



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



**IMARPE**  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

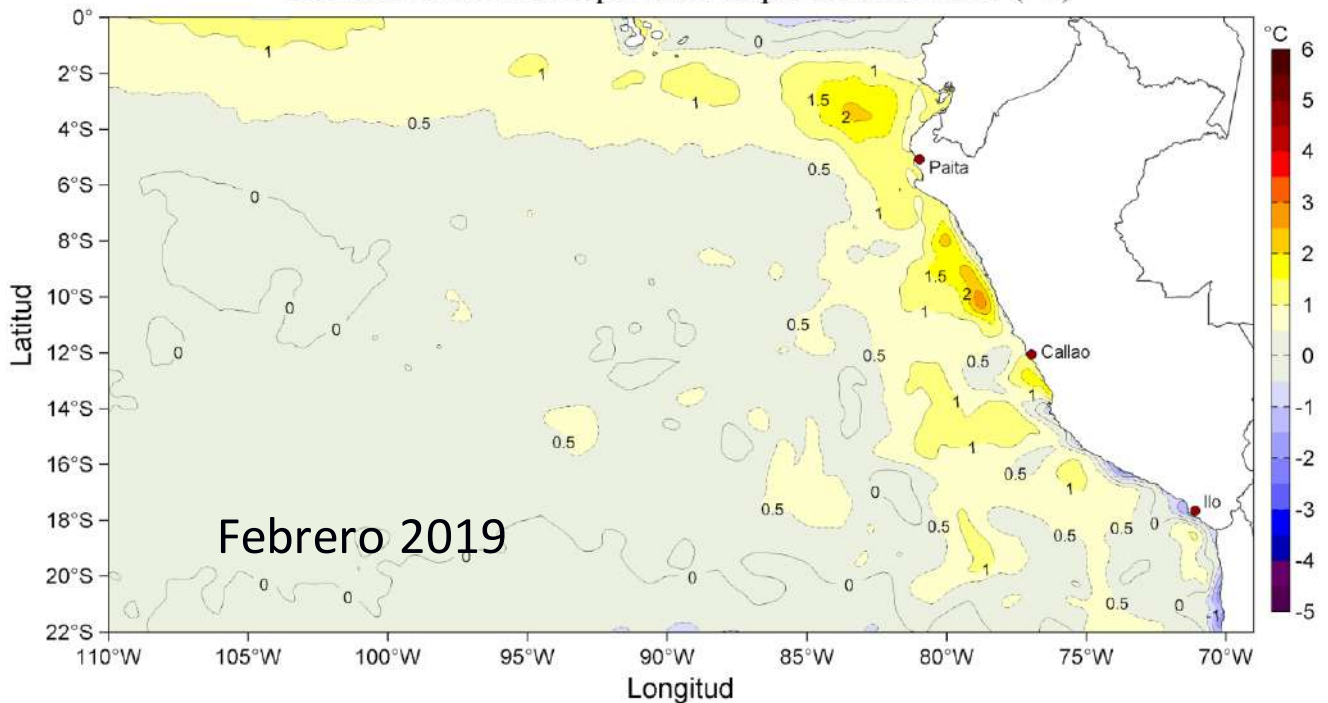
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de Desastres

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

## **INFORME DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS FEBRERO 2019**

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (°C)



Febrero, 2019

**INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ**

**GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO**

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras  
Febrero 2019**

**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 Anomalia 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. Especies Indicadoras**
- 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**  
**Febrero 2019**

## **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 promedio de presión a nivel del mar del 1 al 28 de febrero 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 87,5 °W, 37,5 °S con una intensidad máxima de ~1021 hPa, encontrándose desplazado al sureste de su posición normal y con una intensidad menor que su valor climatológico en 1 hPa (Figuras 1 y 2). Así mismo, se observaron anomalías de presión entre -1 hPa y -5 hPa en el Pacífico Sur, con un núcleo de anomalías positivas de presión de +4,0 hPa frente a la costa sur de Chile. Frente a la costa peruana las anomalías de presión presentaron valores entre cero y -1 hPa (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) (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, neutro e intenso. 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 DEF 2018-2019 el IAPS presentó un valor de +1,3 hPa, mayor que su valor anterior (+1 hPa), aún dentro del rango neutro del APS. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en febrero fue de +1 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +0,4 y -2,6 para el trimestre DEF, respectivamente, confirmando que el núcleo del APS ha estado ubicado al sureste de su posición habitual en el último trimestre. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal fueron de +10,0 y -2,5 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 sureste y a lo largo de la línea ecuatorial hasta los 120 °W. Al sur de la línea ecuatorial entre los 160 °W y 140 W se observó un núcleo de anomalías positivas (Figura 4), indicando condiciones anómalas de subsidencia. 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 °W hasta los 80 °W la velocidad zonal presentó anomalías del viento del oeste con valores entre 1 m s<sup>-1</sup> y 3 m s<sup>-1</sup>, mientras que, al oeste de los 150 °W, se presentaron anomalías del oeste con valores superiores a +3,0 m.s<sup>-1</sup> (Figura 5).

## **1.2. Aspectos oceanográficos**

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

En el Pacífico Ecuatorial oriental las áreas con anomalías de TSM de  $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  se expandieron en las regiones Niño. También se observó la expansión, desde el Golfo de Panamá hacia la zona ecuatorial, de una pluma con anomalías negativas de TSM de hasta  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 6). Las anomalías de TSM mostraron una tendencia ascendente en las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, mientras que en la región Niño 1+2 las anomalías y sus fluctuaciones mostraron una tendencia descendente. El último valor semanal del mes de marzo para las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, fue de  $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  respectivamente (Figura 7).

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

El contenido de calor en la capa superior del Pacífico Ecuatorial (300 m, entre  $180\text{ }^{\circ}\text{W}$  y  $100\text{ }^{\circ}\text{W}$ ), continuó presentando anomalías positivas con una tendencia creciente desde inicios de enero, alcanzando un promedio mensual de  $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 8). Esto estuvo asociado a la expansión del volumen ocupado por anomalías positivas mayores a  $+2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , encima de los 200 m, aunque se observó una celda de anomalías negativas con valores entre  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por encima de los 100 m entre  $110\text{ }^{\circ}\text{W}$  y  $90\text{ }^{\circ}\text{W}$  (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  $7,0\text{ m s}^{-1}$  durante todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre  $4,0\text{ m s}^{-1}$  y  $7,0\text{ m s}^{-1}$ , con máximos valores entre los días 11 y 15, para luego disminuir ligeramente hasta fines del mes (Figura 10). Entre Paita y Pisco se mantuvieron las anomalías positivas de velocidad de viento durante casi todo el mes, pero fuera de esta región se observaron fluctuaciones entre anomalías positivas y negativas. Durante las dos últimas semanas a lo largo de la costa peruana y fuera de la costa el viento presentó un comportamiento normal, de acuerdo a la estacionalidad (Figura 11).

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre  $1,0\text{ m s}^{-1}$  y  $5,0\text{ m s}^{-1}$  (Figura 12), predominando anomalías negativas de  $-2\text{ m s}^{-1}$  a lo largo de la costa durante la primera semana, mientras que entre la segunda y cuarta semana las anomalías oscilaron entre  $-1,0\text{ m s}^{-1}$  y  $+1,0\text{ m s}^{-1}$  (Figura 13). El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección al sur de Paita, mientras que al norte de Paita las anomalías de viento fueron del noroeste.

El afloramiento costero frente a Talara y Paita se debilitó respecto al mes anterior, disminuyendo de  $250\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$  a menos de  $100\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ . En la primera y cuarta semanas del mes, el afloramiento se relajó a lo largo de la costa y al norte de los  $12^{\circ}\text{S}$ , respectivamente, mostrando valores por debajo de los  $100\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ . Frente a Pisco y San Juan el afloramiento costero exhibió episodios de intensificación en la segunda quincena del mes (Figura 14).

## **2.2 Aspectos oceanográficos**

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

A inicios de mes el nivel medio del mar presentó valores en el rango neutro en la zona costera desde Ecuador hasta Salaverry, mientras que a 300 mn de la costa en esta región y a 100 mn frente a la costa centro y sur, se presentaron núcleos de ANMM de  $>+10$  cm. En la segunda y tercera semana se desarrollaron ANMM  $>+5$  cm en la franja costera, mientras que persistió la banda de ANMM  $>+10$  cm en la zona oceánica. Esta última, a fines de mes, dio paso a la formación de vórtices oceánicos con giro anticiclónico, que superaron los  $+15$  cm frente a Pisco y San Juan, a 150 y a 300 mn de la costa, respectivamente. Asimismo, en la última semana de febrero entre Pimentel y Huarmey apareció una celda costera con ANMM  $>+10$  cm (Figura 15).

La franja de 60 mn adyacente a la costa, frente a Ecuador presentó ANMM de  $-5$  cm a próximas a cero durante todo el mes. En la primera semana se registró la propagación desde el norte hasta la costa central de ANMM menores a  $+5$  cm, reemplazando ANMM entre  $+5$  y  $+10$  cm en esa región, mientras que en la costa sur se observó una tendencia descendente de las ANMM positivas (Figuras 16, 17). En la segunda quincena se detectó una inflexión de la tendencia de las ANMM a lo largo de la costa hacia un signo positivo, llegando a superar los  $+10$  cm en la zona norte y los  $+7$  cm en la zona sur en la última semana del mes, mientras que en la zona de Galápagos los registros mostraron una tendencia decreciente de las ANMM (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, a excepción de Tumbes. Se presentaron en promedio anomalías positivas en todos los Laboratorios Costeros, con excepción de San José y Pisco. La TSM mensual varió entre  $17,9$  °C (Ilo) a  $28,3$  °C (Tumbes), mientras que su anomalía varió entre  $-0,2$  °C (San José) a  $+1,9$  °C (Huanchaco) (Tabla 1).

A nivel diario, la anomalía de la TSM presentó predominancia de valores positivos a lo largo de costa, a excepción de San José y Pisco donde se observó la alternancia de anomalías negativas y positivas. De los laboratorios que presentaron predominancia de anomalías positivas, el máximo valor de la TSM ( $+4$  °C) fue observada en Huacho durante la primera semana del mes. En el resto de Laboratorios Costeros, la mínima ( $-4,1$  °C) y la máxima ( $+3,9$  °C) anomalía de la TSM fue detectada en Pisco durante la tercera y primera semana del mes respectivamente (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de  $+1,08$  °C para el trimestre DEF del 2018-2019 y un valor mensual de febrero 2019 de  $+0,9$  °C, siendo este valor menor que el observado durante enero ( $+1,26$  °C) (Figura 19).

#### **2.2.2.2 Información satelital de TSM y sus anomalías**

La TSM continuó incrementándose frente a la costa. En la zona centro norte dentro de las 100 mn las aguas de TSM  $\leq 24$  °C fueron reemplazadas por aguas de  $26$  °C. En la última semana de febrero, en zonas oceánicas frente a Paita aparecieron aguas de  $28$  °C que se aproximaron hasta las 150 mn. En la costa sur permanecieron celdas de  $20$  °C dentro de las 30 mn (Figura 20).

En la primera quincena, anomalías entre +1 °C y +2 °C se presentaron dentro de las 100 a 200 mn a lo largo de la costa, con núcleos de +3°C entre Salaverry y Huarney dentro de las 60 mn. En la segunda quincena las anomalías positivas tendieron a disminuir al norte de los 12°S, salvo por fuera de las 200 millas frente a Paita, donde aumentaron hasta valores >+2 °C. Al sur de Pisco, las anomalías positivas desaparecieron y se desarrollaron anomalías negativas de TSM de -2 °C frente a Atico e Ilo (Figura 21).

En la franja de 60 mn, las anomalías de TSM de +1 °C se presentaron a lo largo de la costa durante la primera quincena, manteniéndose en la zona norte hasta la tercera semana, mientras que en la zona sur en la segunda quincena cambió a condiciones neutras y de anomalía negativa débil (Figura 22).

El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016), alcanzó un valor de +0,37, para el trimestre diciembre 2018 a febrero 2019, asociado a una condición neutra en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de febrero fue +0,41, similar al mes anterior (Figura 23).

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

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

El modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model) mostró en zonas oceánicas salinidades menores a 34,8 ups asociadas a Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), que habrían avanzado hasta los 6°S (Punta La Negra) y generado mezcla con las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) hasta los 7 °S. En la zona costera centro y sur las salinidades menores a 35,1 ups indicaron que habría habido un débil afloramiento al no mostrar elongaciones persistentes fuera de la costa (Figura 24).

## **2.2.4 Secciones oceanográficas**

### **2.2.4.1 Paita (27-28 de febrero)**

La TSM presentó valores entre 23 °C y 25 °C en toda la sección, con la isoterma de 23 °C replegada a 15 mn de la costa, de una distancia de 30 mn a fines de enero. Se estimaron anomalías de TSM de +1,0 °C en promedio en toda la sección (Figura 25 a, b, Figura 26 a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 16 °C a 25 °C con una termoclina somera. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 120 y 180 m de profundidad, en promedio 20 m más profunda que a fines de enero (Figura 26 d). Sobre los 250 m se registraron anomalías térmicas positivas, con valores de hasta +2,0 °C sobre los 40 m, a excepción de un núcleo de -1,0 °C sobre los 40 m en la zona costera. Debajo de los 250 m la temperatura mostró valores alrededor de su estacionalidad (Figura 25 b).

La salinidad en los primeros 40 m de profundidad y entre las 20 y 100 mn evidenció la presencia de aguas de mezcla (AES - ASS) y de un núcleo de AES a 60 – 80 mn sobre los 20 m. Asimismo, se detectaron ACF con influencia de AES y ASS dentro de las 20 mn sobre los 40 m (Figura 26 c, Figura 25 c, d). Por otra parte, entre los 50 m y 150 m se evidenció la presencia de aguas de mezcla entre ASS y aguas ecuatoriales sub-superficiales (AESS).

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 120 m a 160 m en toda la zona costera, respecto a enero (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 120 - 230 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 80 m y en 240 - 290 m a 55 - 85 mn, y entre 40 y 160 m a 20 - 40 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con velocidades de hasta 30, 30 y 10 cm s<sup>-1</sup>, respectivamente. Asimismo, se calcularon flujos hacia el norte sobre los 50 m a 80 - 100 mn y a 15 - 60 mn, y entre los 90 m y 230 m a 50 - 100 mn, con velocidades de hasta 40 cm.s<sup>-1</sup>, 30 cm.s<sup>-1</sup> y 20 cm.s<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 25 e, f).

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

La TSM presentó la isoterma de 22 °C a 20 mn frente a la costa, proyectándose ligeramente hacia fuera de la costa respecto a enero, en el cual fue detectada a 10 mn. La ATSM mostró valores alrededor entre +1,0 °C y +2,0 °C (Figura 27 a, b; Figura 28 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15 °C y 25 °C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15 °C se presentó a 100 - 160 m de profundidad, en promedio 55 m más profunda que en enero (Figura 28 d). Se presentaron anomalías térmicas positivas sobre los 300 m, destacando un núcleo con anomalías de hasta de +3,0 °C sobre los 40 m de profundidad a 70 - 100 mn (Figura 27 a, b).

En la capa superficial, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de ASS a 40 - 100 mn, asociado a anomalías halinas de +0,05 ups, y aguas de mezcla entre ACF y ASS entre a 0 - 20 mn, ambos sobre los 20 m. Mientras que, por debajo de estas, hasta los 150 m, se evidenció aguas de mezcla entre ASS y AESS, con un núcleo de ASS sobre los 50 m a 90 - 100 mn (Figura 28 c, Figura 27 c, d).

La distribución del OD continuó mostrando un leve ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la iso-oxígena de 1 mL.L<sup>-1</sup> se presentó a unos 10 - 90 m de profundidad, más somera hacia la costa; levemente más profunda que en enero (Figura 28 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 80 - 190 m (Figura 27 e). Por otra parte, se estimó flujos geostroficados con dirección hacia el sur, a 40 - 60 mn entre los 30 y 100 m y a 85 - 100 mn sobre los 300 m, con una velocidad máxima de 10 y 40 cm s<sup>-1</sup>, respectivamente. También se detectaron flujos con dirección hacia el norte, a 0 - 20 mn en los primeros 30 m y a 60 - 85 mn sobre los 300 m con velocidades de hasta 20 cm s<sup>-1</sup> (Figura 27 f).

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

El monitoreo de alta frecuencia de la columna de agua (<100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita y Chicama la temperatura varió entre los 16 °C y 23 °C, en Callao entre 16 °C y 21 °C, en Atico entre 15 °C y 17 °C y en Ilo entre 15 °C y 18 °C. En Paita y Callao se detectó una profundización de las isotermas en la primera quincena del mes y un ascenso en la segunda quincena. En Chicama se evidenció un descenso de las isotermas profundas, en la segunda quincena. También en Atico e Ilo se detectó un leve ascenso de las isotermas durante la primera quincena y una profundización en la segunda quincena (Figura 29). En Paita, el ascenso de las isotermas a mediados de mes se reflejó en anomalías negativas de hasta -2,0 °C sobre los 50 m. En Chicama y Callao se observó el aumento de las anomalías positivas en la primera quincena con valores >+2,0 °C sobre los 20 m, mientras que, en la segunda quincena, las anomalías positivas disminuyeron a +1 °C en promedio, en la columna de agua. Las anomalías negativas en Paita o la disminución de las anomalías positivas de temperatura en Chicama y Callao a finales del mes indicaron la llegada de la onda Kelvin fría proyectada por el ENFEN (ENFEN, 2019; Figura 30)

Los registros de la salinidad y temperatura en Paita evidenciaron la presencia de aguas de mezcla (ASS-AES) y un pulso con valores menores a 34,8 ups sobre los 10 m a inicios del mes. En Chicama y Callao se detectaron aguas de mezcla (ASS-ACF) y

pulsos de ASS sobre los 30 m; en Atico, predominio de aguas de mezcla (ACF-ASS); mientras que en Ilo se observó predominio de ACF con presencia de aguas de mezcla (ACF-ASS) a inicios de marzo (Figura 31).

