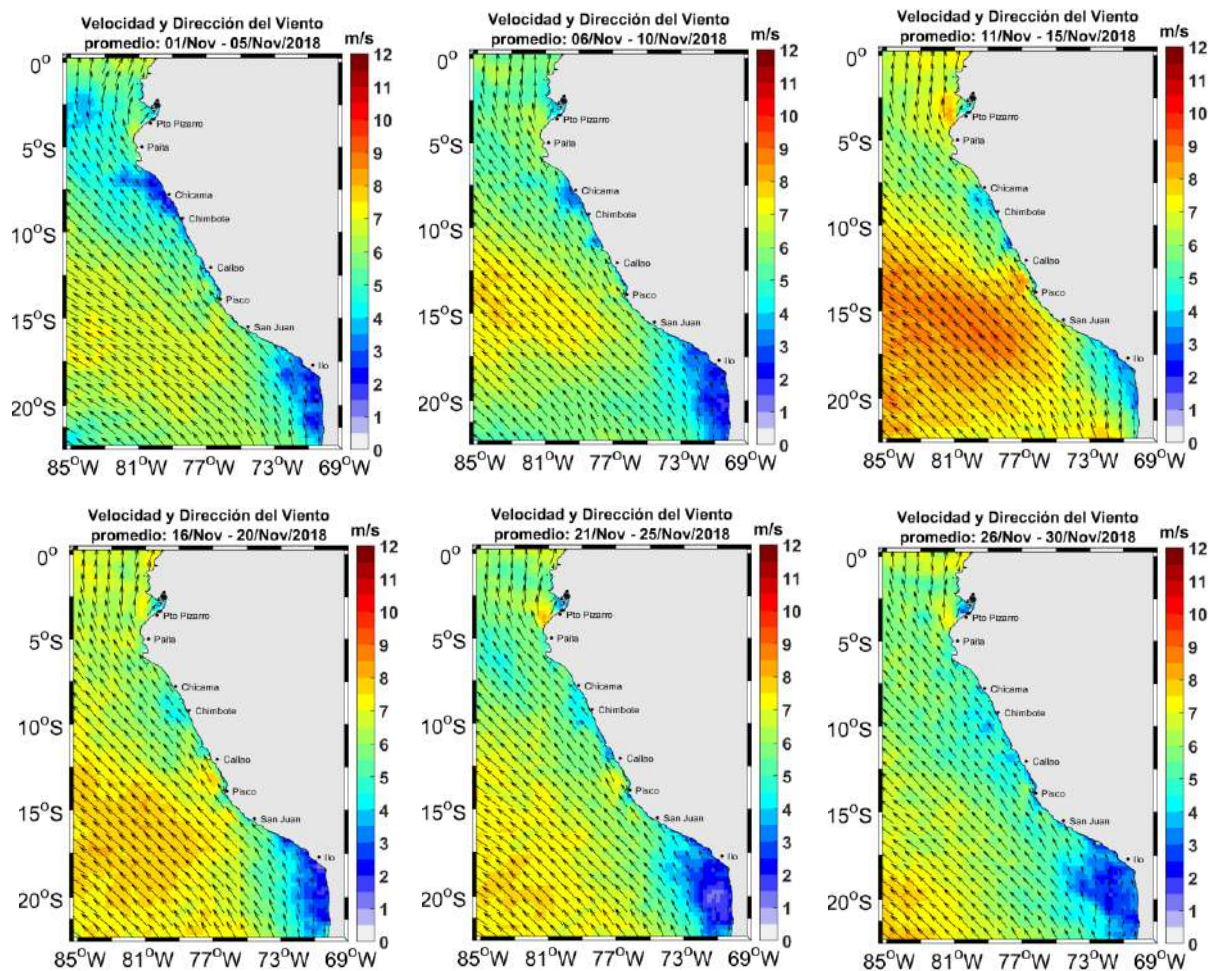


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/11/2018.

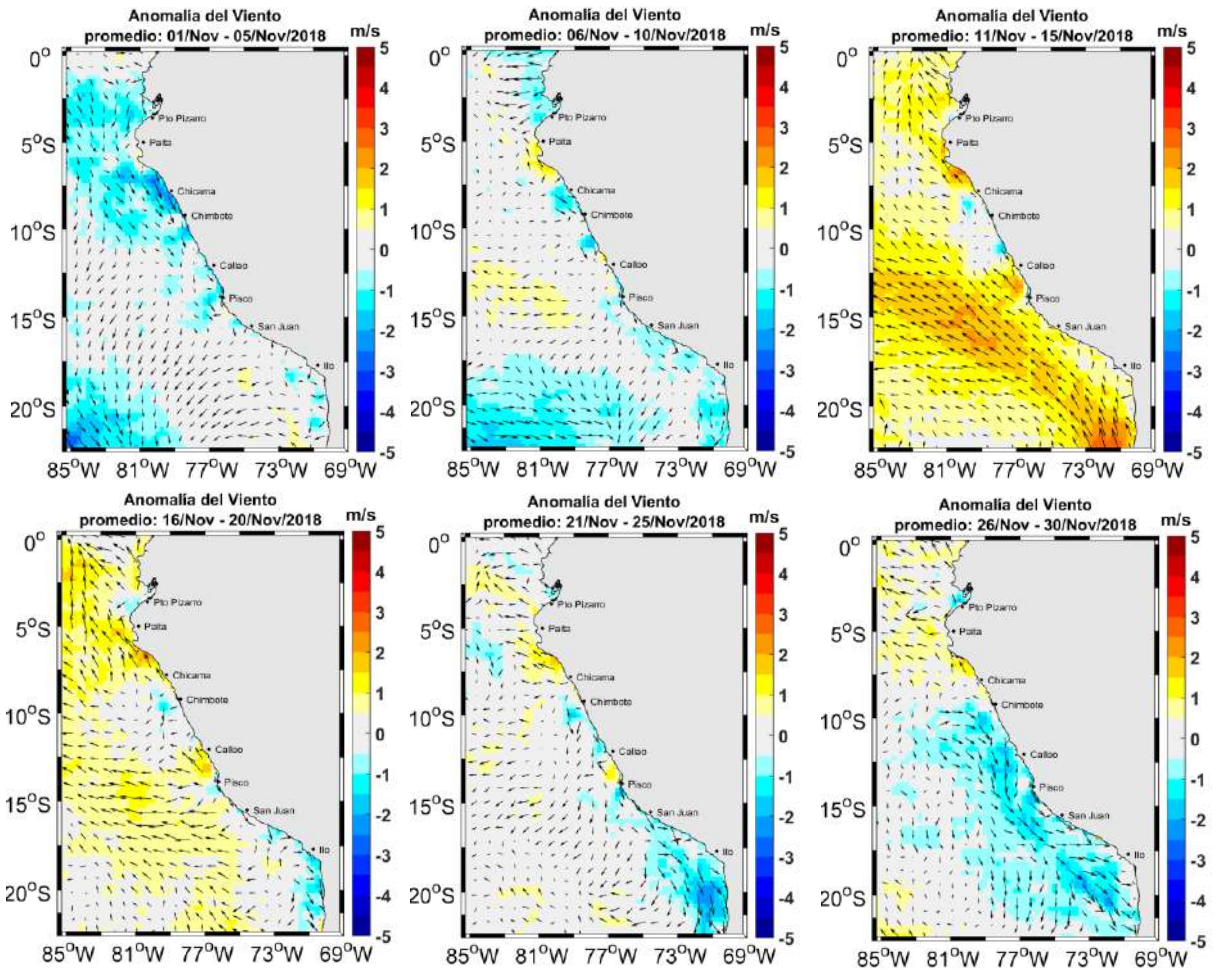


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/11/2018.

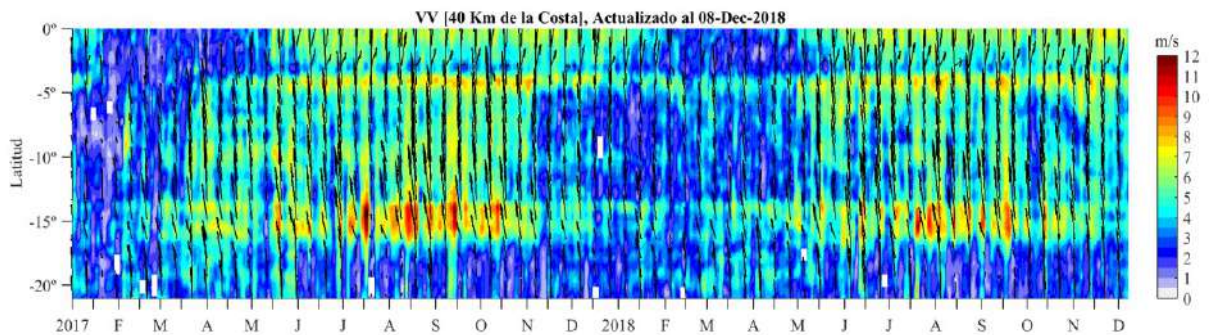


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 08/12/2018.

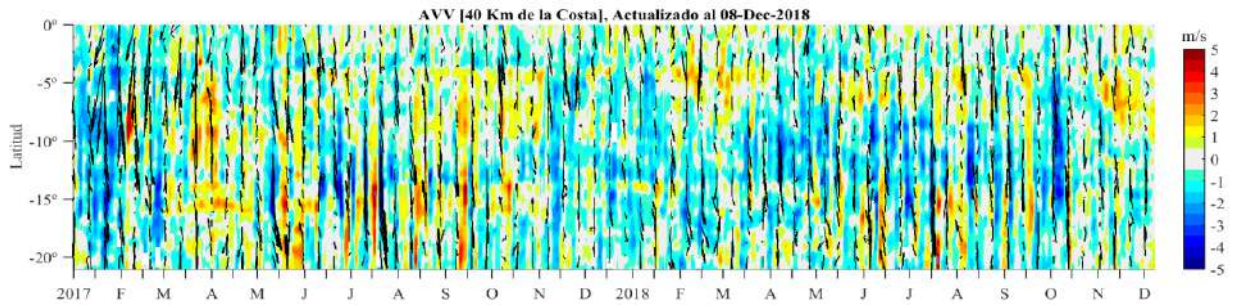


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalía del Viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/10/2018.

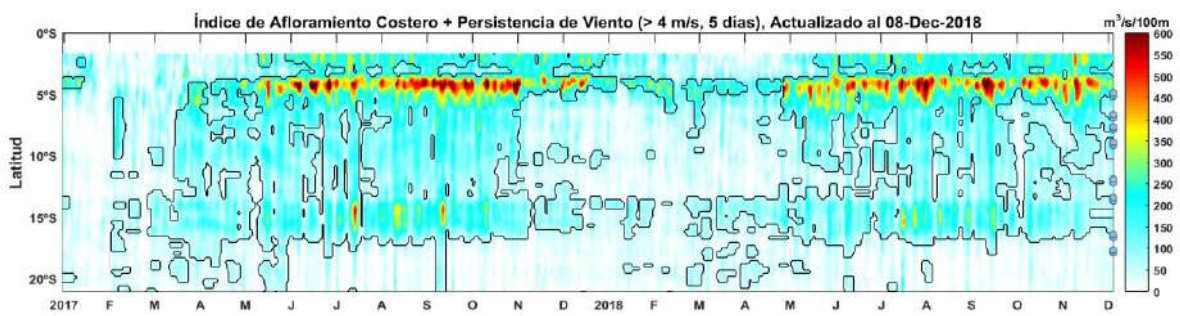


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad noviembre a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 08/12/2018.