En cuanto al OD, la iso-oxígena de  $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  se determinó a 80 m en Chicama, 20 - 38 m en Callao y a 50 m en Ilo a inicios del mes, mientras que, en Paita las concentraciones de OD  $\leq 0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  no fueron registradas y en Atico se registraron a finales del mes a 95 m. En Paita se detectó un descenso de las iso-oxígenas en la primera quincena del mes y un ascenso en la segunda quincena. En Chicama, en cambio, las iso-oxígenas ubicadas debajo de la oxiclina tendieron a profundizarse durante el mes. En Callao, las iso-oxígenas superiores tendieron a profundizarse en la primera quincena y a ascender en la segunda. Finalmente, en Atico e Ilo, la iso-oxígena de  $1 \text{ mL.L}^{-1}$  tendió a ascender en la primera quincena y a profundizarse en la segunda (Figura 32).

## **2.2.6 Fertilidad y productividad**

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

En general los nutrientes no exhibieron un comportamiento homogéneo de sus concentraciones en las estaciones fijas costeras.

Los nitratos mostraron un aumento de sus concentraciones en la columna de agua en Paita e Ilo, mientras que Chicama y Callao se mantuvieron durante febrero. En Paita la isolínea de  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$  se superficializó de 100 m a  $\sim 20$  m entre la primera y última semana del mes. En Chicama y Callao, las concentraciones fueron de  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $20 \mu\text{mol L}^{-1}$  respectivamente, en promedio, en la columna de agua entre los 20 m a 100 m. En Ilo, durante la última semana aumentaron las concentraciones de  $10 \mu\text{mol.L}^{-1}$  a  $15 \mu\text{mol.L}^{-1}$  entre los 20 m a 100 m de profundidad (Figura 33).

Las concentraciones de silicatos se mantuvieron en las estaciones fijas durante febrero. En Paita las concentraciones se mantuvieron entre  $5 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ , observándose a mitad del mes una disminución ( $<5 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) por encima de los 20 m. En Chicama, durante la primera semana del mes, la isolínea de  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó de 40 m a 90 m, manteniéndose luego a dicha profundidad durante el resto del mes. En Callao, durante la primera quincena del mes, la isolínea de  $20 \mu\text{mol L}^{-1}$  se profundizó de 20 m a 60 m, para luego superficializarse hasta los 20 m. En Ilo, los silicatos presentaron una concentración promedio de  $20 \mu\text{mol L}^{-1}$  en la columna de agua (Figura 34).

Los fosfatos no presentaron un comportamiento homogéneo en las estaciones fijas. En Chicama, la isolínea de  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  se superficializó de 80 m a 5 m durante la segunda quincena del mes. En Chicama, la concentración promedio durante todo el mes fue de  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ . Callao e Ilo presentaron concentraciones entre  $1 \mu\text{mol L}^{-1}$  –  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  –  $3 \mu\text{mol L}^{-1}$ , respectivamente (Figura 35).

### **2.2.6.2 Clorofila-a satelital**

Las concentraciones de clorofila-a satelital (MODIS; Ocean Biology Processing Group, 2003) dentro de las 60 mn entre Paita y Huacho presentaron valores de  $\sim 1 \mu\text{g L}^{-1}$ . Entre Huacho y Pisco las concentraciones fueron de  $3 \mu\text{g.L}^{-1}$  dentro de las 90 mn, llegando a presentarse concentraciones de  $10 \mu\text{g.L}^{-1}$  muy cerca de la costa ( $<20$  mn). En promedio mensual, hubo predominancia de anomalías negativas ( $-1 \mu\text{g.L}^{-1}$  a  $-4 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) entre Paita y Huacho dentro de las 60 mn; mientras que, de Huacho a Pisco (dentro de las 90 mn)



predominaron anomalías positivas (+1  $\mu\text{g.L}^{-1}$  a +6  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Al sur de San Juan, los valores se mantuvieron neutros (Figura 36 a, b).

El promedio pentadal, entre los 6°S y 16°S y dentro de las 60 mn, las concentraciones presentaron anomalías negativas (-1,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) durante el mes (Figura 36 c); sin embargo, hay que tener en cuenta que latitudinalmente, al norte de los 11°S predominaron las anomalías negativas, durante todo el mes, y al sur de los 11°S hasta los 16°S, predominaron anomalías positivas, principalmente durante la última semana de febrero (Figura 36 d, 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 Huacho dentro de las 60 mn, existió una cobertura nubosa entre 40 % a 60 % del mes. Entre Huacho y Pisco la cobertura nubosa fue mayor, llegándose a observar valores alrededor de 80 % dentro de las 40 mn (Figura 36 c).

## 2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

### 2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

#### Paita

En Paita se determinó a *Ceratium breve* var. *parallelum*, especie indicadora de AES, ubicada a 100 mn de la costa asociada a una TSM de 25,9 °C. El fitoplancton sobresalió a 5 mn siendo representada por diatomeas neríticas y de afloramiento como *Guinardia delicatula*, *Eucampia zodiacus*, *Leptocylindrus danicus* *Chaetoceros affinis* y *Ch. debilis*, presentándose en la categoría “Abundante”. También predominó el dinoflagelado *Dinophysis caudata* a 16 mn, cuya abundancia relativa llegó a la categoría de “Muy Abundante”, por lo que posiblemente se haya desarrollado una floración algal, asociada a una TSM de 23,0 °C (Figura 37).

En este perfil, se observó una mayor riqueza de dinoflagelados termófilos, entre los que resaltaron *Protoperdinium brochii*, *P. murrayi*, *P. tenuissimum*, *Ceratium kofoidii*, *C. massilienes*, *Pyrocistis noctiluca* y *Pyrophacus steinii* distribuidos entre las 60 mn y 100 mn.

#### Chicama

Frente a Chicama, no se determinaron indicadores biológicos de masas de agua (Figura 38). La TSM presentó un rango de fluctuación entre 21,3 °C y 25,2 °C

Se observó un ligero incremento de la abundancia relativa del fitoplancton, principalmente del grupo de diatomeas neríticas, como *Stephanopyxis palmeriana* y *Coscinodiscus perforatus* dentro de las 15 mn de la costa y de la diatomea oceánica *Lioloma delicatulum* a 60 mn. Estas especies alcanzaron abundancias relativas en la categoría “Muy Abundante”. Además, se determinó a *Guinardia delicatula* y *Pseudonitzschia delicatissima* a 15 mn y 60 mn, respectivamente, ambas en la categoría “Abundante”.

Del grupo de dinoflagelados se observaron algunas especies termófilas como *Ceratium contortum* var. *karstenii*, *Protoperdinium murrayi*, *P. quarnerense*, *Ceratium azoricum* y *Goniodoma polyedricum*. Por otro lado, de los dinoflagelados cosmopolitas se determinó a *Ceratium furca*, *C. dens*, *C. fusus* y *C. furca*. Todas estas especies se presentaron en abundancias correspondientes a la categoría “Presente”.

## 2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

### Paita

Frente a Paita, durante el mes de febrero, el copépodo indicador de ACF (*C. brachiatus*) se determinó dentro de las 15 mn de la costa con valores entre 18 Ind.100m<sup>3</sup> y 5 Ind.100m<sup>3</sup>. En toda el área evaluada se localizaron los copépodos *O. conifera* y *A. danae*, especies asociadas a ASS, con abundancias entre 1 Ind.100m<sup>3</sup> a 332 Ind.100m<sup>3</sup>. Además, se registró al copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, con abundancias entre 5 Ind.100m<sup>3</sup> y 668 Ind.100m<sup>3</sup> (Figura 39).

Con relación al ictioplancton se determinaron huevos de anchoveta a 15 mn y 30 mn con abundancias entre 3 huevos.100m<sup>3</sup> y 5 huevos.100m<sup>3</sup>. Además, se observaron larvas de anchoveta dentro de las 45 mn de la costa y con abundancias entre 4 larvas.100m<sup>3</sup> y 157 larvas.100m<sup>3</sup>.

### Chicama

Frente a Chicama, se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF dentro de las 30 mn y a 80 mn de la costa, con valores entre 1 Ind.100m<sup>3</sup> y 13 547 Ind.100m<sup>3</sup>, registrando su máximo valor a 5 mn. Los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* y *Inschnocalanus plumulusus*, especies indicadoras de ASS, se localizaron por fuera de las 15 mn con abundancias entre 1 Ind.100m<sup>3</sup> y 1137 Ind.100m<sup>3</sup>. El copépodo *C. furcatus*, especie indicadora de AES, se localizó por fuera de las 60 mn con valores entre 80 Ind. 100m<sup>3</sup> y 4 945 Ind. 100m<sup>3</sup> (Figura 40).

Con relación al ictioplancton, solo se determinó huevos y larvas de anchoveta a 5 mn de la costa, con valores de 2 943 huevos 100m<sup>3</sup> y 1 202 larvas 100m<sup>3</sup>, respectivamente.

## 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.

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

En febrero, en la región norte-centro no se presentaron desembarques de anchoveta por parte de la flota industrial. La flota artesanal y de menor escala realizaron faenas cercanas a los puertos de Paita, Parachique, Chimbote y Pisco.

La primera temporada de pesca de anchoveta para 2019 en la región sur presentó capturas de ejemplares juveniles de alrededor del 50 % y fue suspendida a partir del 10 de febrero. Por tal motivo la actividad de la flota se dirigió a la captura de las especies jurel y caballa.

#### Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción Desovante (FD mostraron que el recurso mantuvo una baja actividad desovante. La condición grasa también presentó disminución, posiblemente debido a desplazamientos hacia zonas de refugio (aguas con menor temperatura) (Figura 41).

### **3.2. Especies Indicadoras**

En la pesca dirigida a jurel y caballa se observó una alta disponibilidad y accesibilidad a especies oceánicas provenientes de la región Pacífico central y ecuatorial indicadoras de masas de aguas cálidas como *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito”, *Katsuwomis pelamis* “barrilete”, *Coryphaena hippurus* “perico”, entre Cerro Azul (12 °S) y Atico (16 °S) en el rango de 50 mn a 80 mn de distancia de la costa (Figura 42). Además, se observó el incremento de las capturas de especies como atunes, melva, entre otros.

## **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, febrero 2019), indican condiciones débiles de El Niño durante otoño e inicios de invierno (trimestre MJJ) en la región Niño 3.4 con una TSM promedio de +0,5 °C (Figura 43 y 44). Especialmente para el trimestre MJJ 2019, los modelos ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model) y NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA) pronostican anomalías de la TSM entre +0,5 °C a +1 °C, entre los 180 °W a 110 °W, mientras que, el modelo CFS (Coupled Forecast System model de la NOAA) pronostica valores entre +1 °C a +2 °C en la misma región (Figura 44).

En la región El Niño 1+2, los modelos ECMWF y NMME indican una condición cálida débil para otoño a inicios de invierno, mientras que el modelo CFS indica una condición cálida moderada para el mismo periodo (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), se espera la llegada a la costa de dos ondas Kelvin cálidas de modo 1 y modo 2 para la segunda quincena de marzo 2019. Además, se espera que arribe a fines de abril una onda Kelvin cálida de modo 2, generada a inicios de febrero 2019, entre los 160 °E y 180 °W, debido a la presencia de anomalías positivas de vientos del oeste. Las ondas cálidas contribuirían a que se mantengan o aumenten los valores positivos de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar (Figura 45).

### **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 condiciones cálidas entre marzo y mayo del 2019 (Figuras 46 y 47).

## 5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico Ecuatorial las anomalías positivas de TSM se intensificaron en las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, mientras que en la región Niño 1+2 las anomalías positivas fluctuaron, aunque con una tendencia decreciente. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado al sureste de su posición normal con una intensidad dentro de rango climatológico. El campo de presión a nivel del mar frente a la costa peruana presentó entre condiciones normales a ligeras anomalías negativas (-1 hPa).
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección al sur de Paita, mientras que al norte de Paita exhibió anomalías del noroeste. Durante la primera semana, exhibió la predominancia de anomalías negativas de  $-2 \text{ m s}^{-1}$  a lo largo del litoral, mientras que entre la segunda y cuarta semana mostró fluctuaciones de hasta  $1 \text{ m s}^{-1}$  alrededor de su normal. El afloramiento costero continuó debilitándose frente a la costa norte (Talara y Paita), en comparación al mes anterior mostrando valores por debajo de los  $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ ). Frente a Pisco y San Juan el afloramiento costero exhibió episodios de intensificación en la segunda quincena del mes.
- Dentro de las 60 mn a lo largo de la costa peruana predominaron anomalías de TSM de  $+1 \text{ }^\circ\text{C}$  que se fueron atenuando hacia finales de mes, llegando a mostrar anomalías negativas en la zona sur durante la segunda quincena.
- Frente a Paita, sobre los 40 m, se observaron anomalías de hasta  $+2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , y entre los 40 m - 250 m, anomalías de  $+1,0 \text{ }^\circ\text{C}$  en promedio, asociadas a la presencia de aguas de mezcla (AES-ASS) y AES en la capa superficial, y a aguas de mezcla (ASS-AESS) en subsuperficie, respectivamente. Frente a Chicama se observaron anomalías térmicas de hasta  $+3 \text{ }^\circ\text{C}$  sobre los 40 m a 70 - 100 mn, asociadas a la presencia de ASS y anomalías térmicas de  $+1,0 \text{ }^\circ\text{C}$  en promedio sobre los 300 m.
- Respecto a enero, las estaciones fijas costeras monitoreadas (100 m) mostraron anomalías térmicas negativas de hasta  $-2,0 \text{ }^\circ\text{C}$  en Paita en la segunda quincena, así como una disminución de las anomalías térmicas positivas respecto a enero en Chicama, asociado al paso de una onda Kelvin fría. Sin embargo, frente a Callao se observó anomalías positivas, asociada al acercamiento de ASS a la costa peruana. Se observó presencia de aguas de mezcla (ASS-ACF) en Chicama, Callao, Atico, con núcleos de ASS en las dos primeras.
- Las concentraciones de clorofila-a satelital, dentro de las 60 mn, de Paita a Huacho presentaron valores de  $\sim 1 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ , mientras que entre Huacho y Pisco las concentraciones fueron de  $3 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$  dentro de las 90 mn, con núcleos de  $10 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$  entre los  $11 \text{ }^\circ\text{S}$  y  $14 \text{ }^\circ\text{S}$  dentro de las 20 mn. Dentro de las 60 mn, predominaron las anomalías negativas ( $-1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  a  $-4 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ) entre Paita y Huacho. Entre Huacho y Pisco dentro de las 90 mn se presentaron anomalías positivas ( $+1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  a  $+6 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ). Al sur de San Juan, las concentraciones se presentaron de acuerdo a la estacionalidad.

- En la región norte-centro, la flota artesanal y de menor escala realizaron faenas cercanas a los puertos de Paita, Parachique, Chimbote y Pisco. En la región sur, la flota industrial registró altas capturas de juveniles (50 %) por lo que fue suspendida a partir del 10 de febrero. Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro, mostraron que el recurso mantuvo una baja actividad desovante.
- Para la segunda quincena de marzo 2019 se espera la llegada a la costa peruana de dos ondas Kelvin cálidas, de modo 1 y de modo 2, las cuales podrían mantener los valores positivos de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar. Además, se espera que a fines de abril arribe una onda Kelvin cálida de modo 2, generada a inicios de febrero 2019.
- Para el trimestre MJJ 2019, los modelos climáticos internacionales pronostican condiciones de El Niño débiles en la región Niño 3.4 con un valor de  $+0,5$  °C en promedio. Para el mismo periodo, frente a la costa peruana los modelos ECMWF y NMME indican una condición cálida débil, mientras que el modelo CFS una condición cálida moderada. A su vez, el pronóstico del ITCP (estadístico y dinámico) indican condiciones cálidas para el segundo trimestre del 2019.

## 6. REFERENCIAS

Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chávez, 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.

ENFEN, 2019. Comunicado Oficial ENFEN, N°.03 -2019, febrero de 2019.

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.

Ocean Biology Processing Group, 2003: MODIS Aqua Level 3 Global Daily mapped 4 km Chlorophyll a. Ver. 6. PO.DaaC, Ca, USA. Dataset accessed [2019-01-03]

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 - febrero 2019.

<b>Estación</b>	<b>TSM Ene. (°C)</b>	<b>TSM Feb. (°C)</b>	<b>ATSM Feb. (°C)</b>
Tumbes	28,37	28,26	0,26
Paíta	21,85	23,70	0,70
San José	21,95	22,39	-0,21
Chicama	20,10	20,39	1,59
Huanchaco	19,99	20,69	1,89
Chimbote	22,87	23,11	0,91
Huacho	18,73	19,36	1,56
Callao	17,71	18,29	1,29
Pisco	22,70	23,04	-0,06
Ilo	17,70	17,92	0,72

## 8. FIGURAS

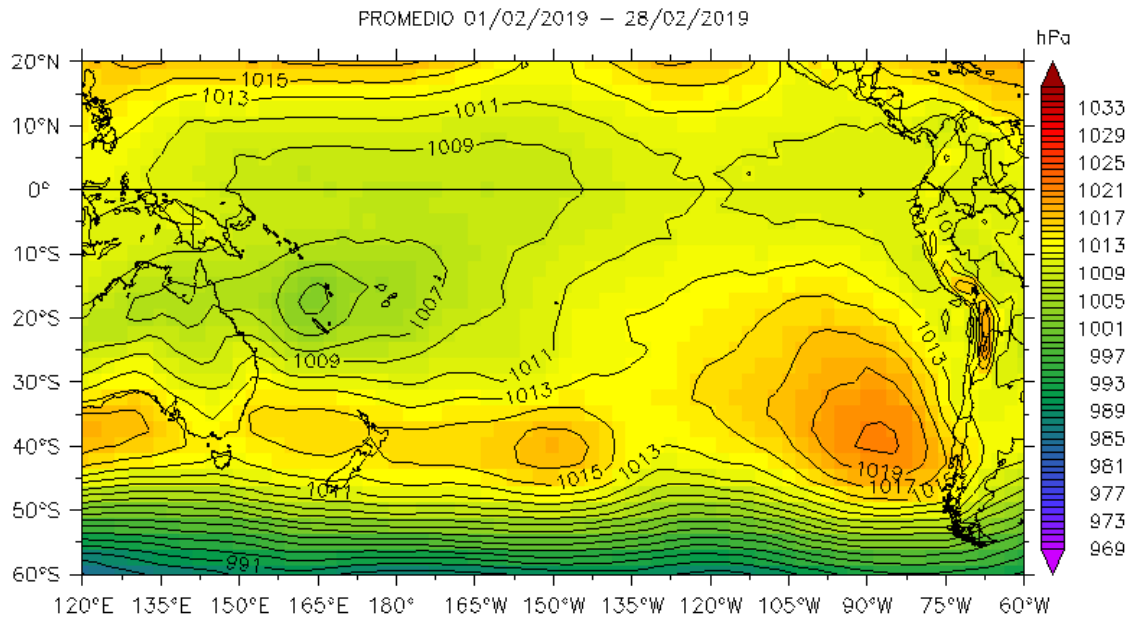
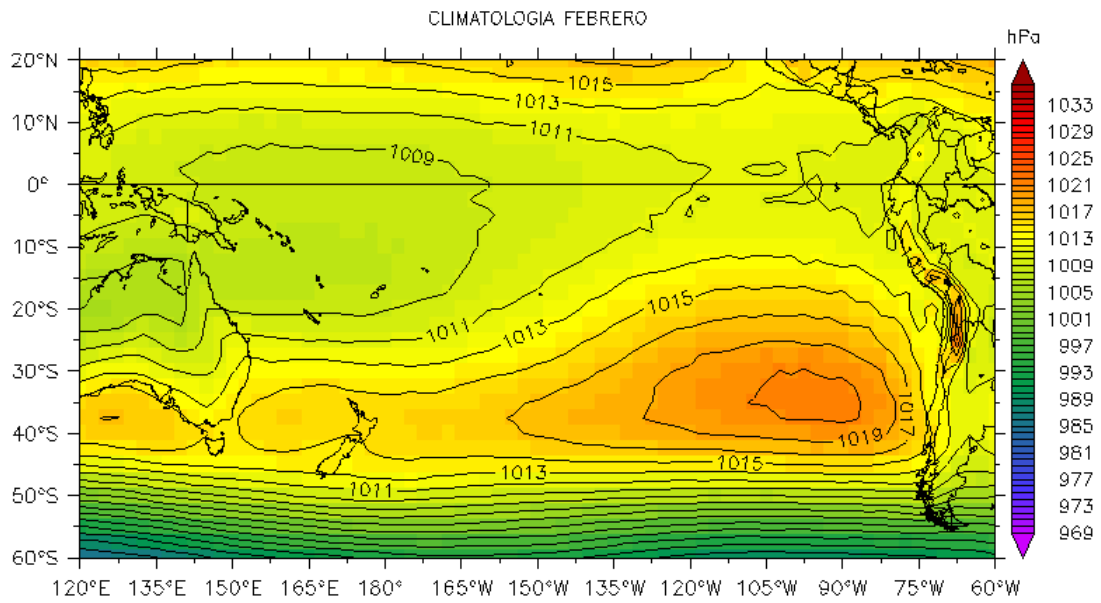


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-28 febrero, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.



a)



b)

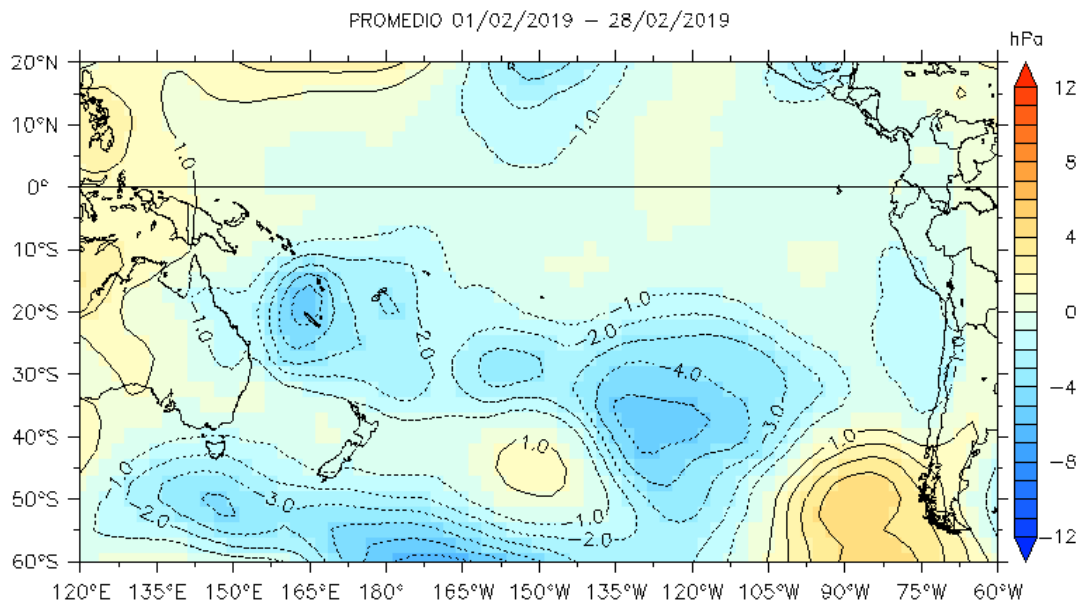


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de febrero 2019. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

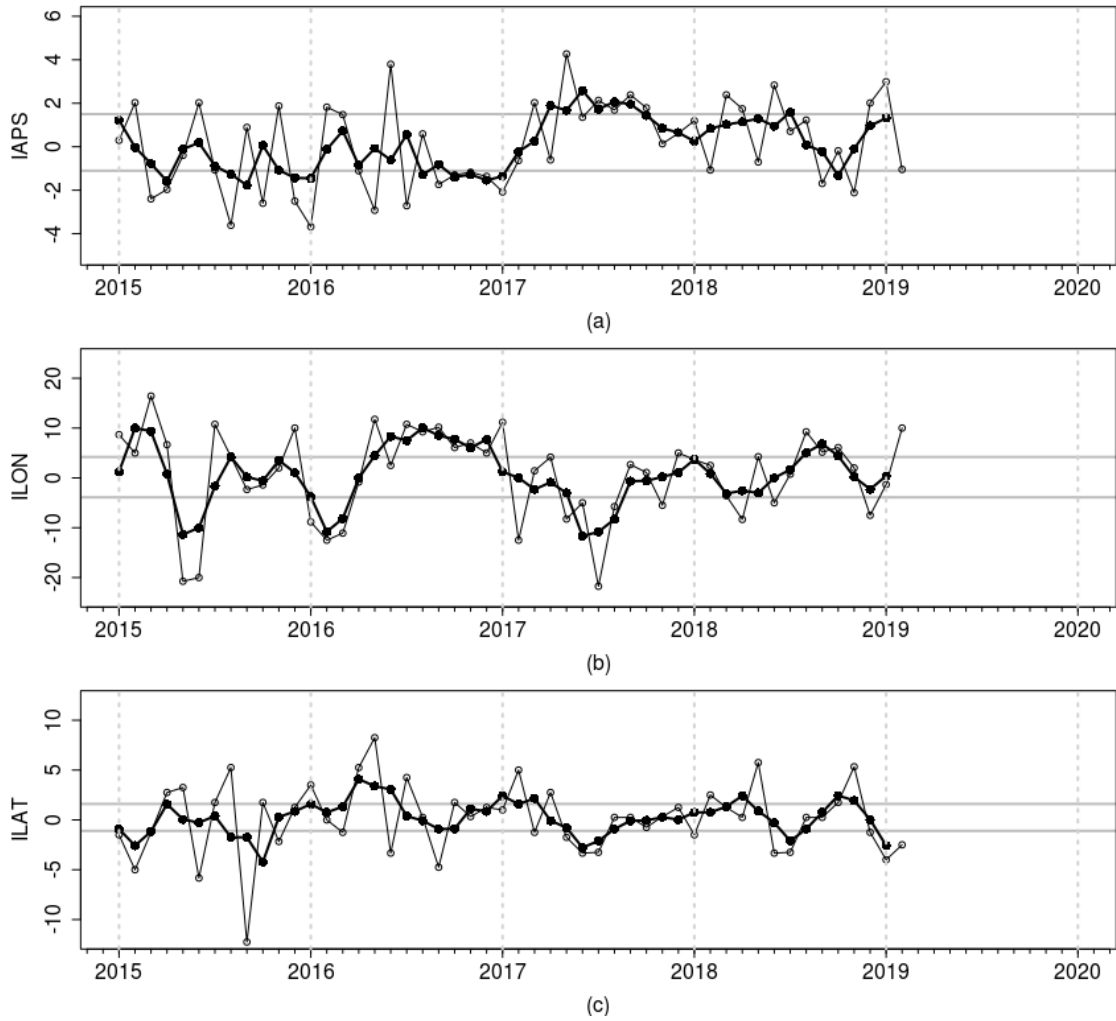


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre DEF 2019 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2015 – febrero 2019.

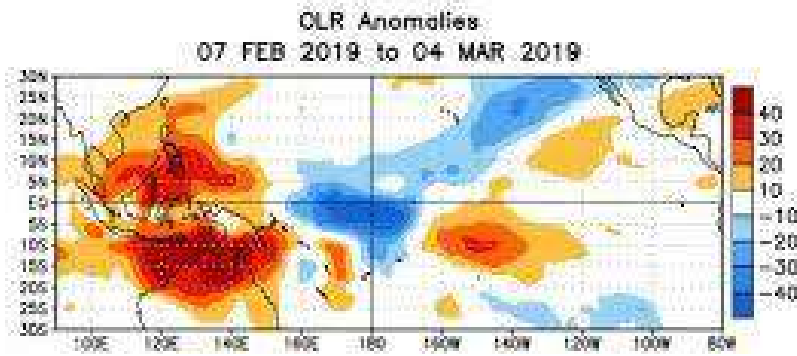


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ( $W/m^2$ ) durante el mes de febrero de 2019. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

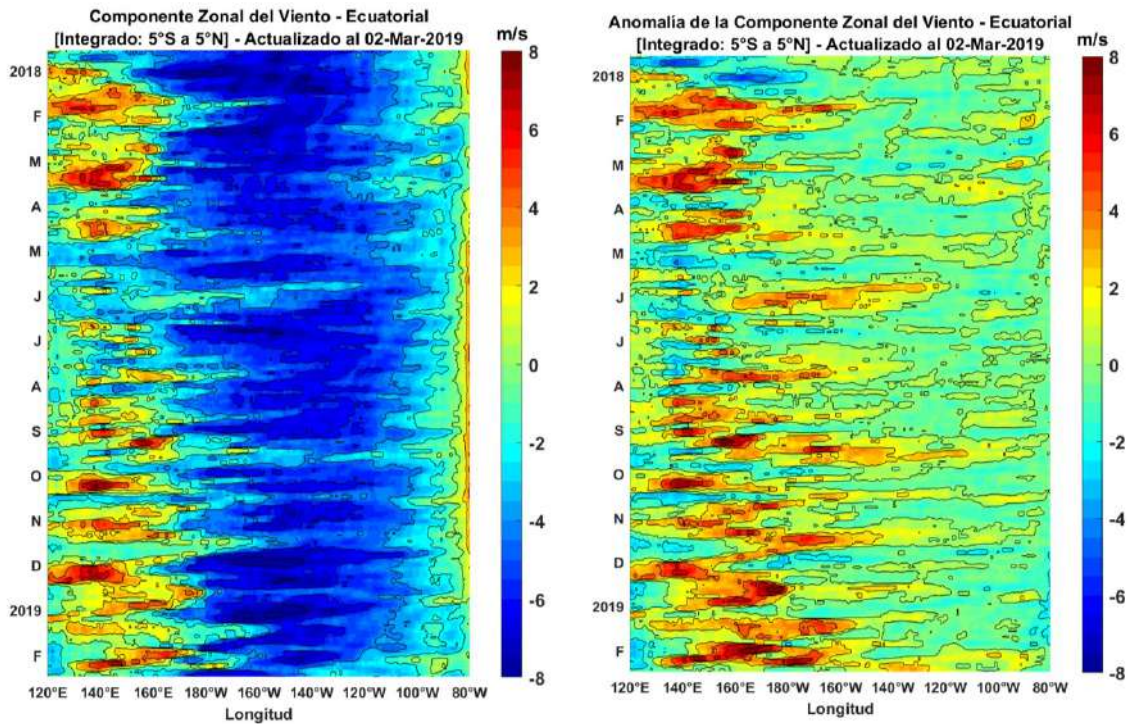


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/0/2019.

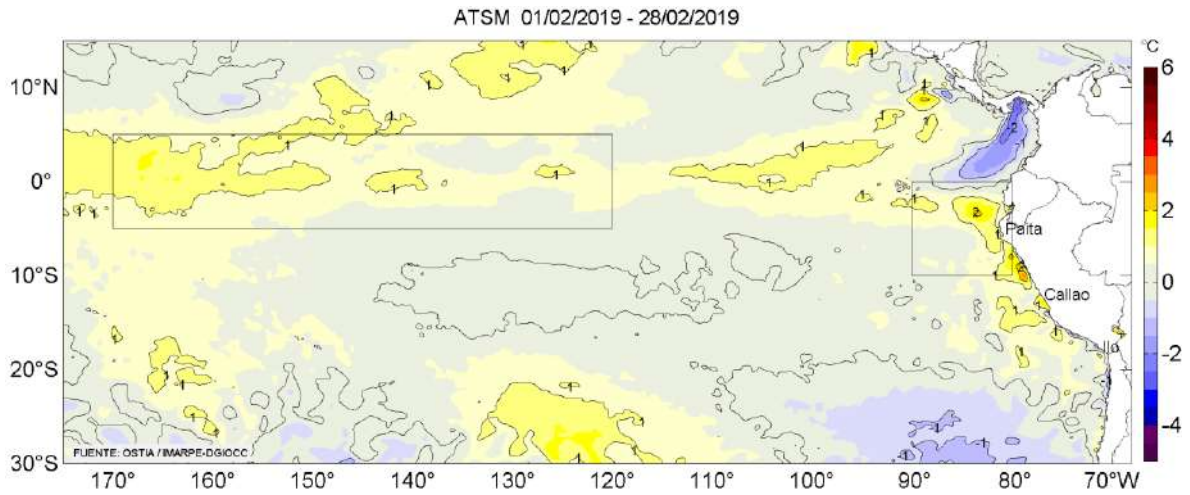


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de febrero 2019. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

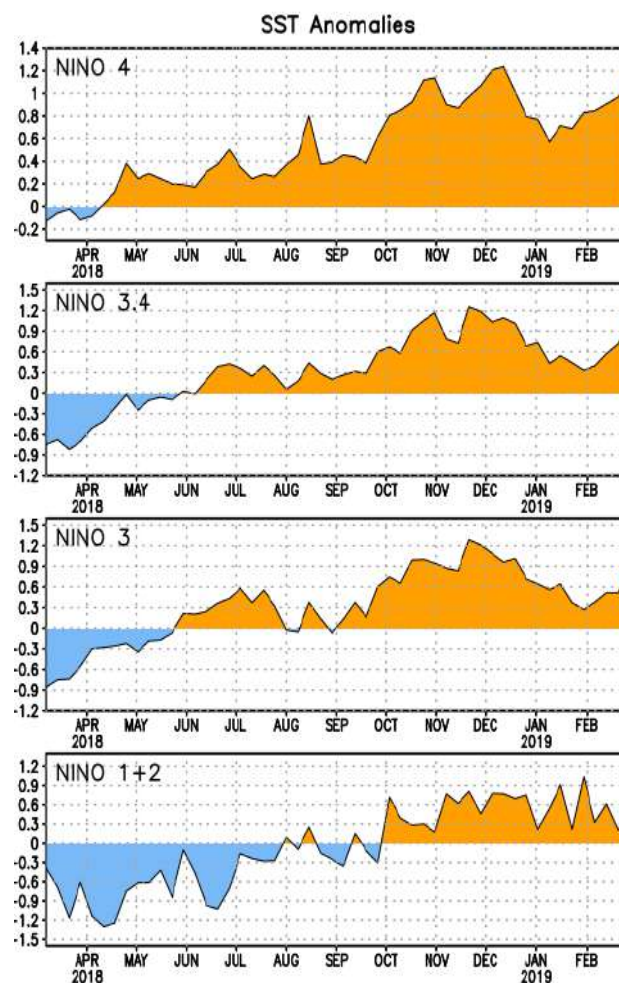


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de febrero del 2019. Fuente CPC/NOAA.