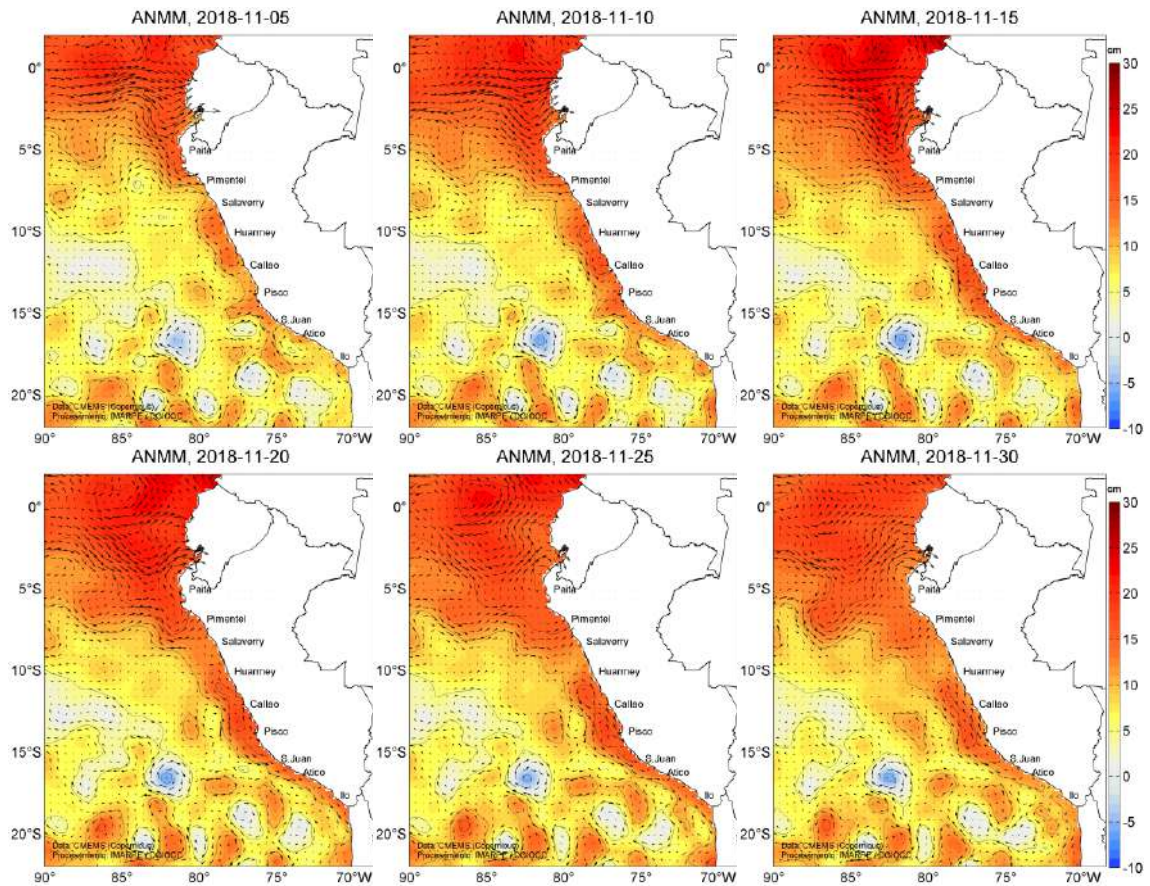


Figura 15. Anomalía de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de noviembre de 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

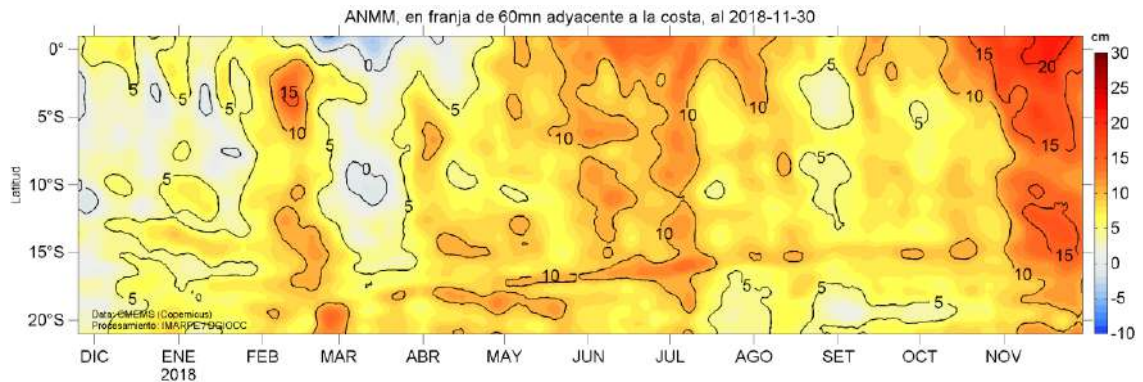


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 30 de noviembre del 2018, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

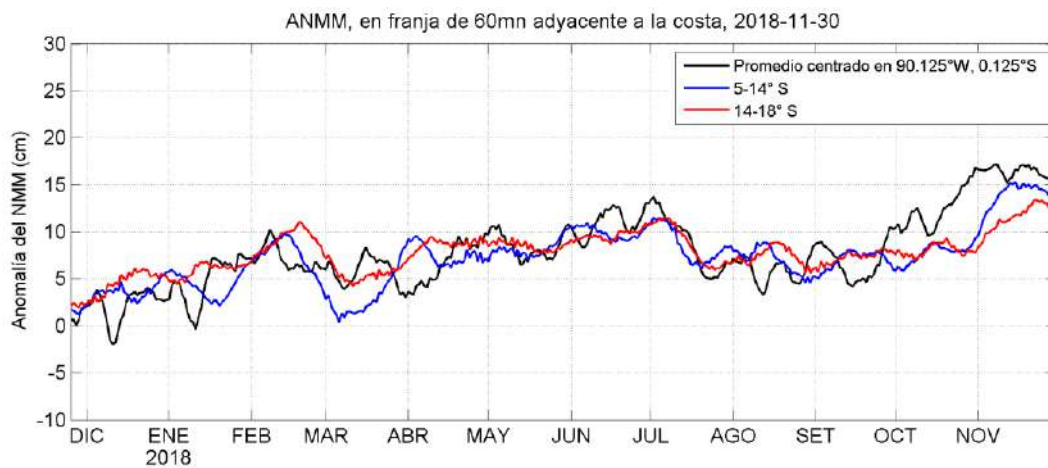


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de noviembre del 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

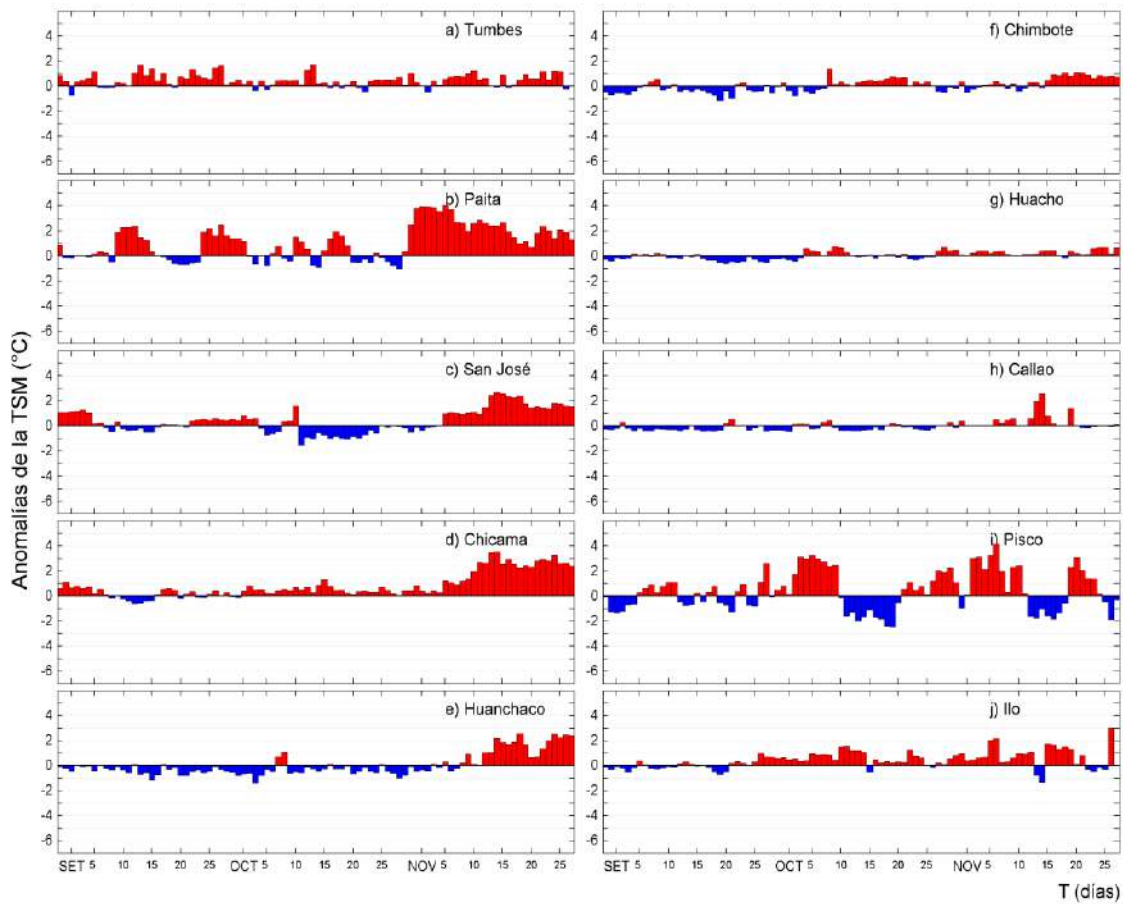


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

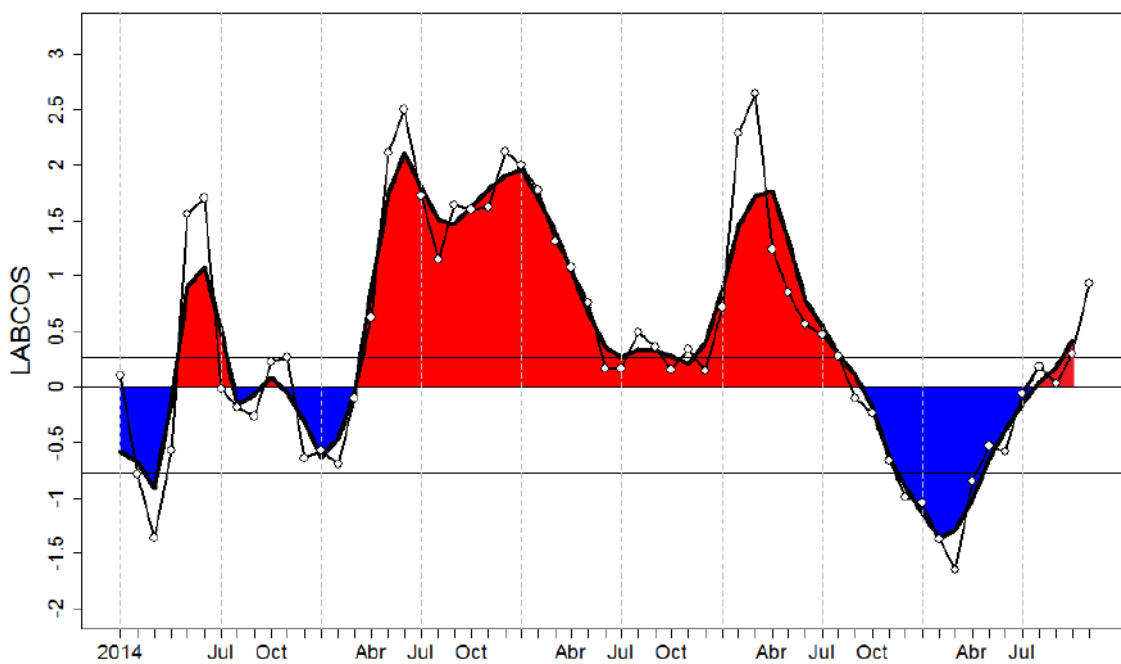


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - noviembre 2018. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

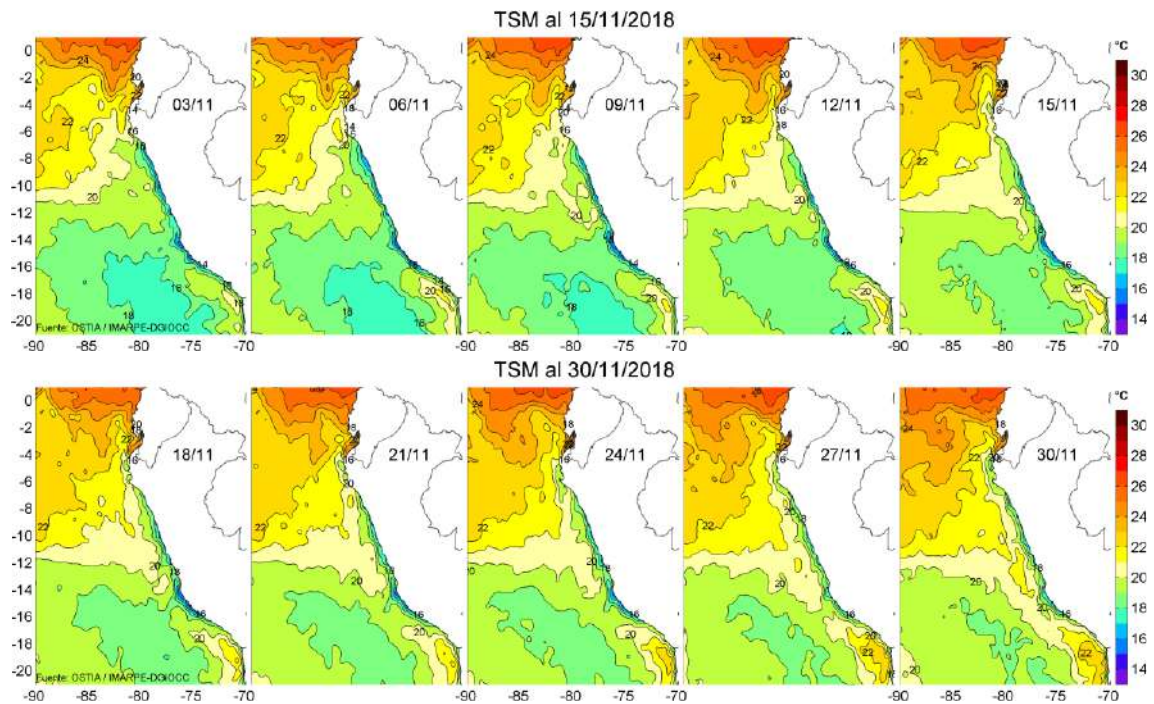


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante noviembre del 2018. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

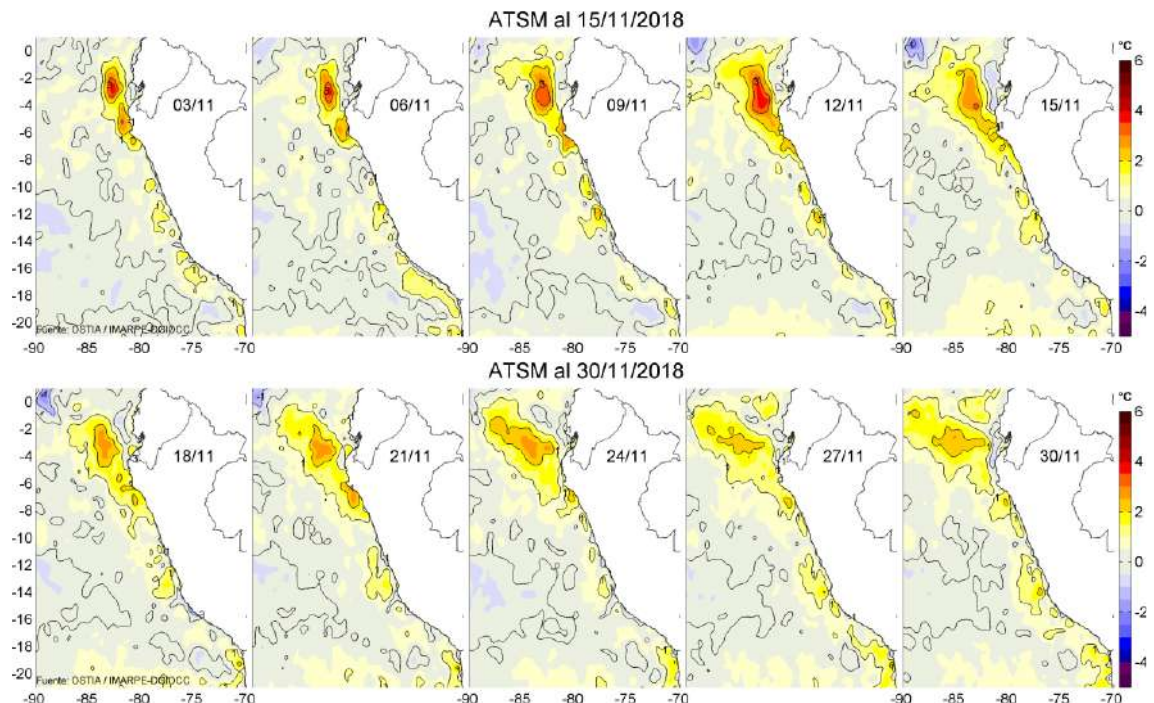


Figura 21. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante noviembre del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

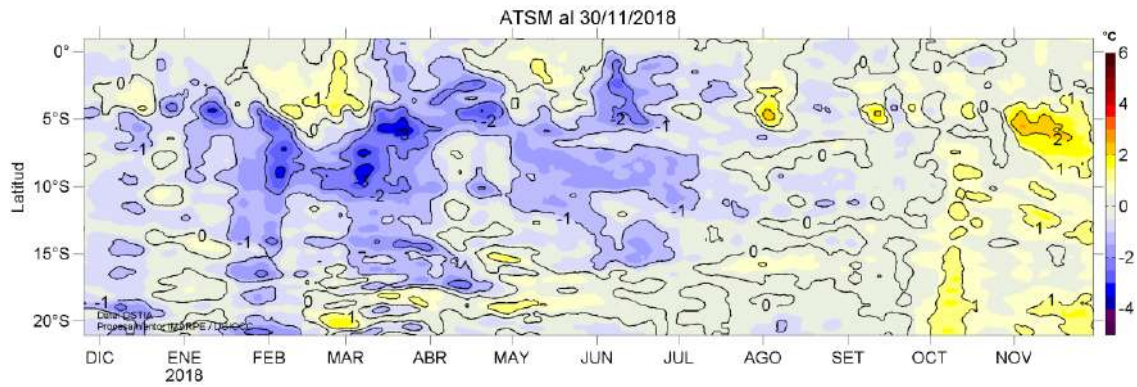


Figura 22. Evolución de las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 30 de noviembre del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

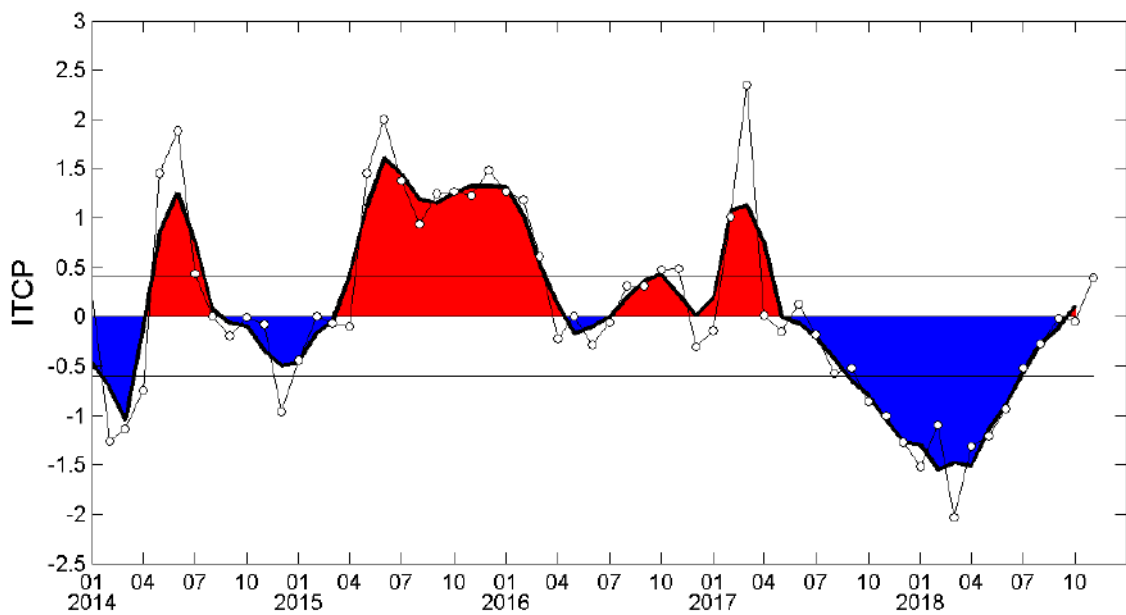


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre SON 2018. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

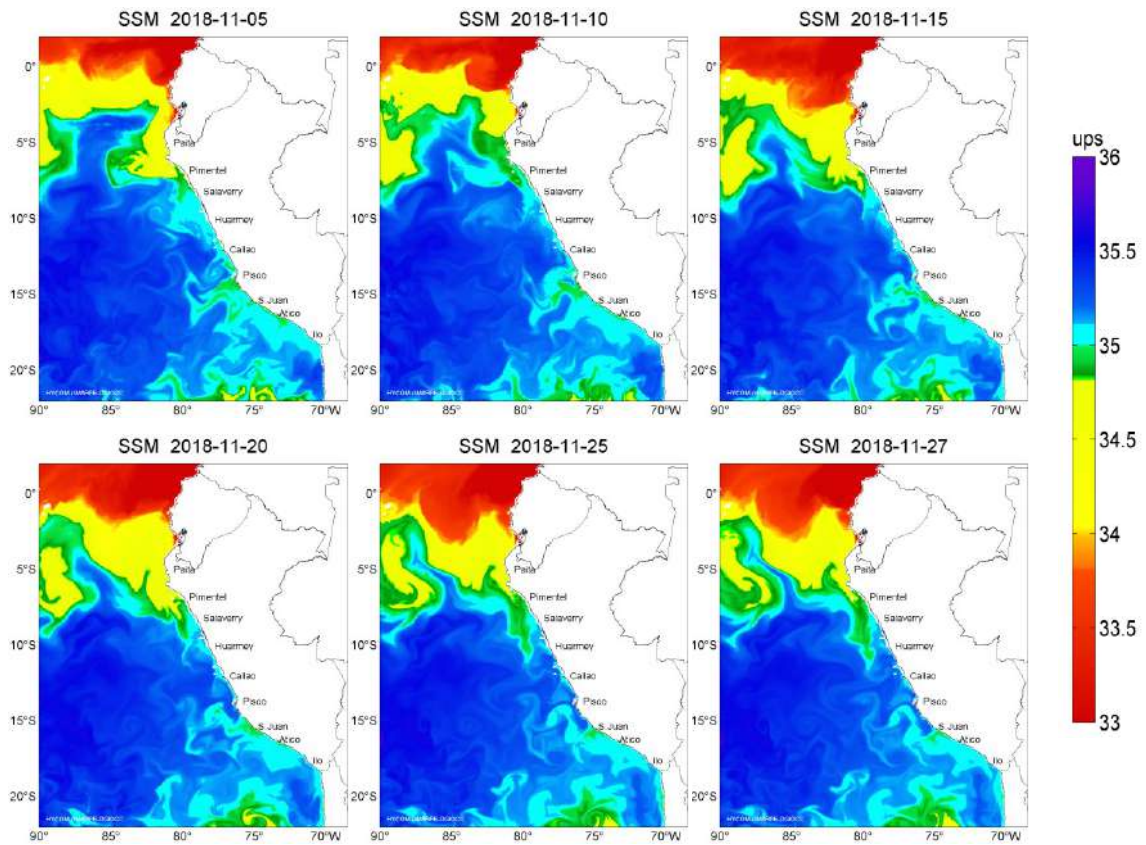


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 27 de noviembre del 2018. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