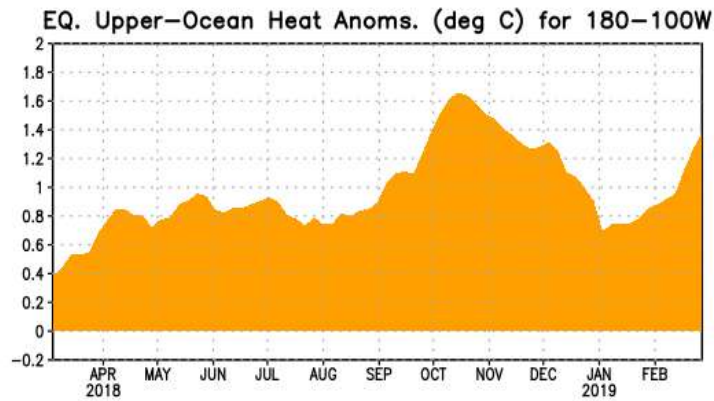


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

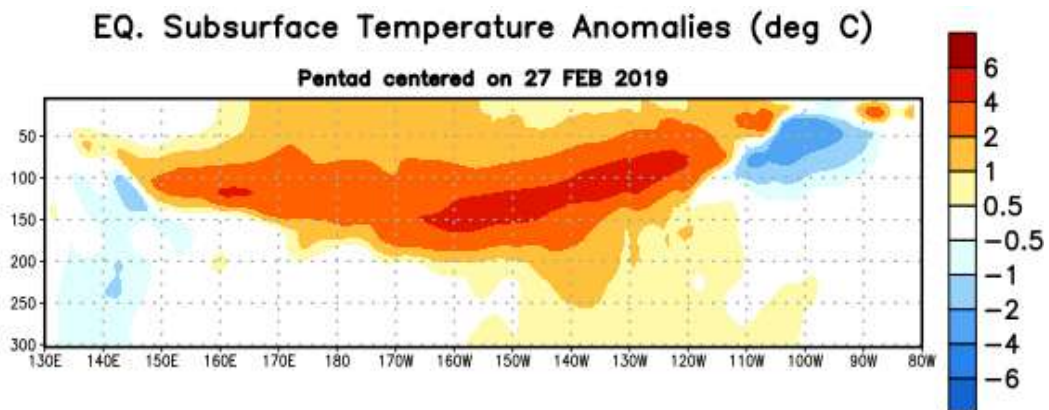


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del Océano Pacífico Ecuatorial, centradas en la semana del 27 de febrero de 2019. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

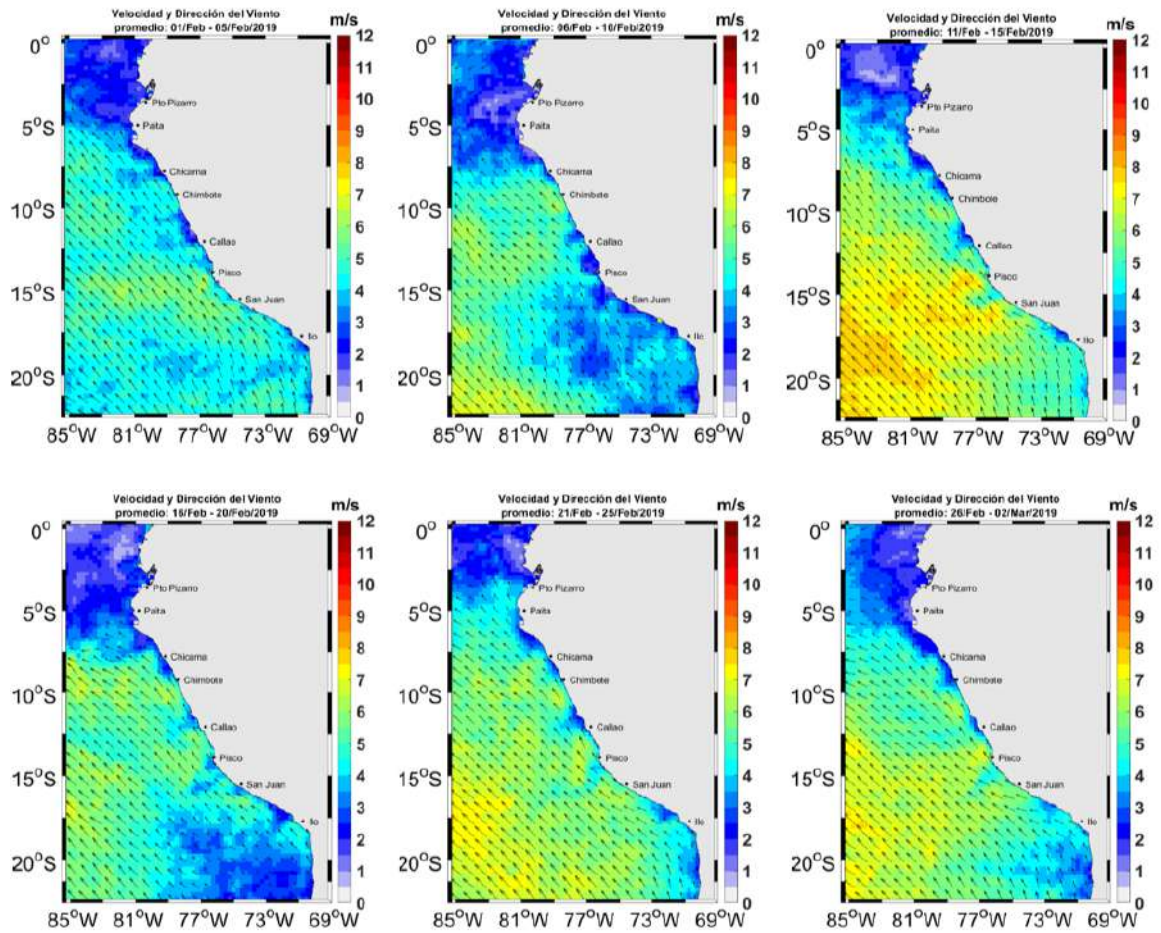


Figura 10. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de febrero del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/03/2019.

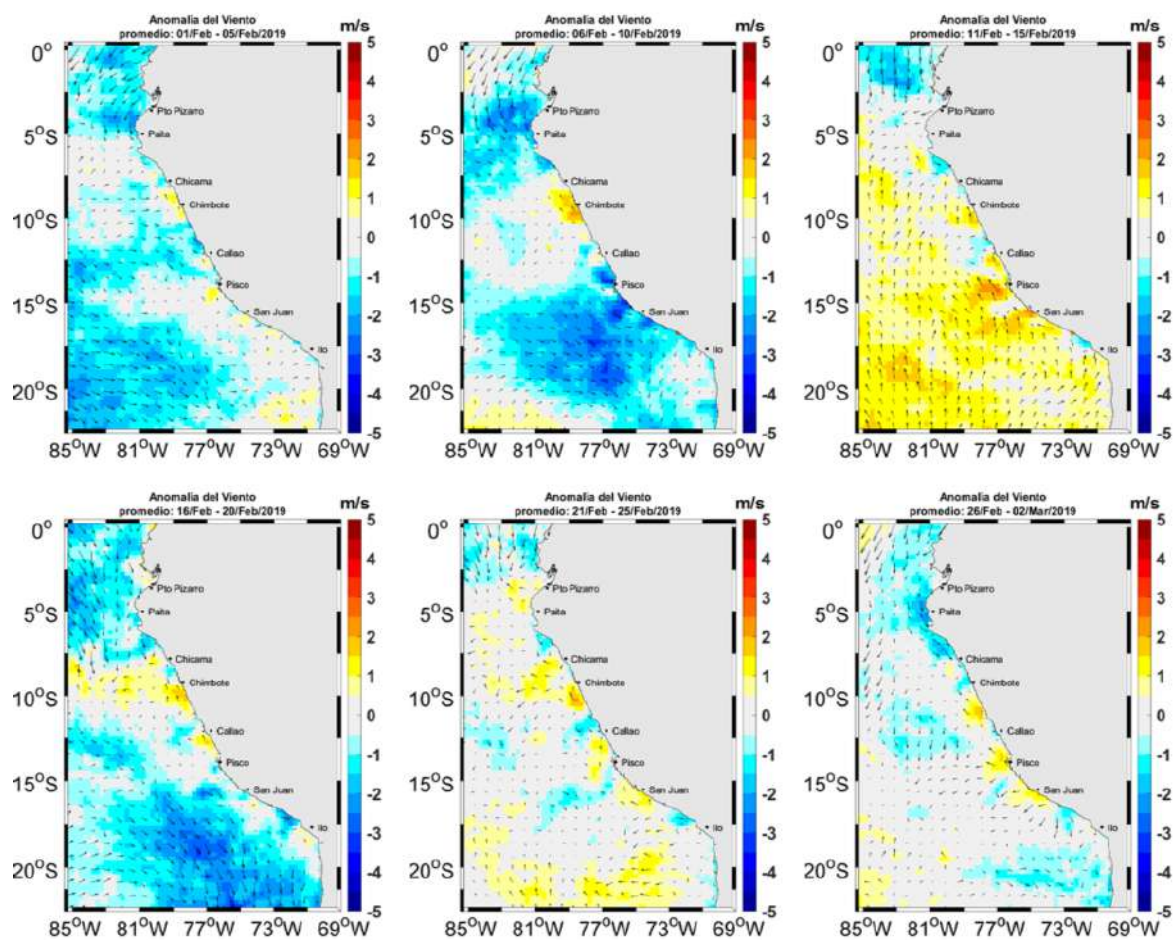


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de febrero del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/03/2019.

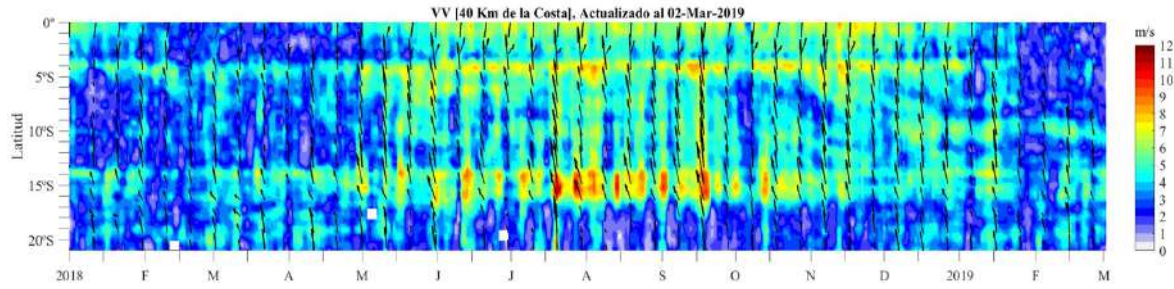


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/03/2019.

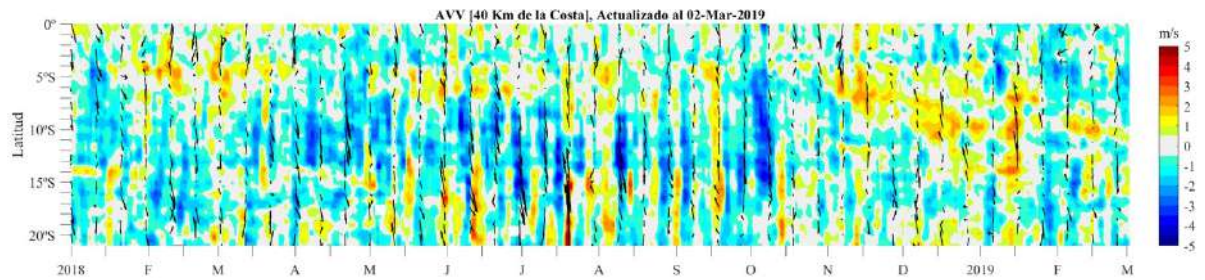


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/03/2019.

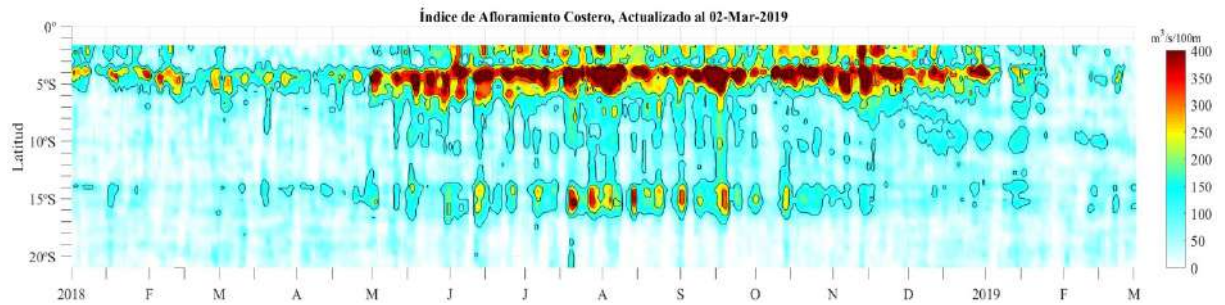


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ( $m^3/s.100m$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 02/03/2019.



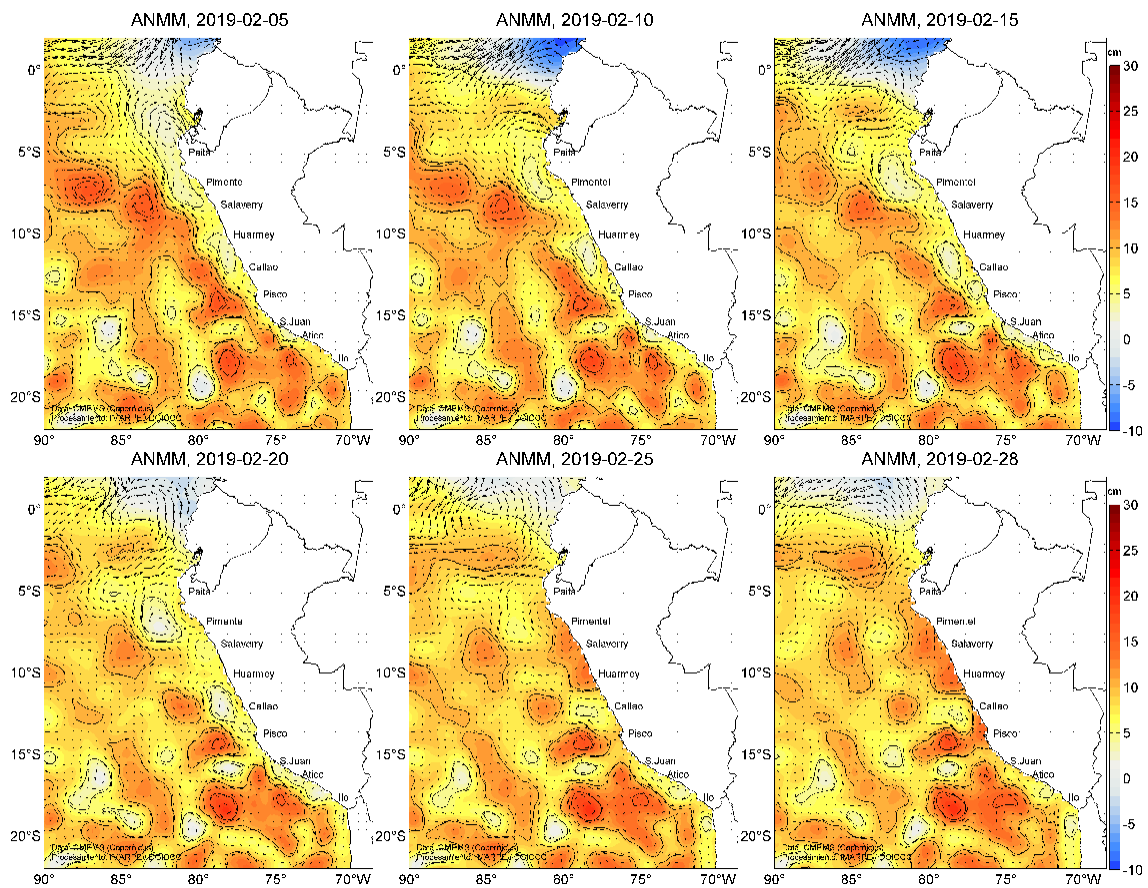


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostroficas, cada cinco días para el mes de febrero de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