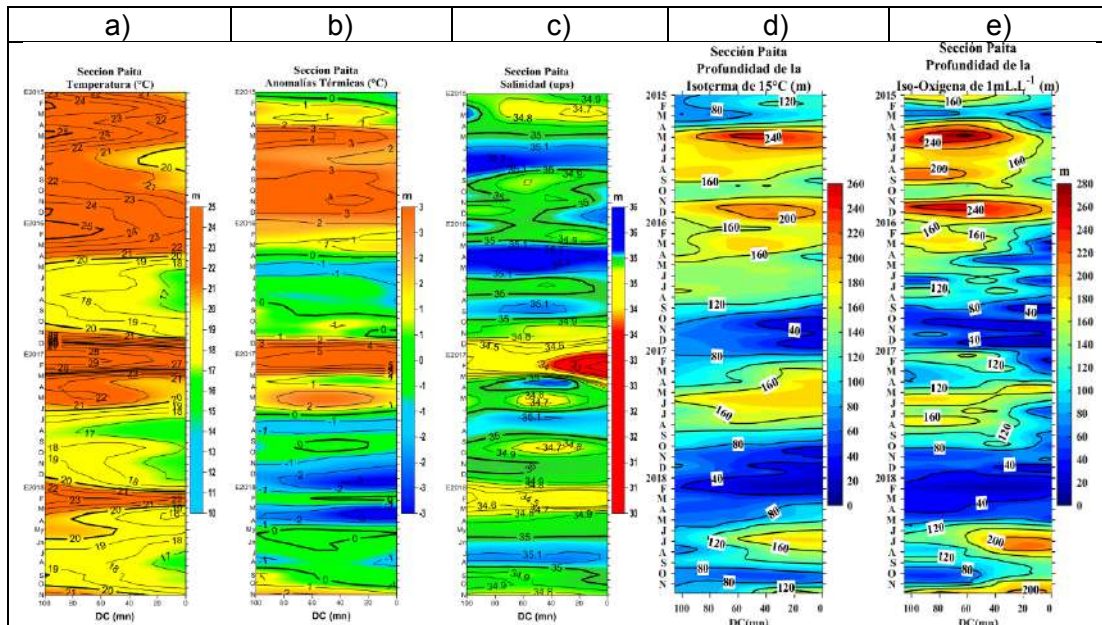


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre del 2018.

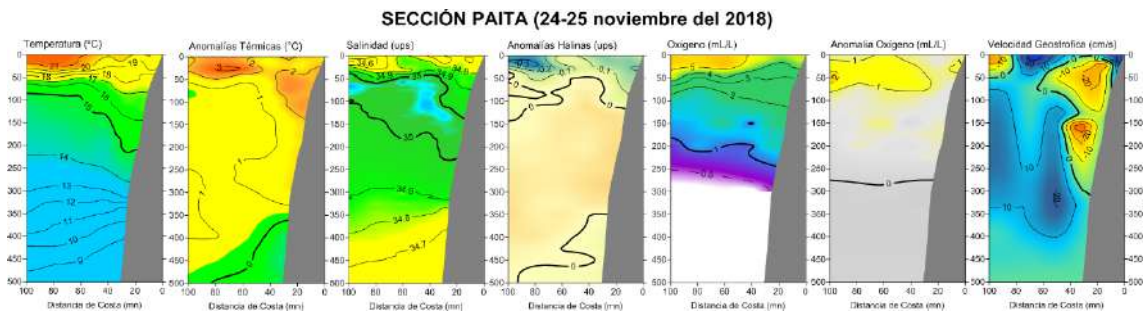


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL L<sup>-1</sup>), f) anomalía de oxígeno (mL L<sup>-1</sup>) y g) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 y 25 de noviembre de 2018. Fuente: IMARPE.

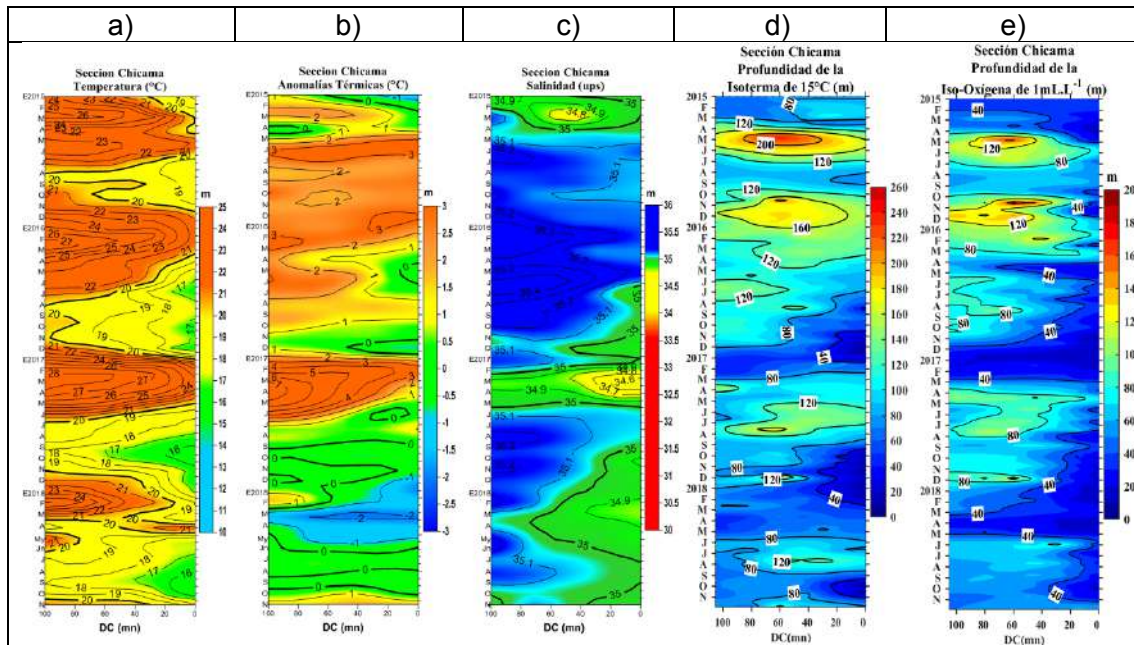


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre de 2018.

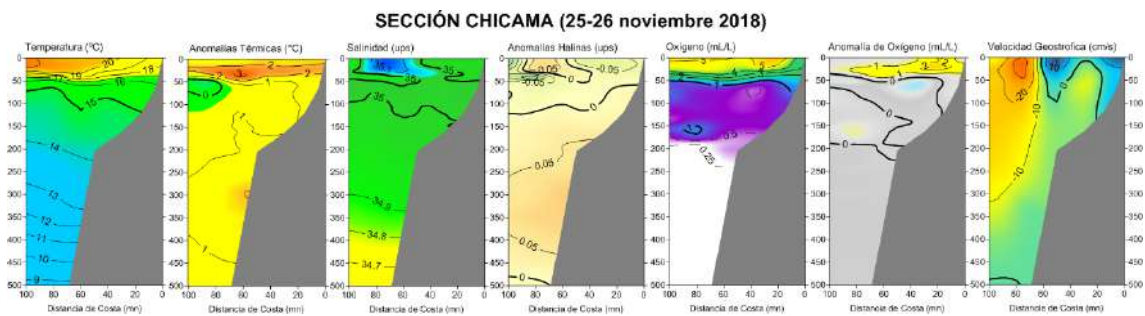


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalia de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (‰), d) Anomalia de Salinidad Superficial del mar (‰), e) anomalía de Oxígeno (mL L<sup>-1</sup>), f) Anomalia de Oxígeno (mL L<sup>-1</sup>) y g) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de noviembre de 2018. Fuente: IMARPE.



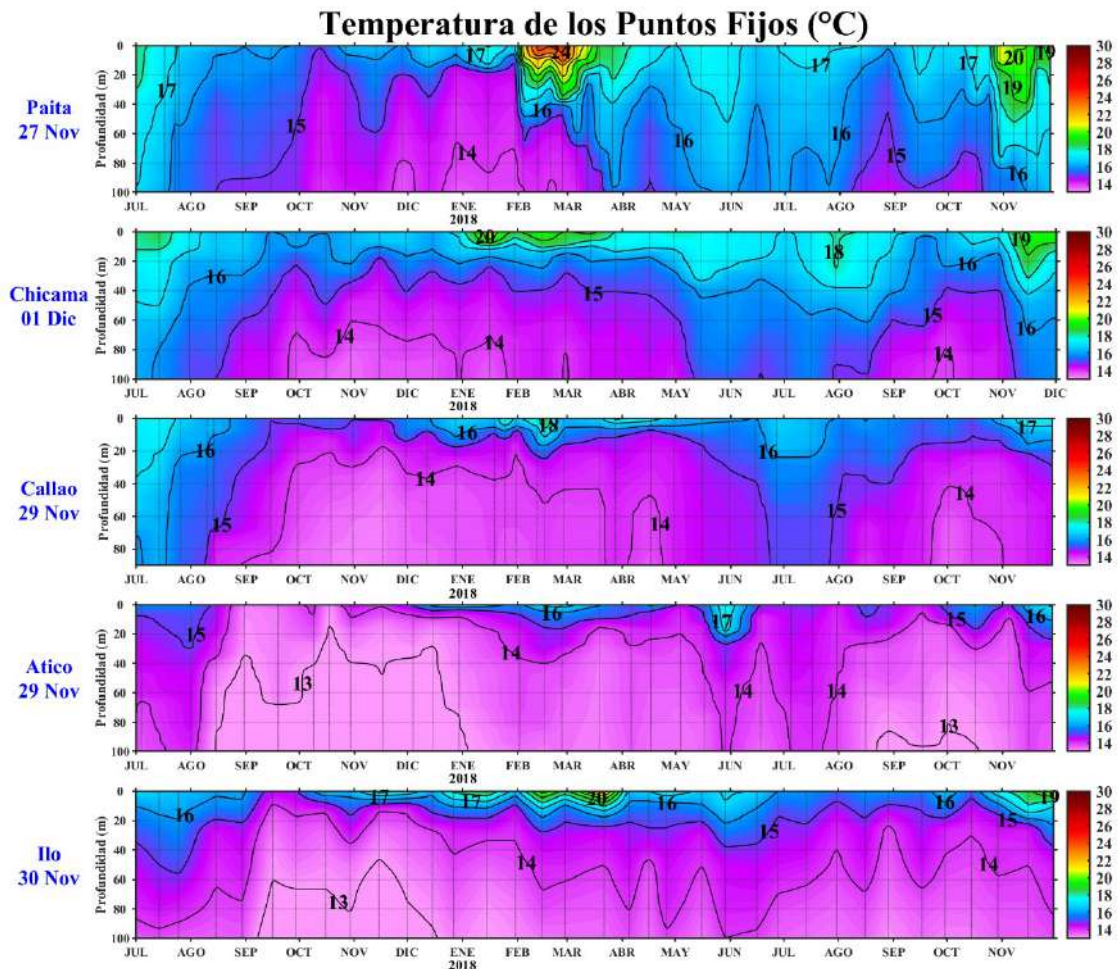


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a noviembre de 2018.

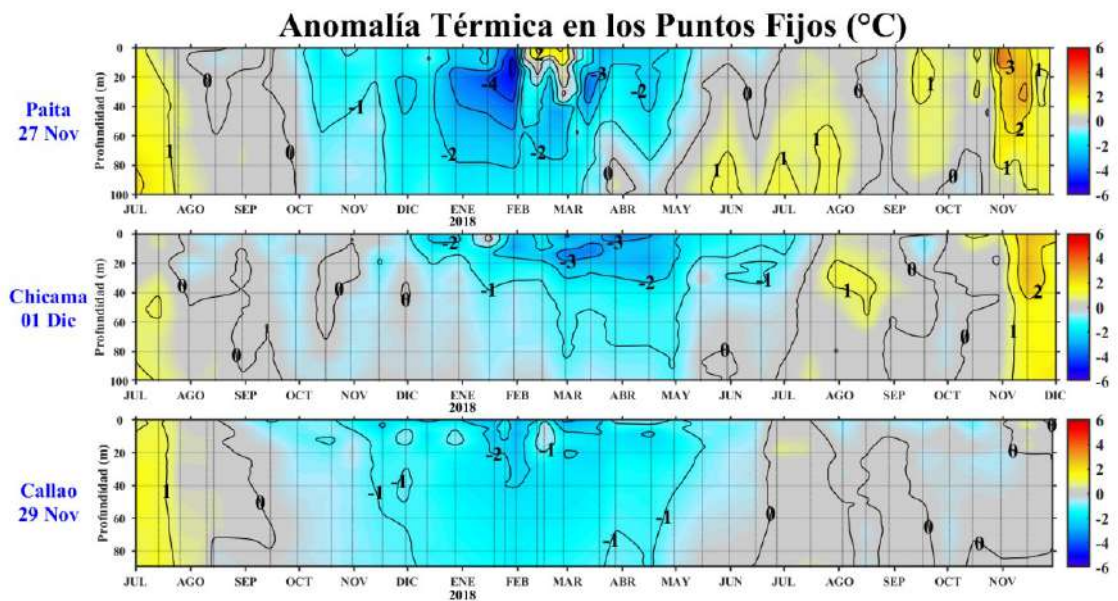


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a noviembre de 2018.

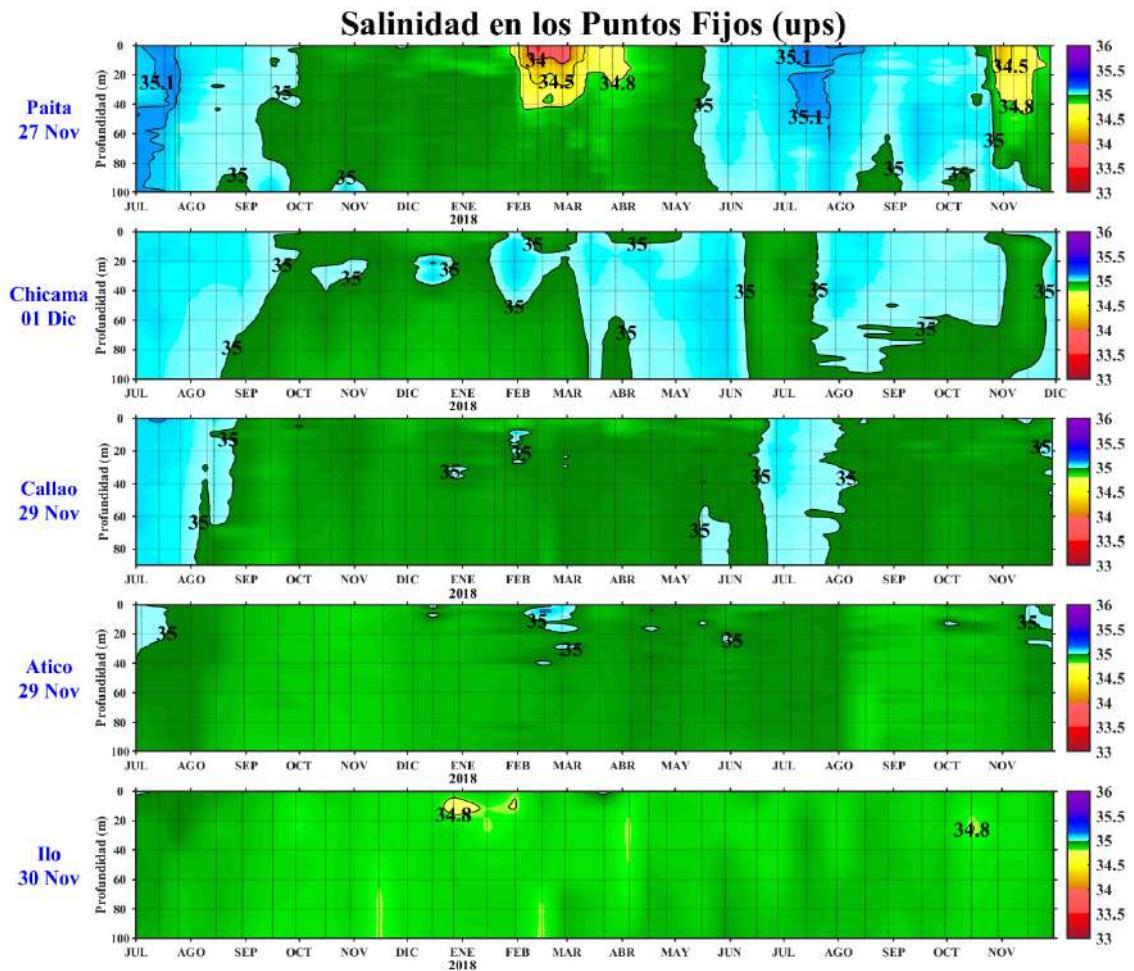


Figura 31. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a noviembre de 2018.

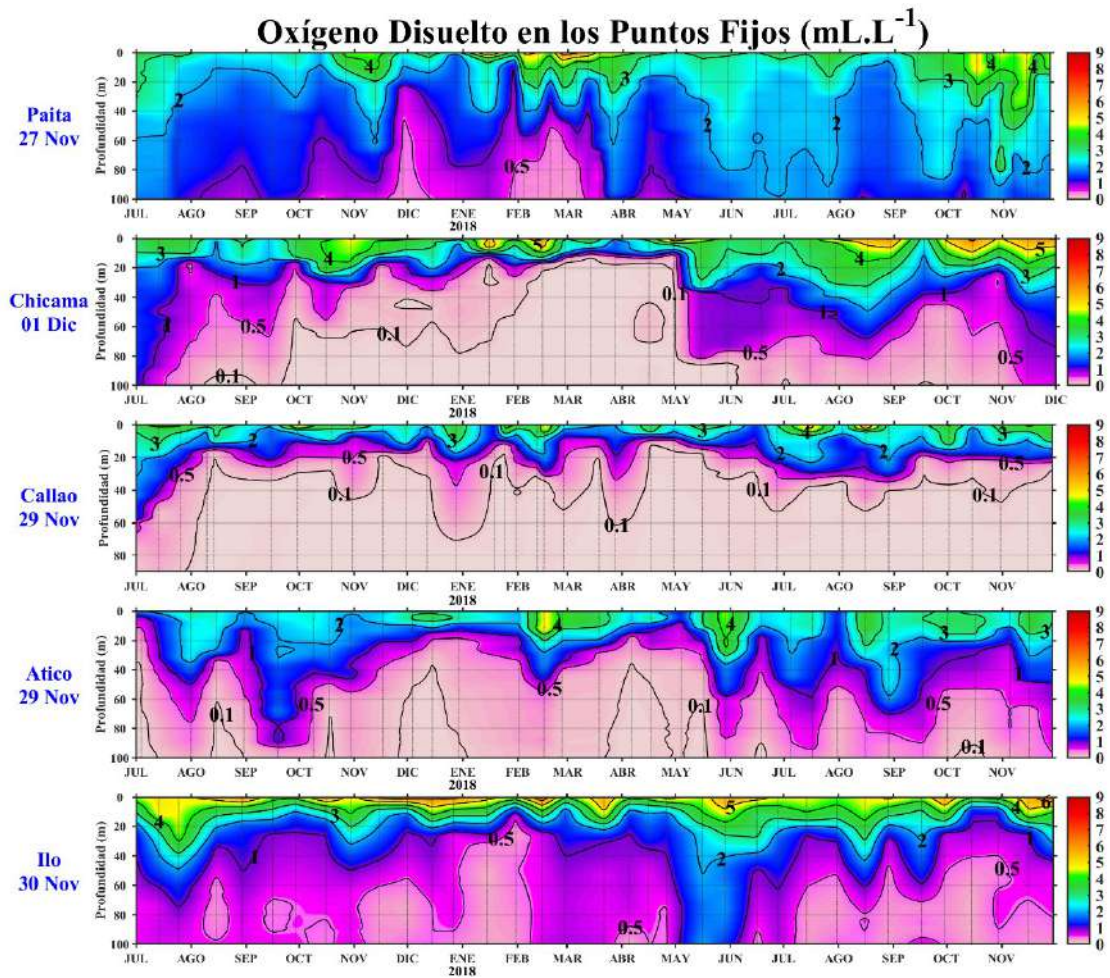


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL L<sup>-1</sup>) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a noviembre de 2018.

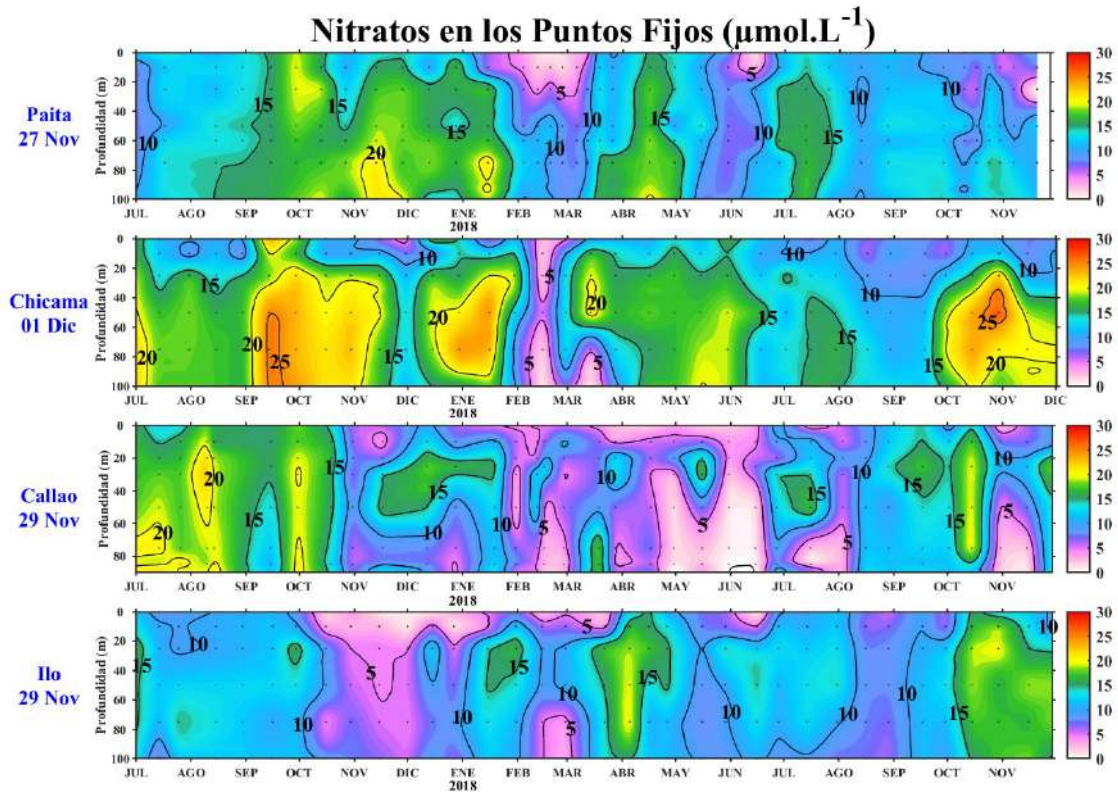


Figura 33. Concentración de nitratos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre julio 2017 a noviembre 2018.