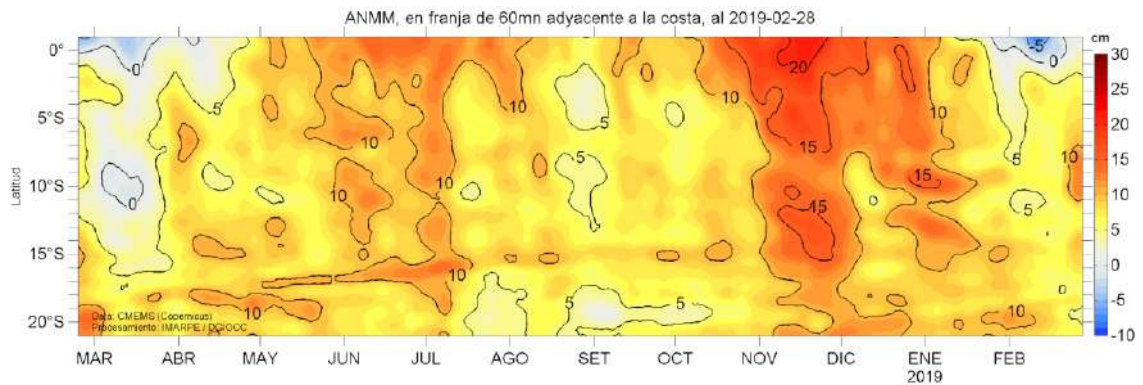


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 28 de febrero del 2019, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

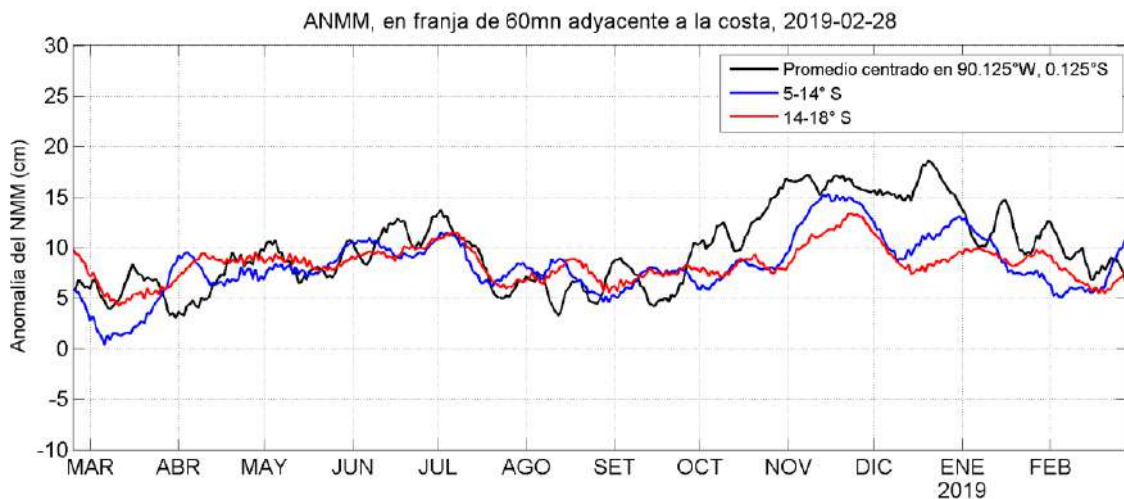


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 28 de febrero del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

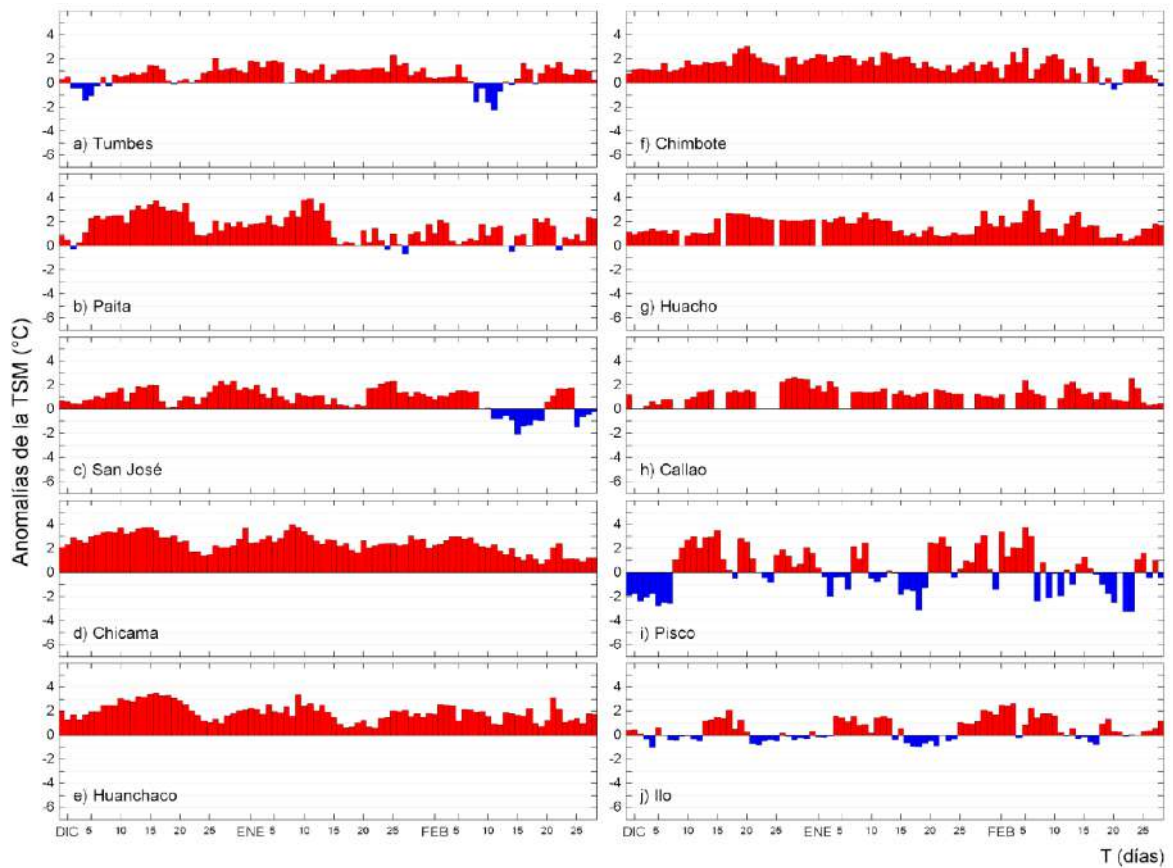


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

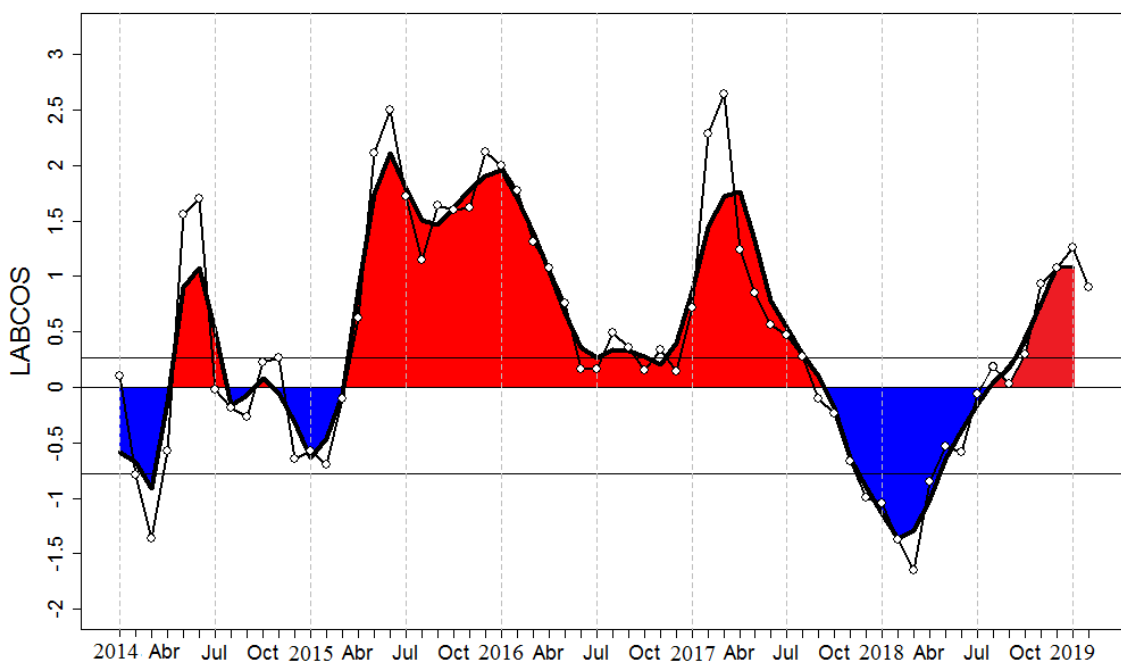


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - febrero 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

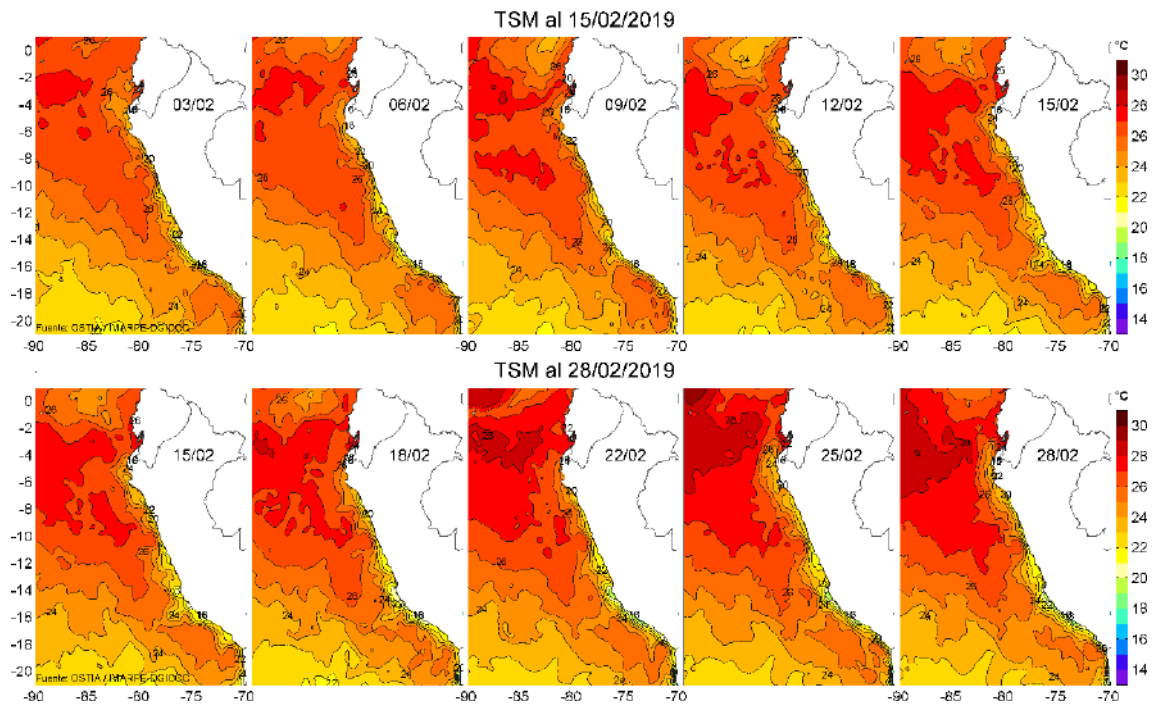


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante febrero del 2019. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

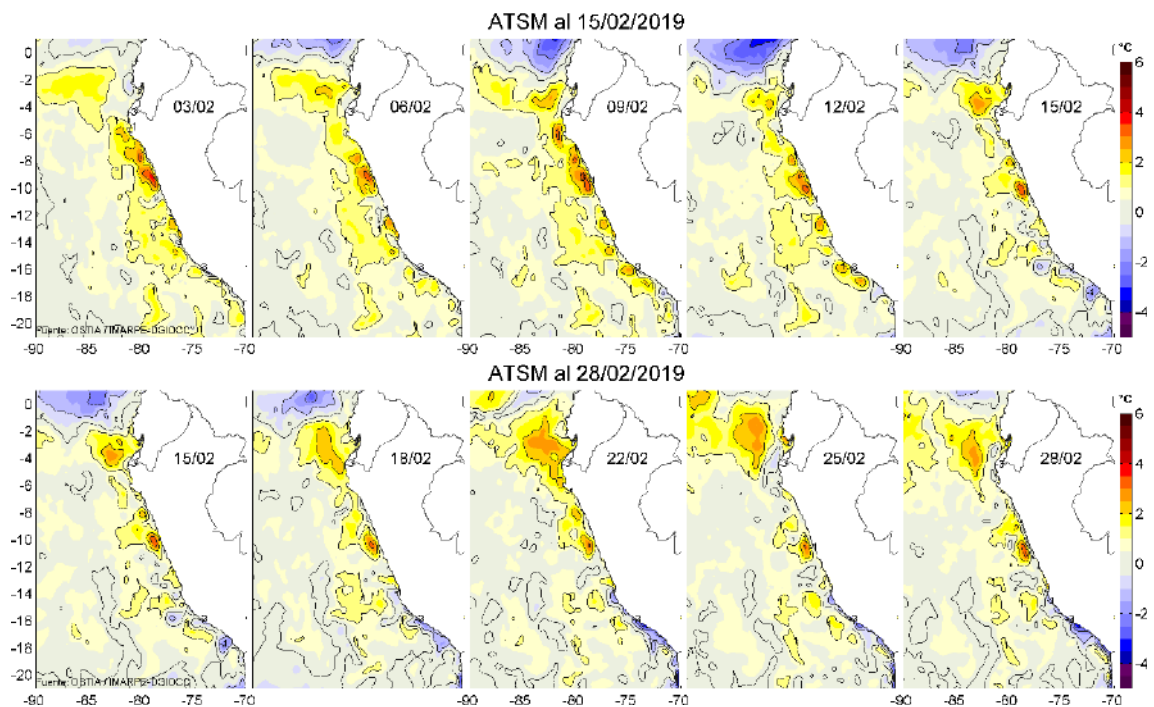


Figura 21. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante febrero del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

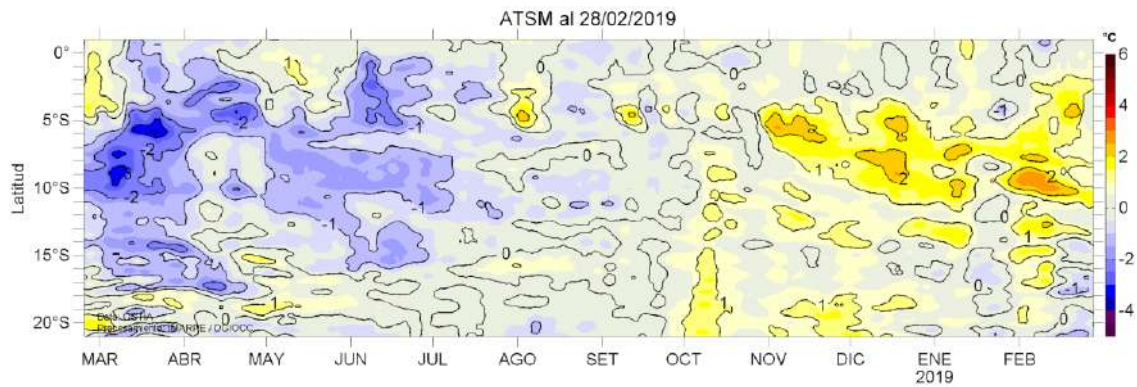


Figura 22. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 28 de febrero del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

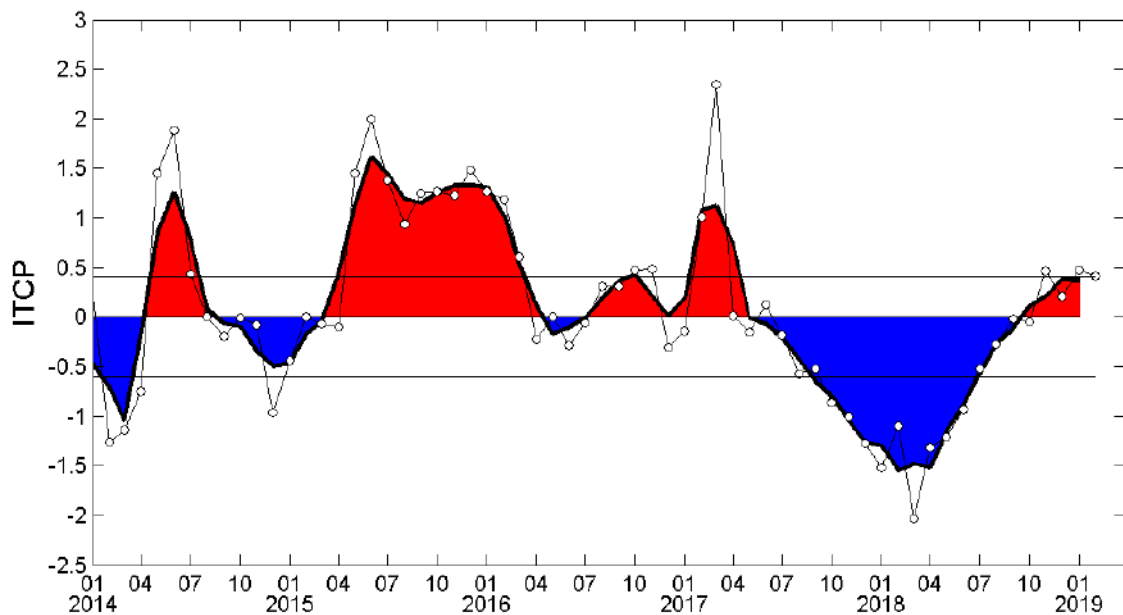


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre NDE 2018-2019. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