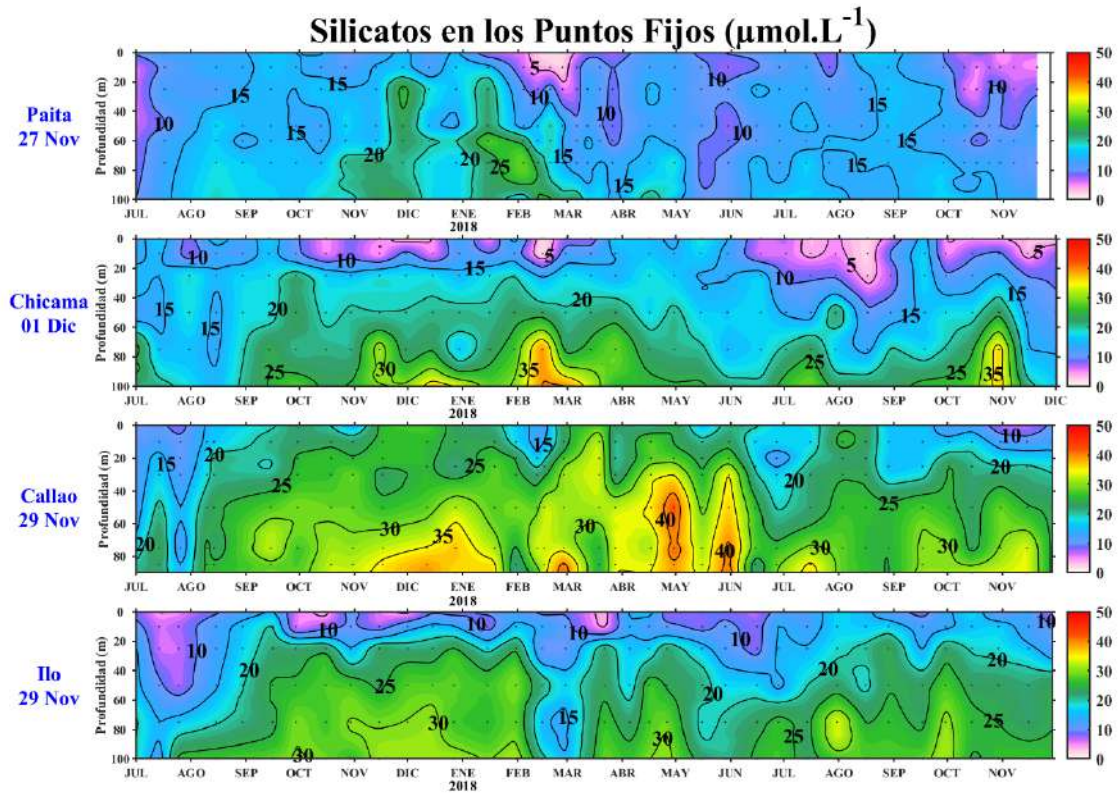


Figura 34. Concentración de silicatos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre julio 2017 a noviembre 2018.

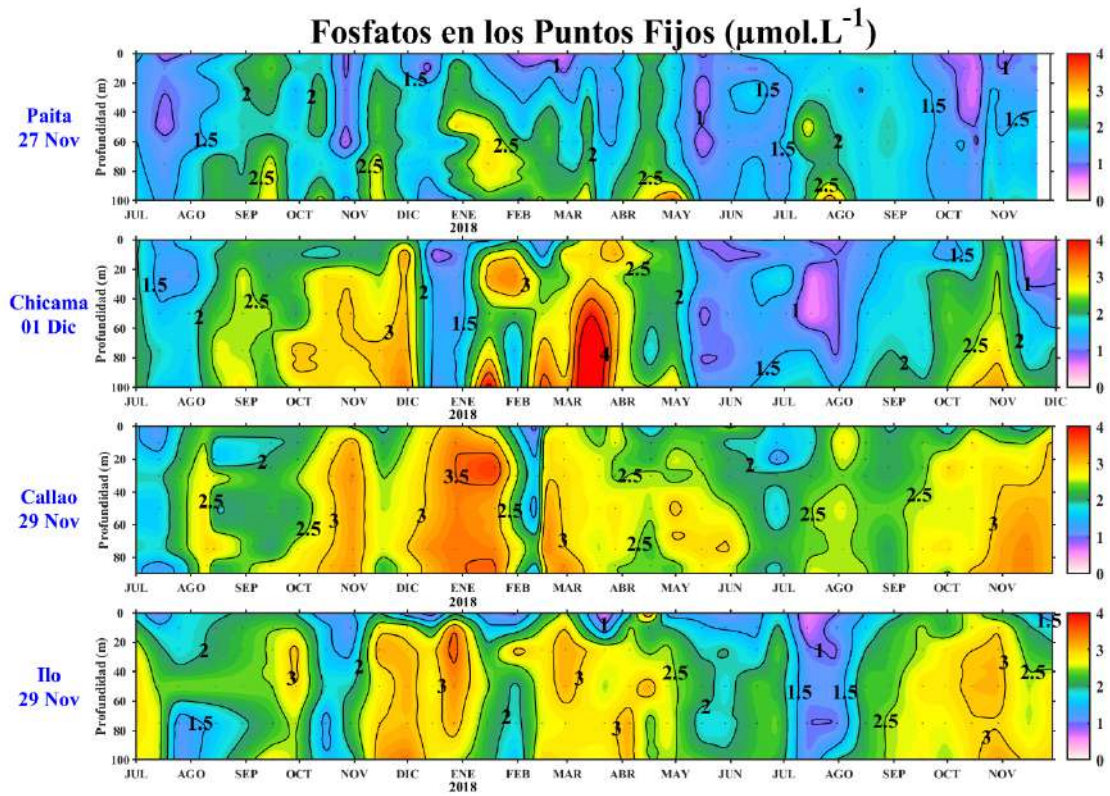


Figura 35. Concentración de fosfatos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre julio 2017 a noviembre 2018.

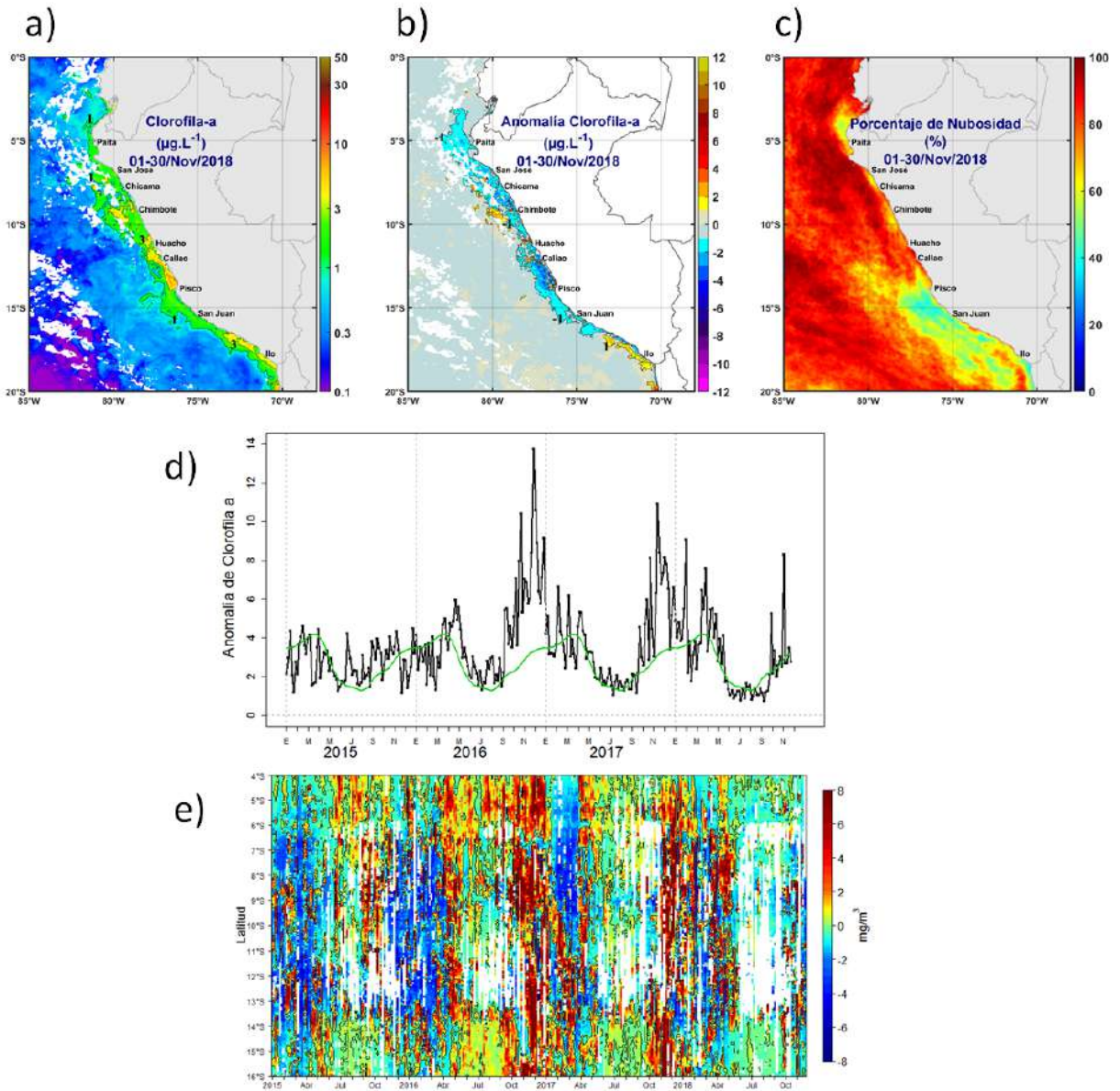


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante noviembre 2018. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en  $\mu\text{g L}^{-1}$ ); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

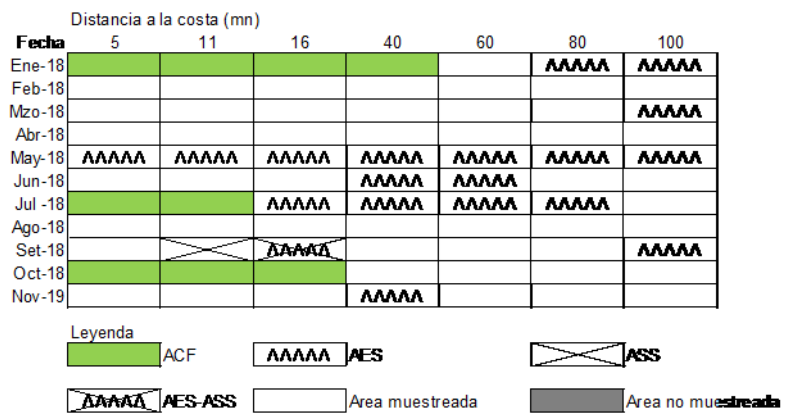


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1811.

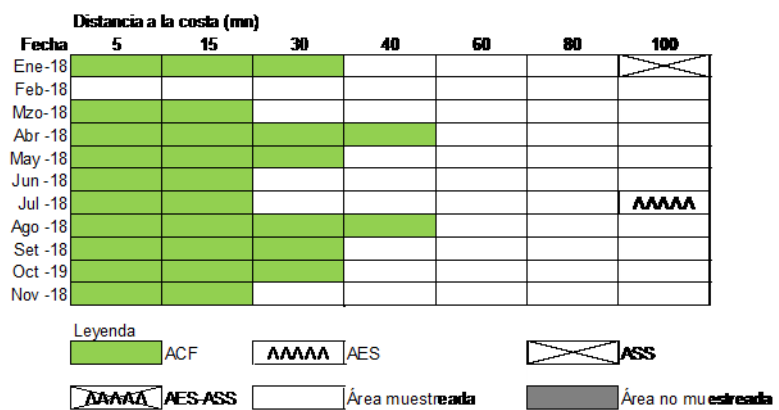


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1811.

Paita  
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	10	15	40	60	70	80	100
28 y 29 de Enero 2018								
<b>23 y 24 Marzo 2018</b>								
26 y 27 de Abril del 2018								
19 de Mayo del 2018								
24 y 25 de Junio del 2018								
24 y 25 de Julio del 2018								
26 de Agosto del 2018								
26 y 27 de Octubre del 2018								
24 al 26 de Noviembre del 2018								

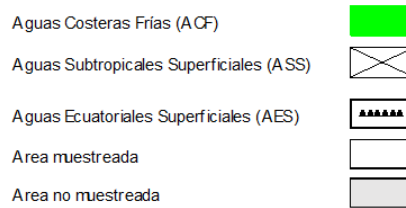


Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paita 1811.

Chicama  
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	40	60	80	100
26 y 27 de Enero 2018							
21 y 22 de Febrero 2018							
21 de Marzo 2018							
24 y 25 de Abril del 2018							
30 y 31 de Mayo del 2018							
22 de Junio del 2018							
22 y 23 de Julio del 2018							
04 de Setiembre del 2018							
24 de Octubre del 2018							
25 y 26 de Noviembre del 2018							

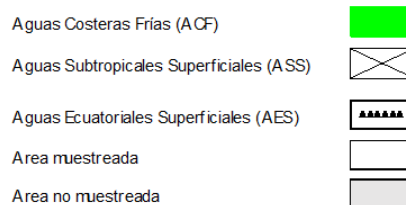


Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1811.



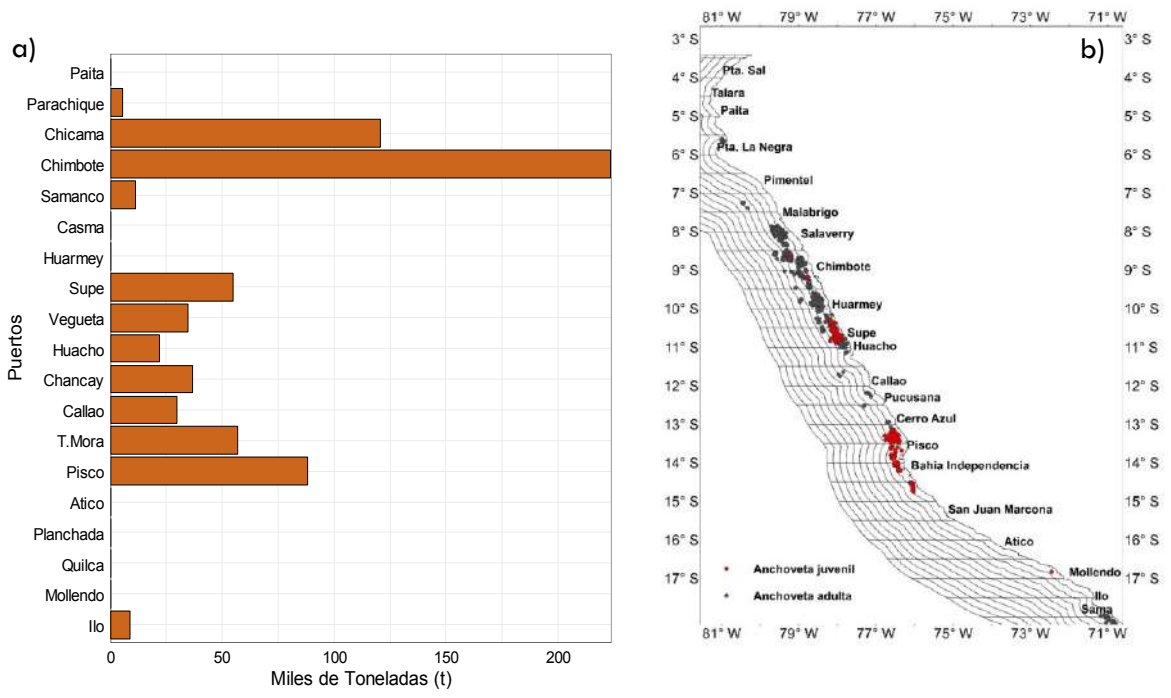


Figura 41. a) Desembarque (t) y b) puntos de pesca de anchoveta en el mar peruano. Noviembre 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

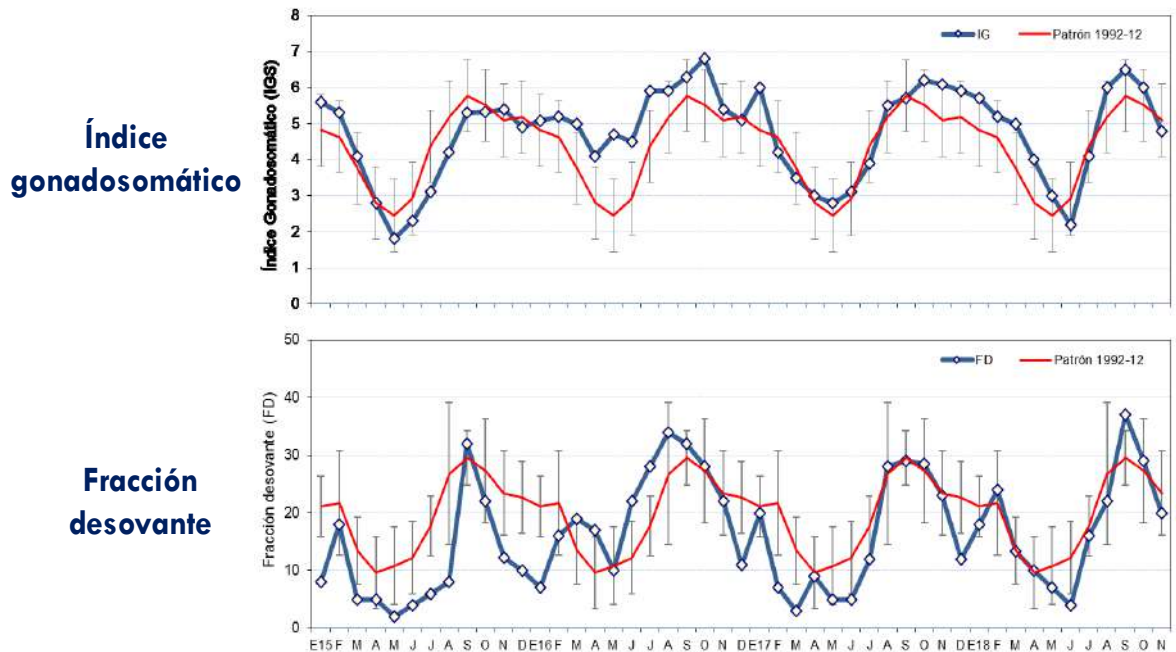


Figura 42. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS) y b) Fracción Desovante (FD) del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2015 – noviembre 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

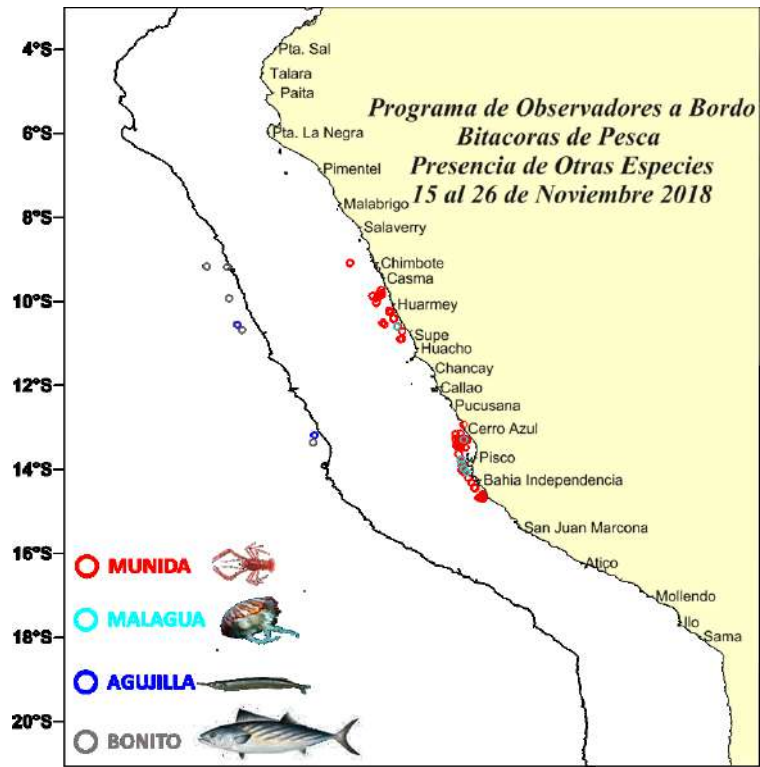


Figura 43. Distribución de peces incidentales en la pesca de anchoveta. Noviembre 2018. Fuente: PBP/AGDPERP/DGIRP/IMARPE

EUROSIP multi-model seasonal forecast  
 Mean forecast SST anomaly  
 Forecast start reference is 01/11/18  
 Variance-standardized mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France/NCEP/JMA  
 FMA 2019

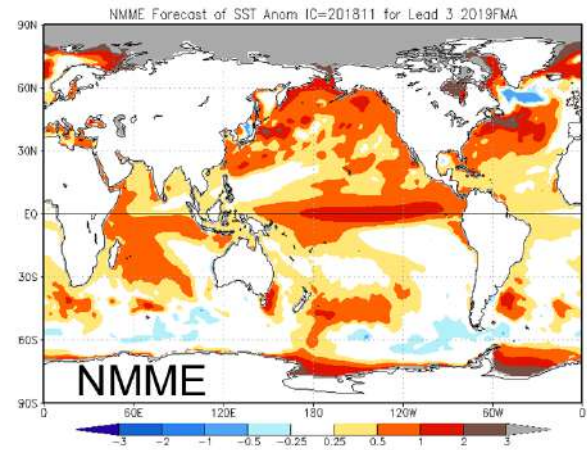
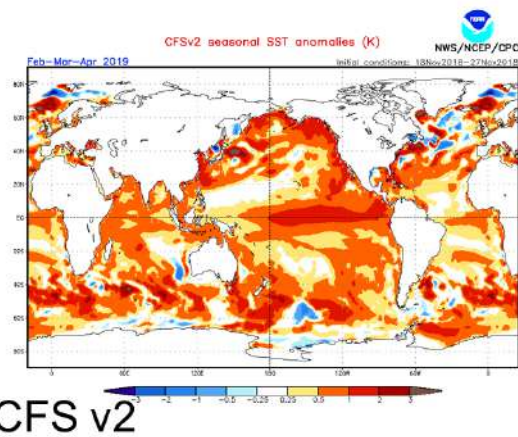
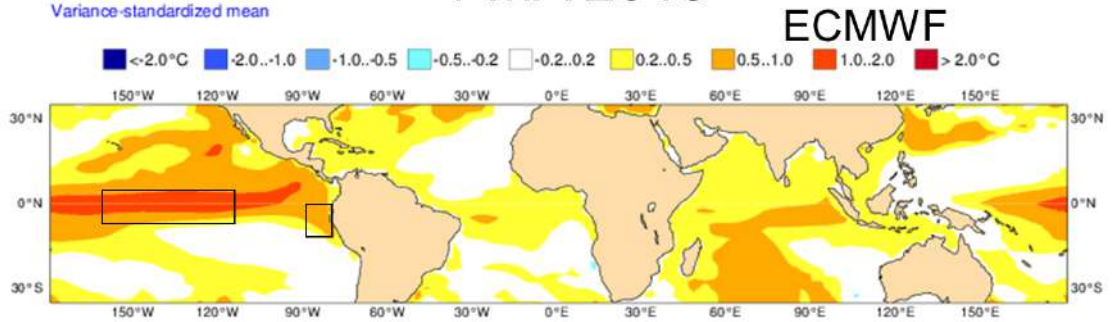