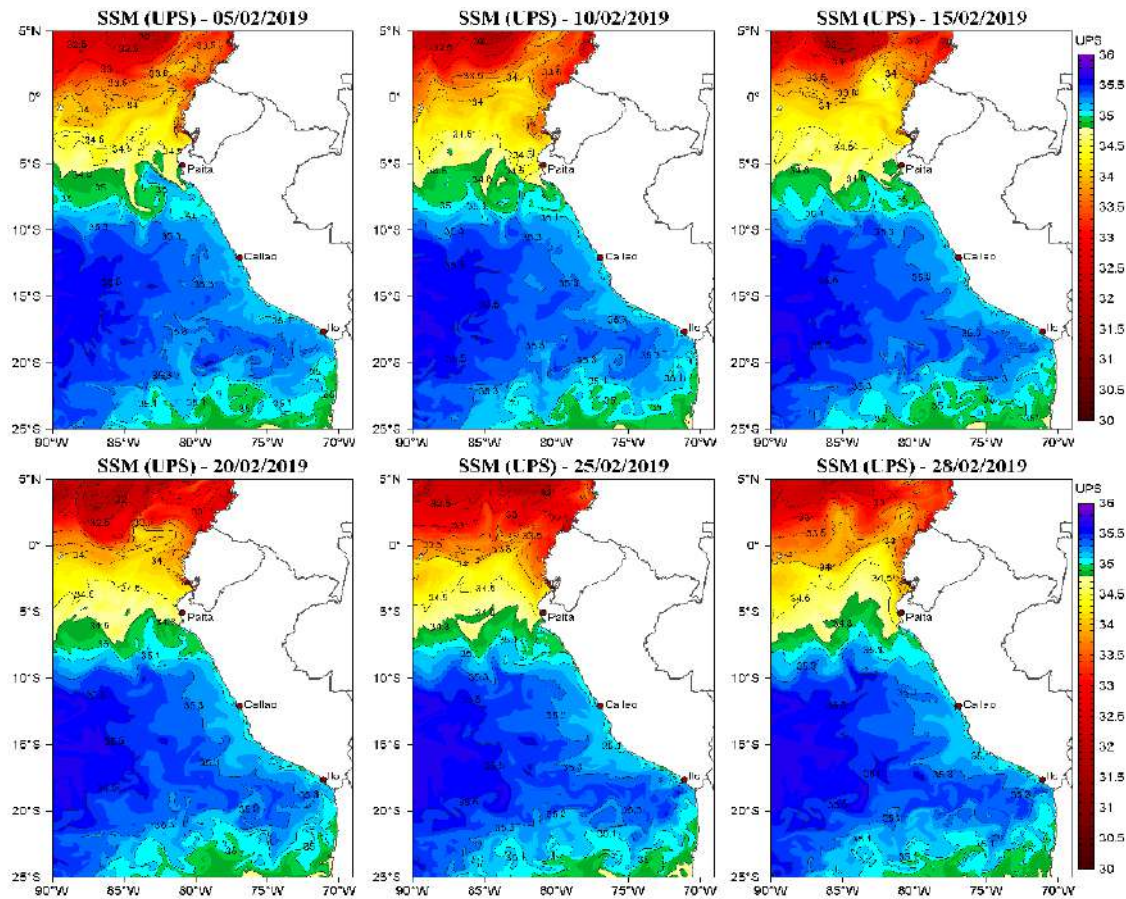


Figura 24. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 28 de febrero del 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

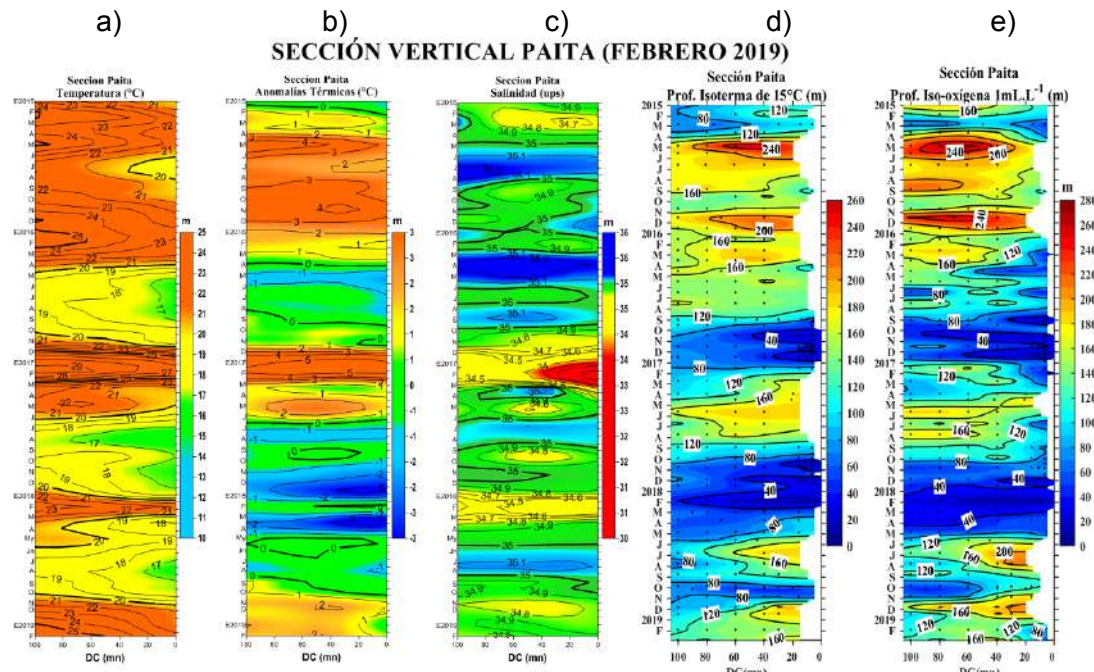


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta febrero del 2019.

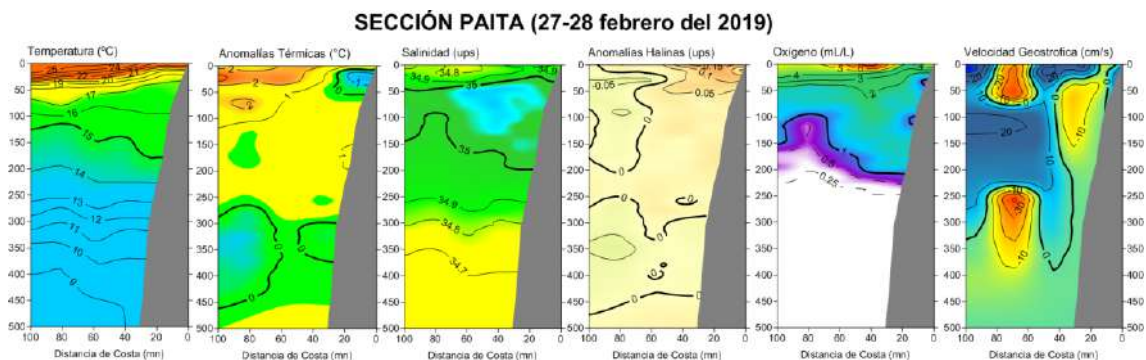


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L<sup>-1</sup>) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de febrero de 2019. Fuente: IMARPE.

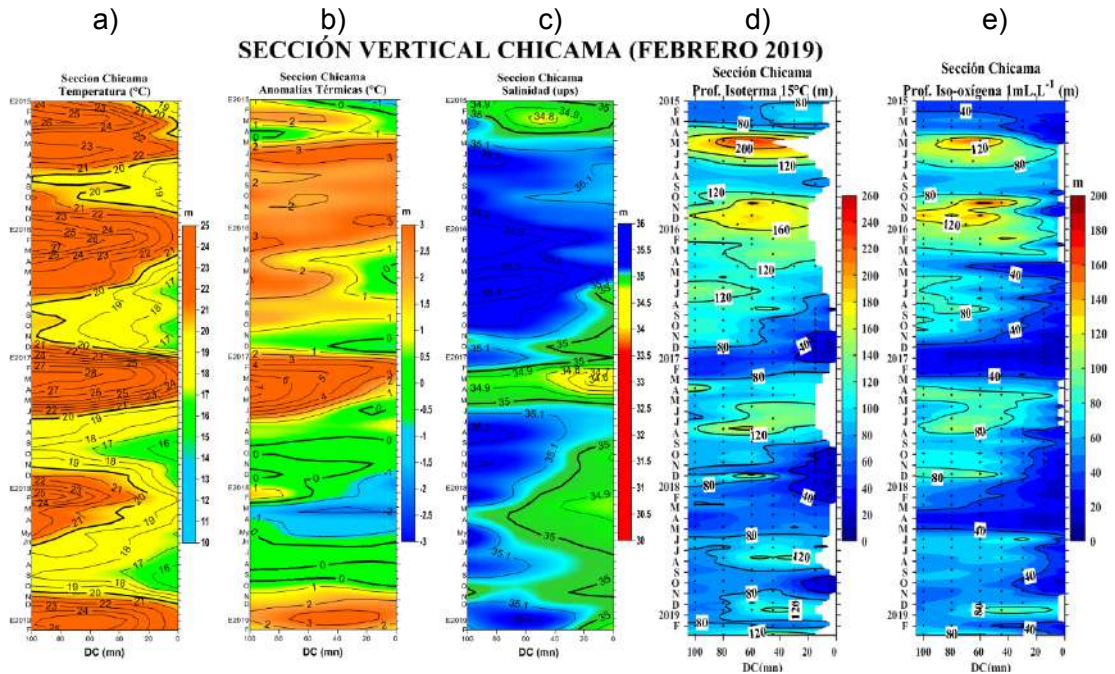


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta febrero de 2019.

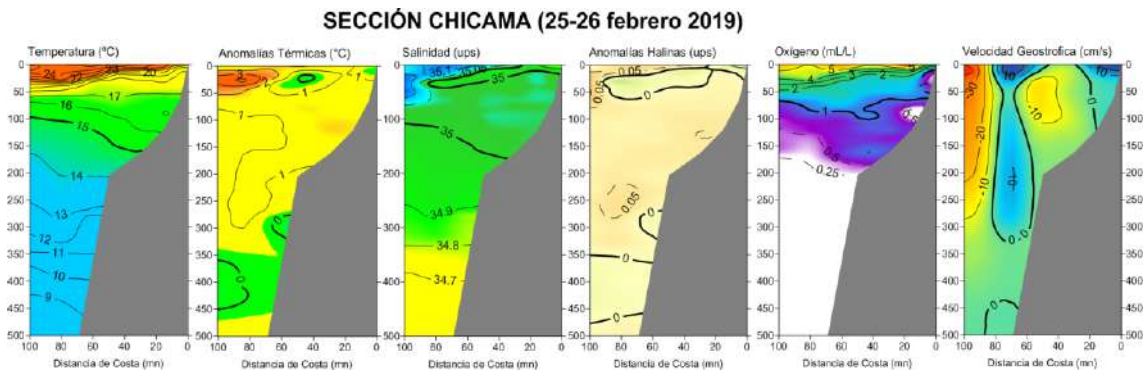


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L<sup>-1</sup>) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de febrero de 2019. Fuente: IMARPE.



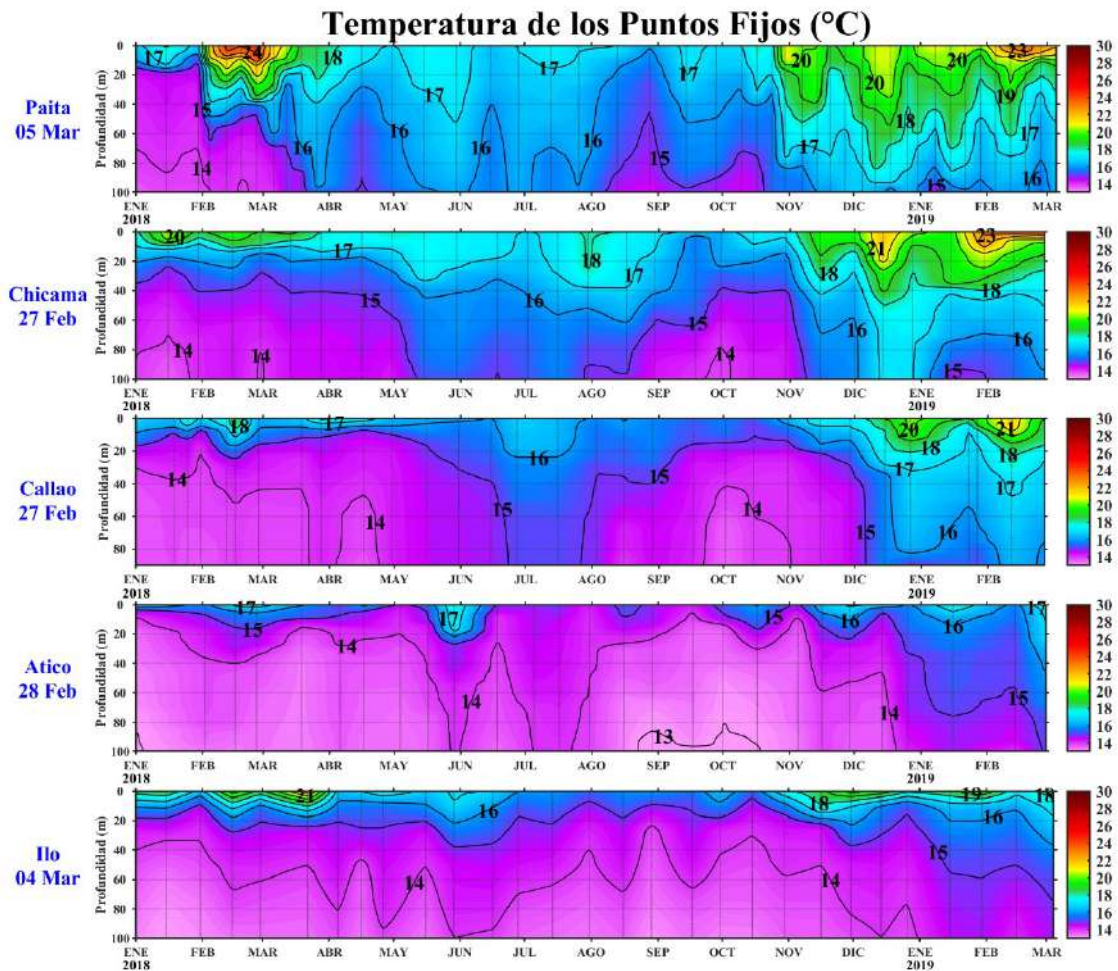


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a febrero-marzo de 2019.

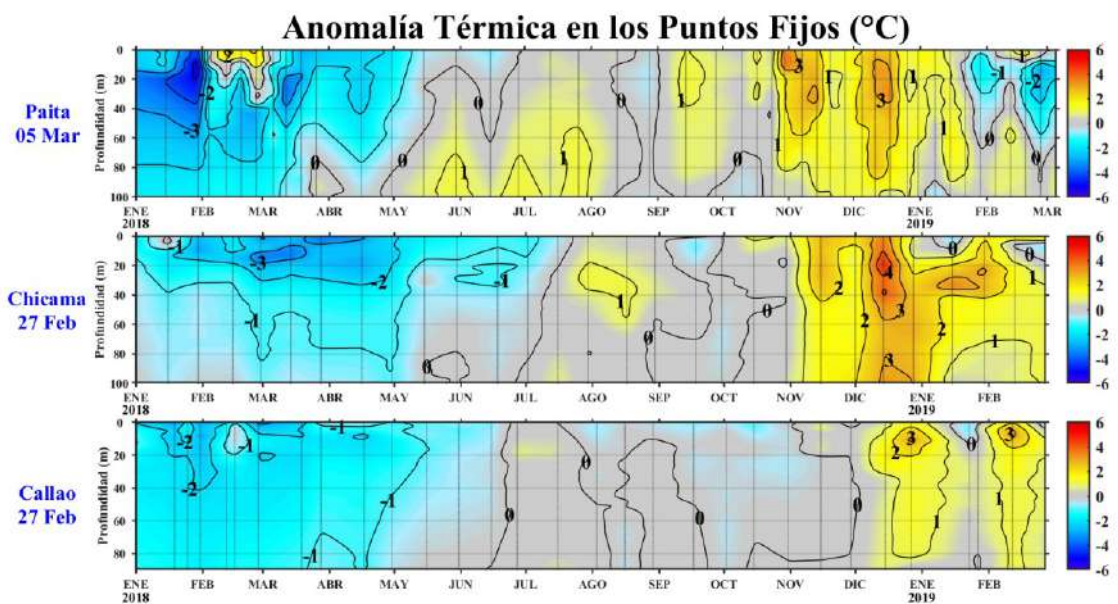


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao de julio de 2017 a febrero-marzo de 2019.

### Salinidad en los Puntos Fijos (ups)

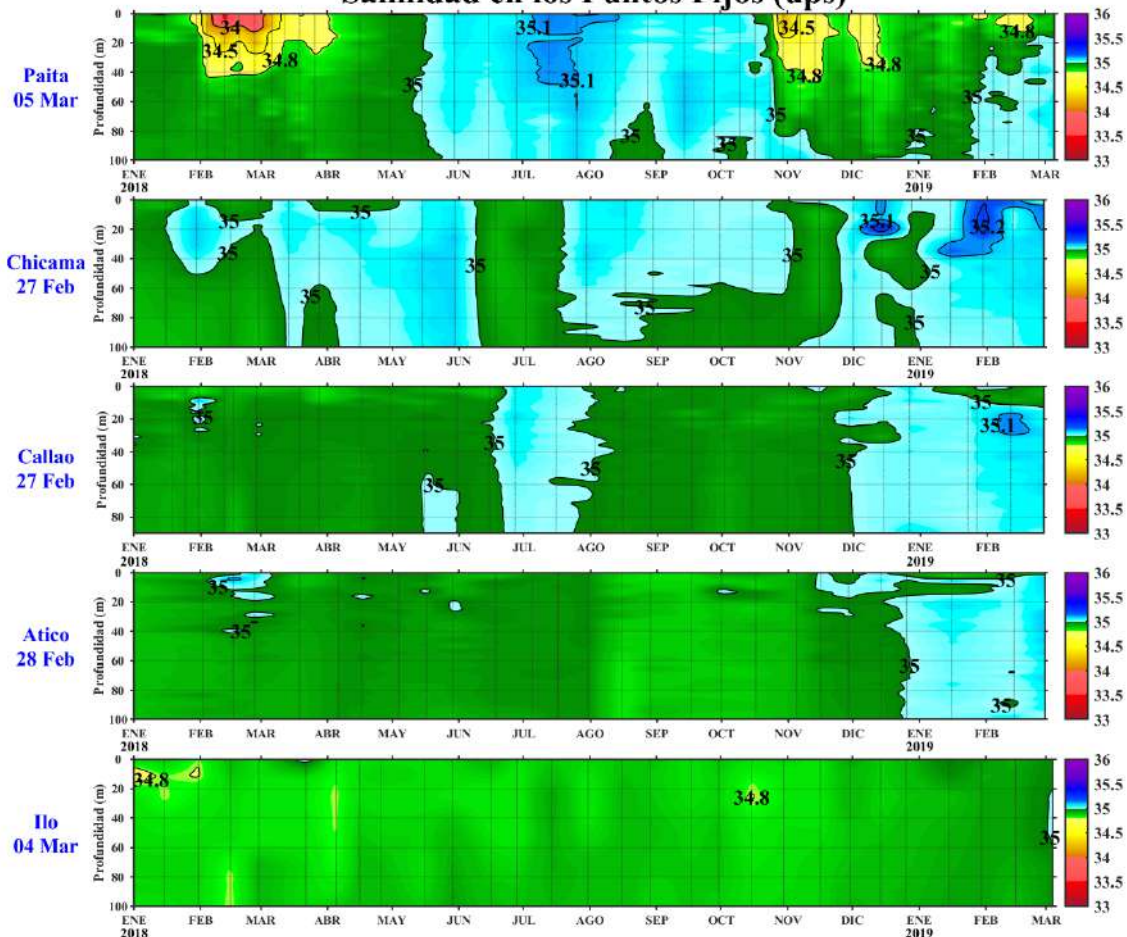


Figura 31. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a febrero-marzo de 2019.

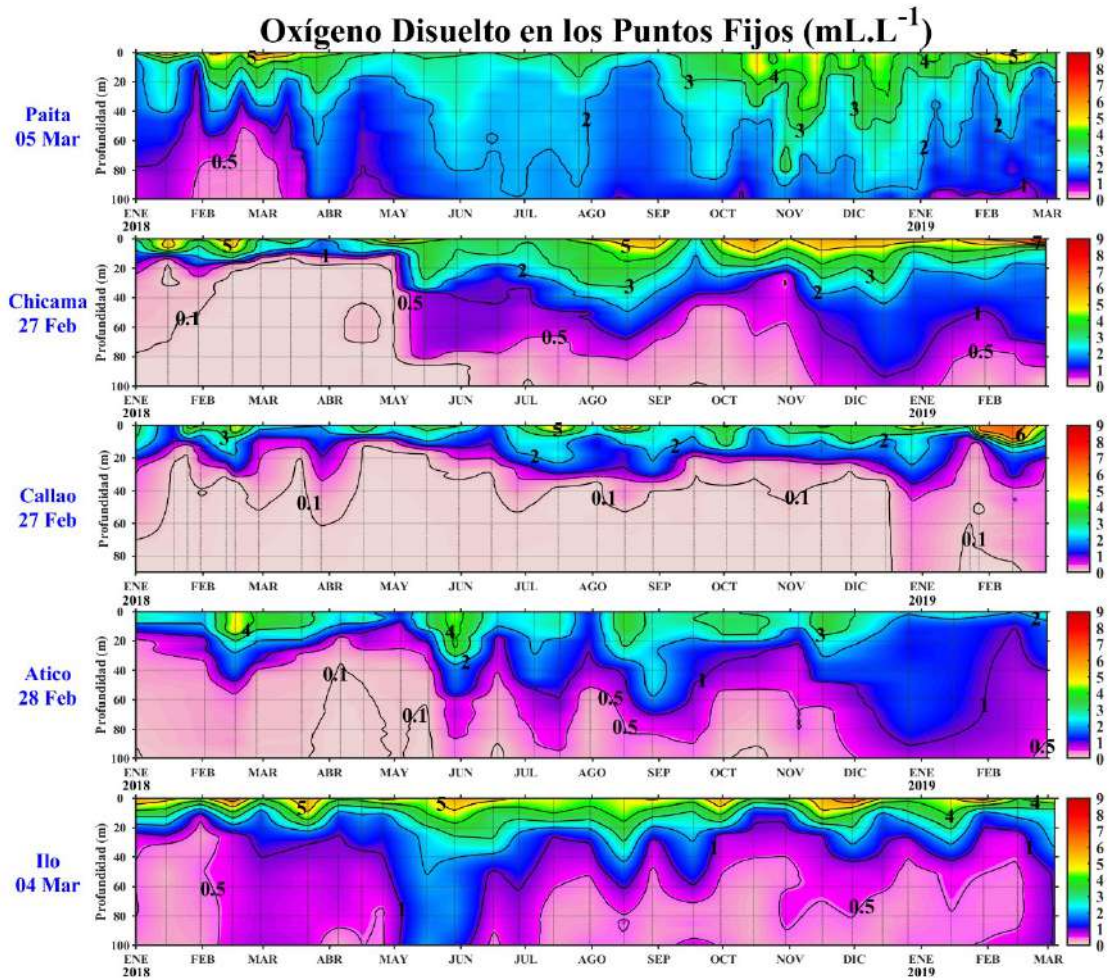


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L<sup>-1</sup>) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a febrero-marzo de 2019.

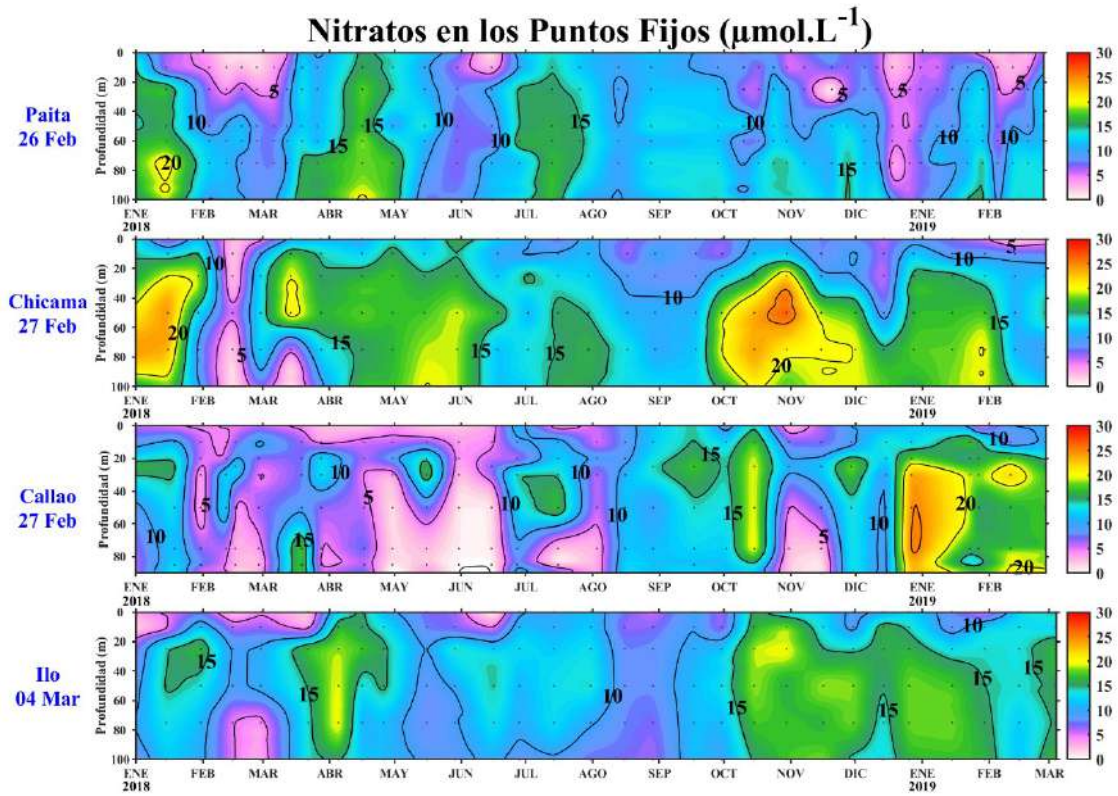


Figura 33. Concentración de nitratos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a febrero 2019.

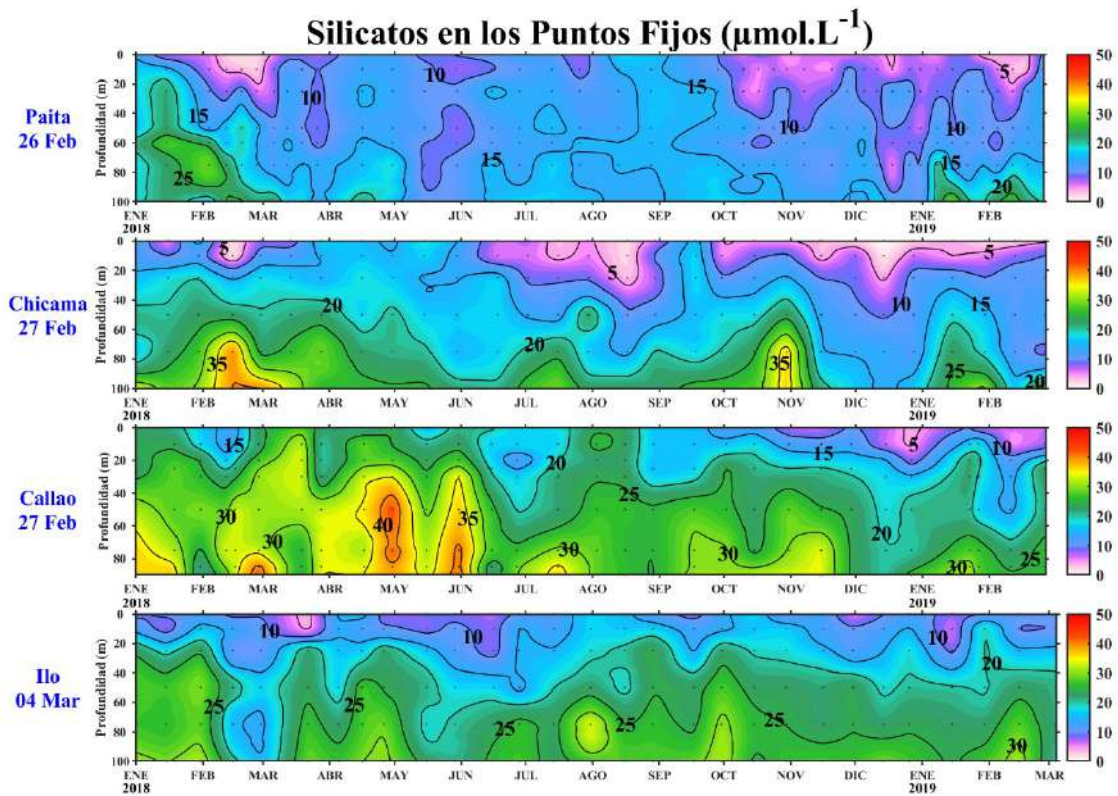


Figura 34. Concentración de silicatos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a febrero 2019.

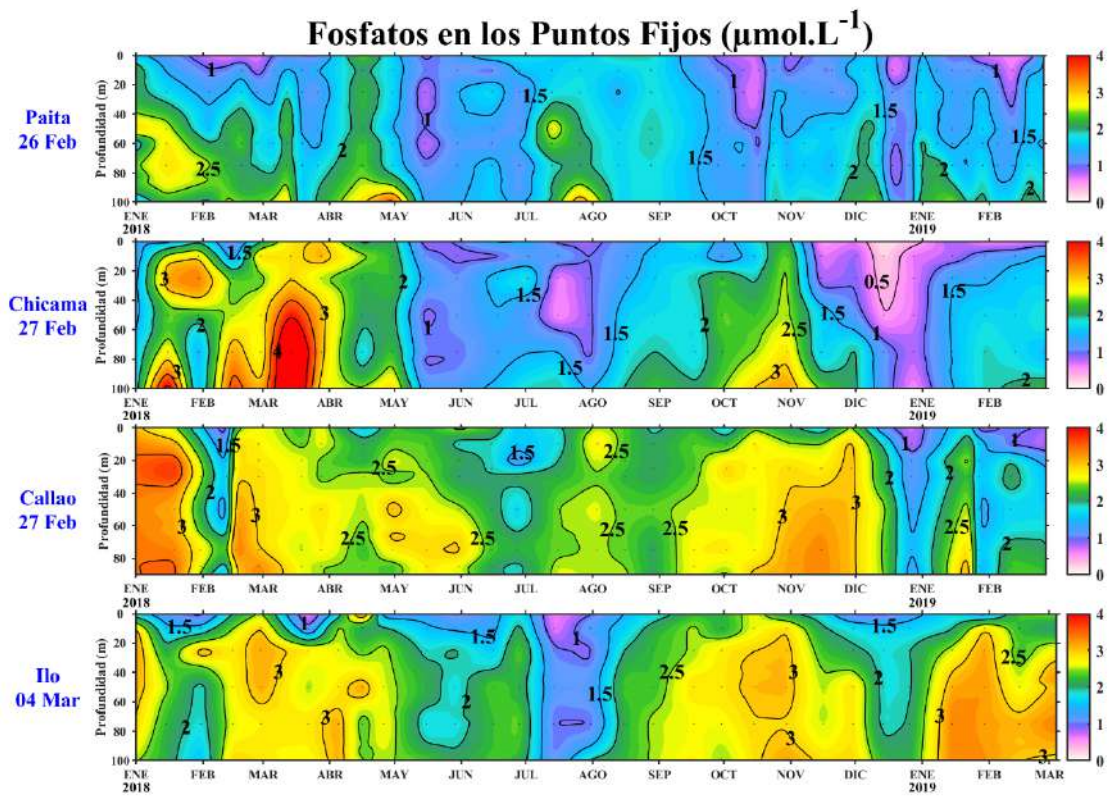


Figura 35. Concentración de fosfatos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a febrero 2019.