Figura 44. Pronóstico de la SST para el trimestre DEF 2018-2019 del modelo ECMWF (condiciones iniciales noviembre 2018), CFSv2 (condiciones iniciales noviembre 2018), y NMME (condiciones iniciales octubre 2018). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

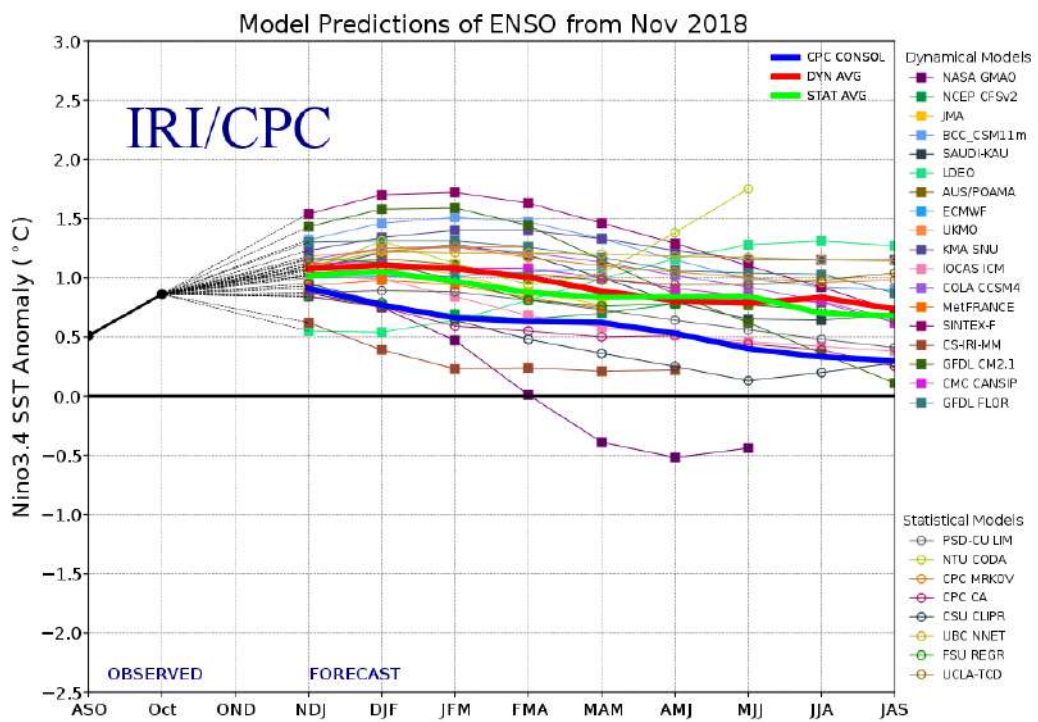


Figura 45. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, noviembre 2018.

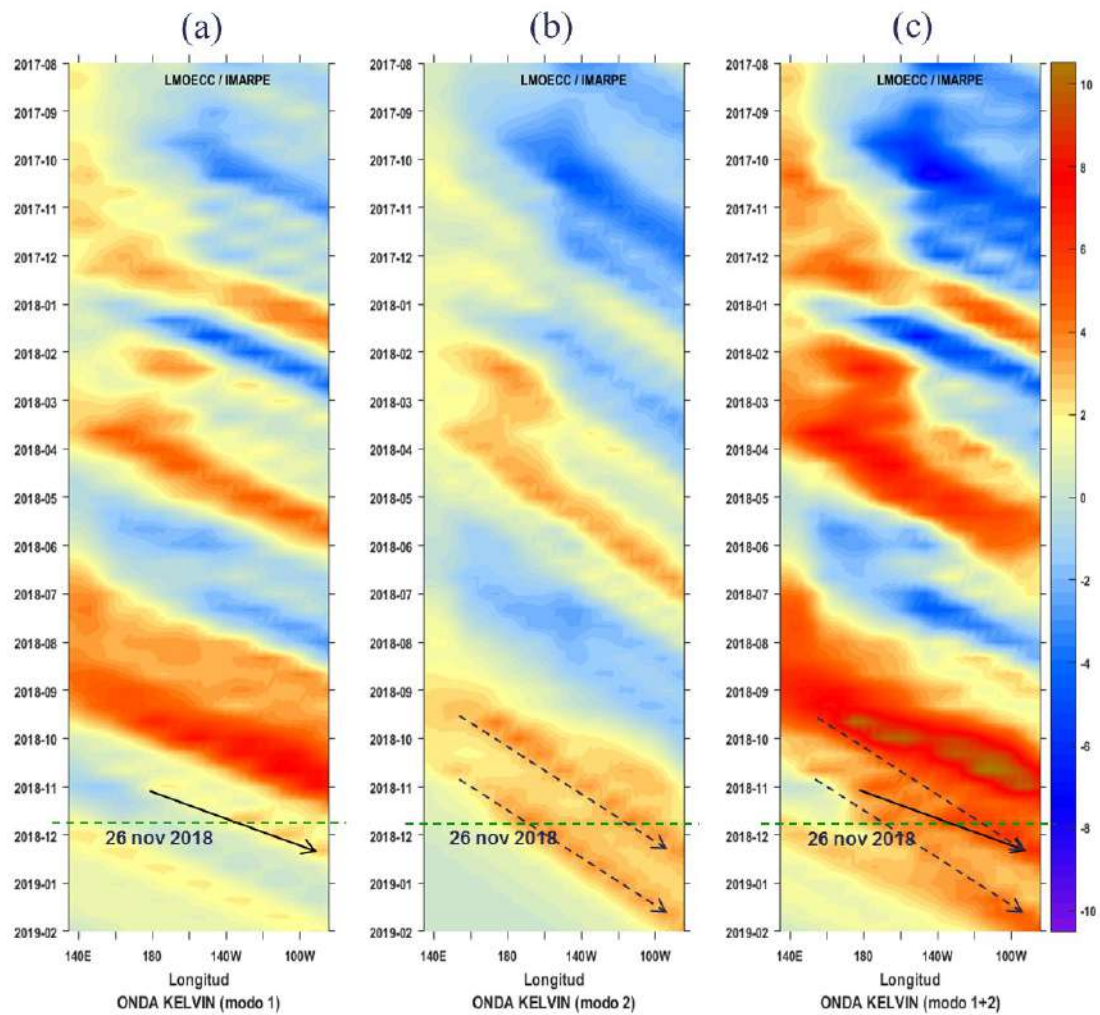


Figura 46. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial ( $0^{\circ}\text{N}$ ): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

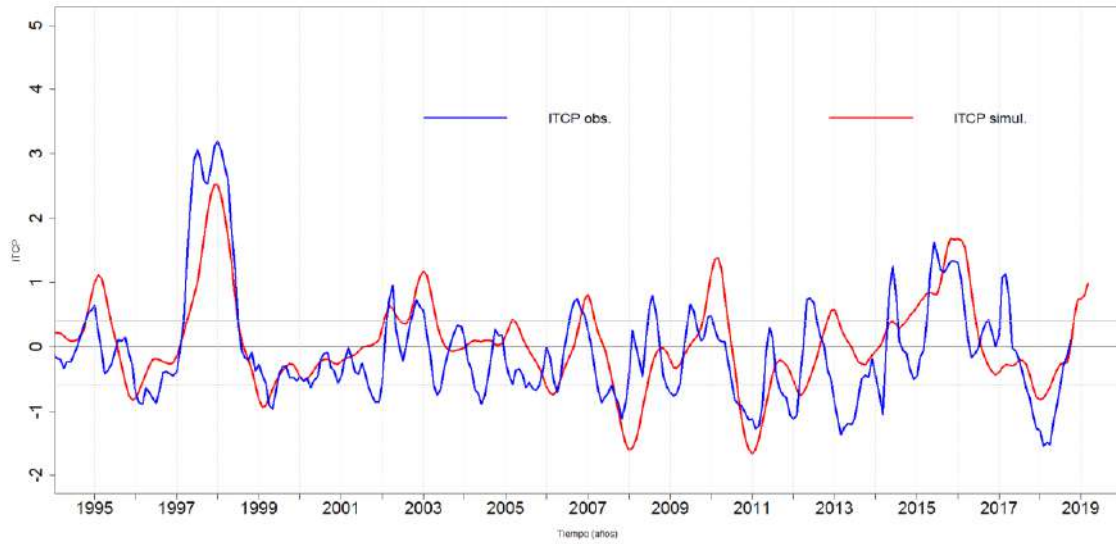


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

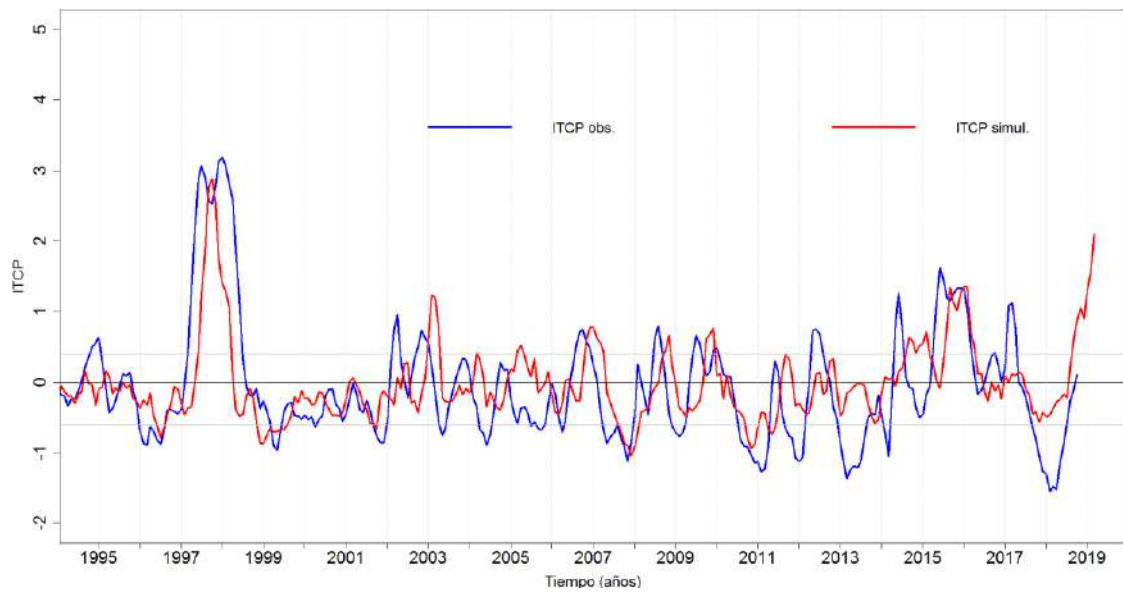


Figura 48. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.