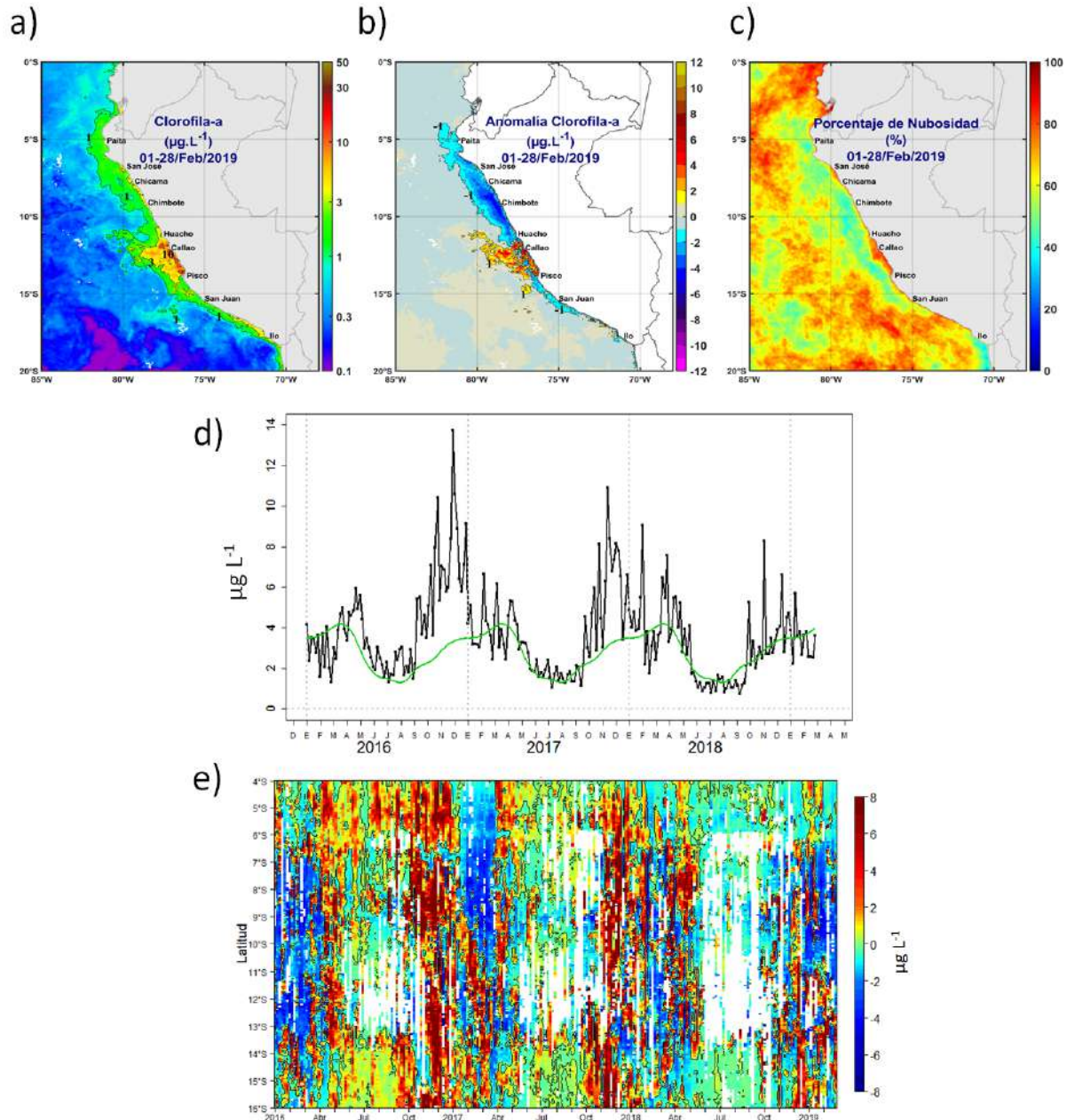


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante febrero 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

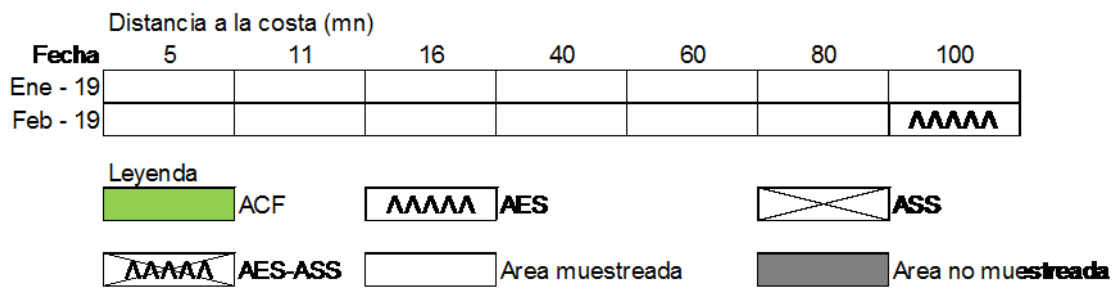


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1902.

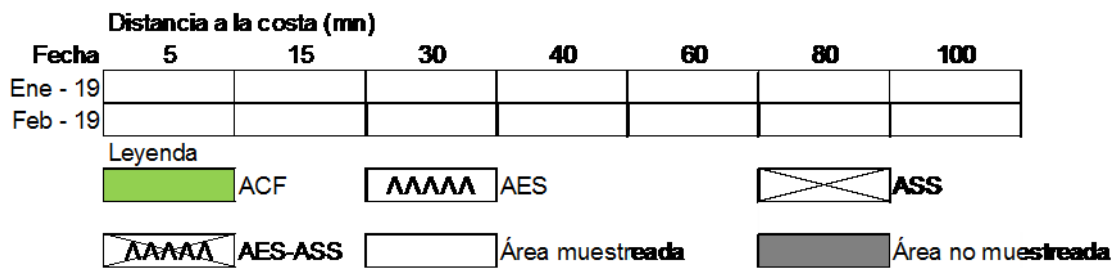


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1902.

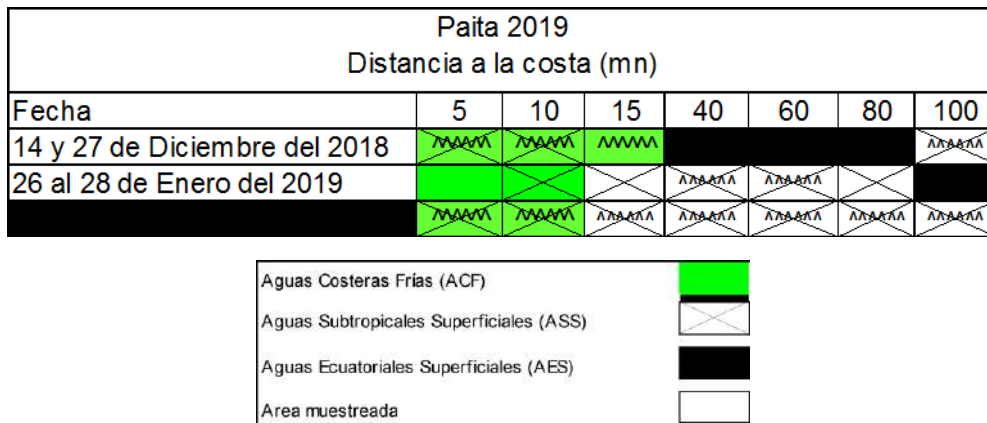


Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paita 1902.

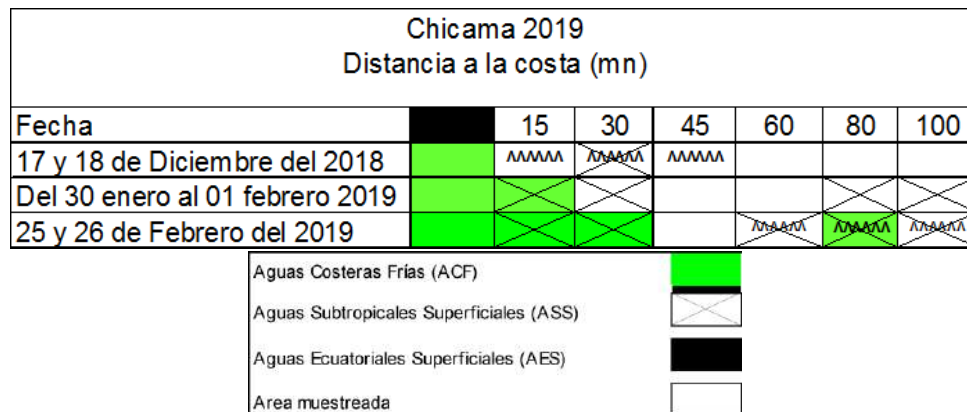
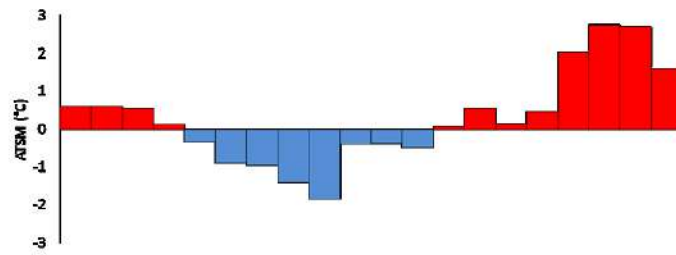


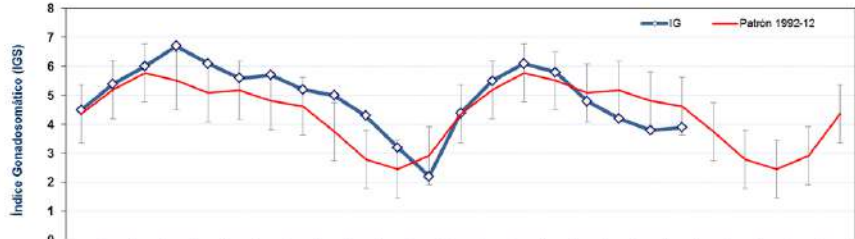
Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1902.



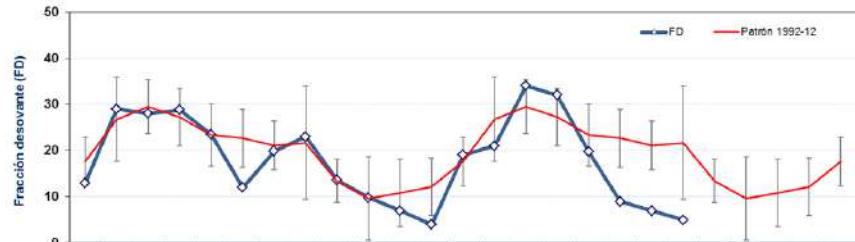
## ATSM Chicama



## Índice gonadosomático



## Fracción desovante



## Contenido Graso

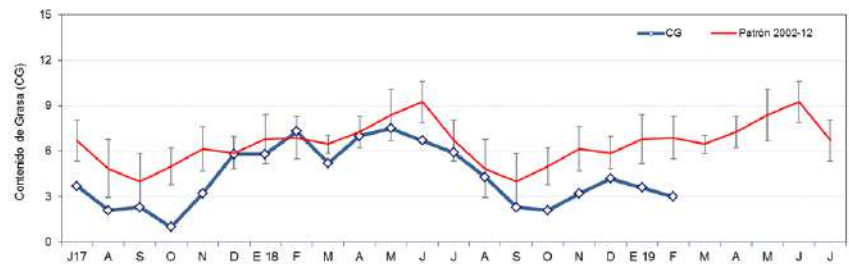


Figura 41. a) Anomalía de la TSM (°C) de Chicama. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) contenido graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – febrero 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

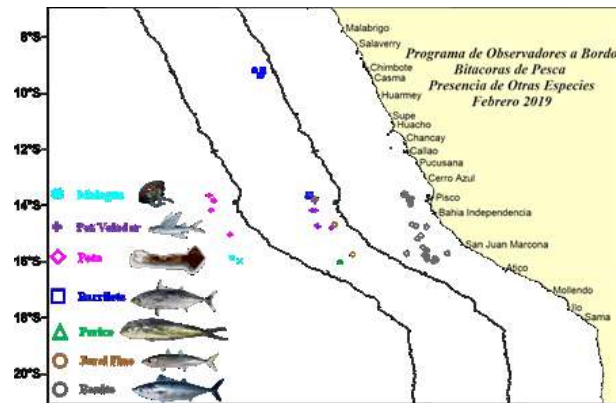


Figura 42. Distribución de peces incidentales en la pesca de jurel y caballa durante febrero 2019. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE

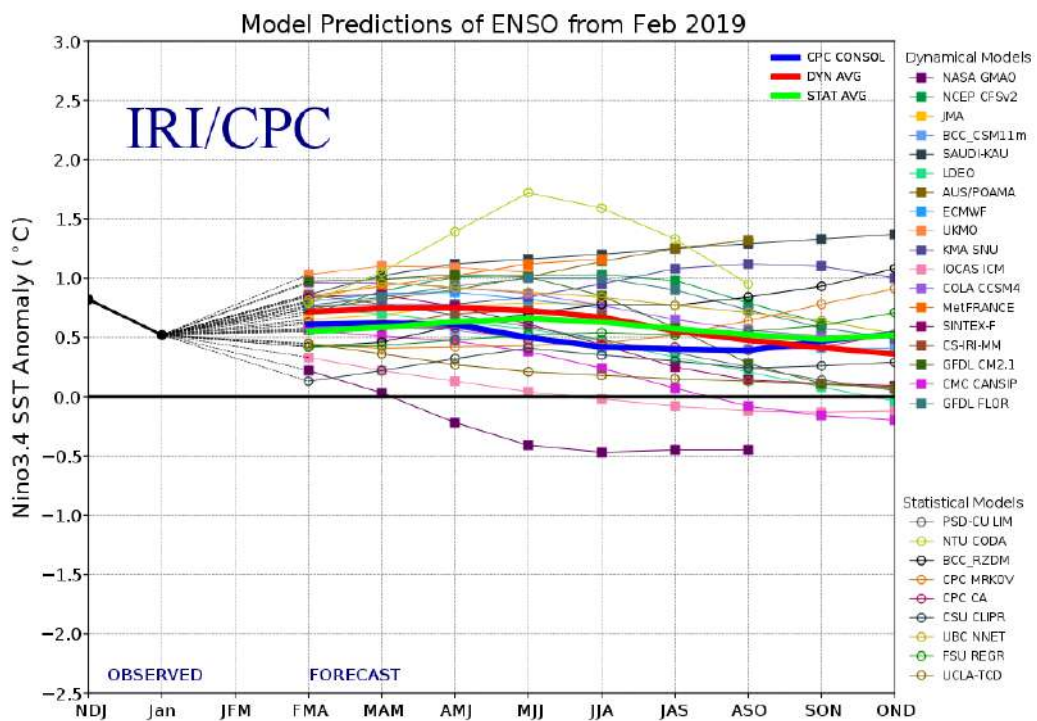


Figura 43. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, febrero 2019.

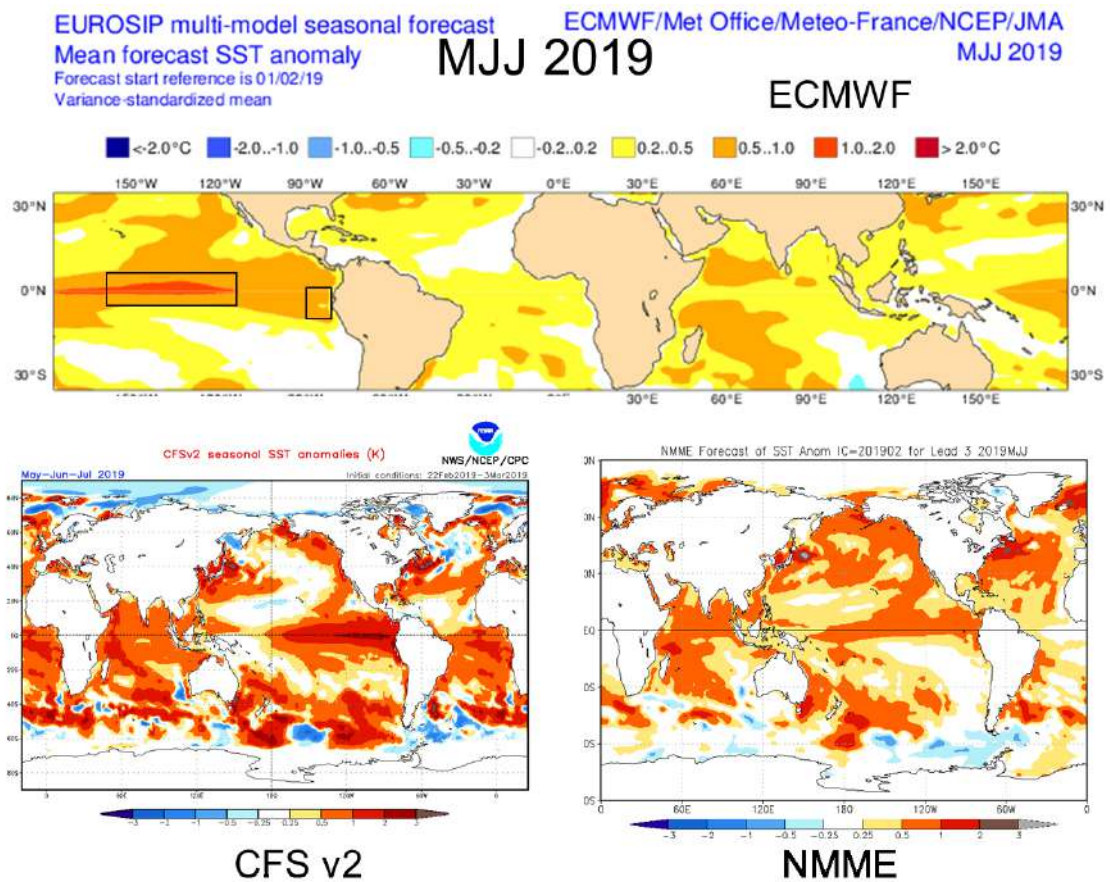


Figura 44. Pronóstico de la TSM para el trimestre MJJ 2019 del modelo ECMWF, CFSv2, y NMME (condiciones iniciales febrero 2019). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

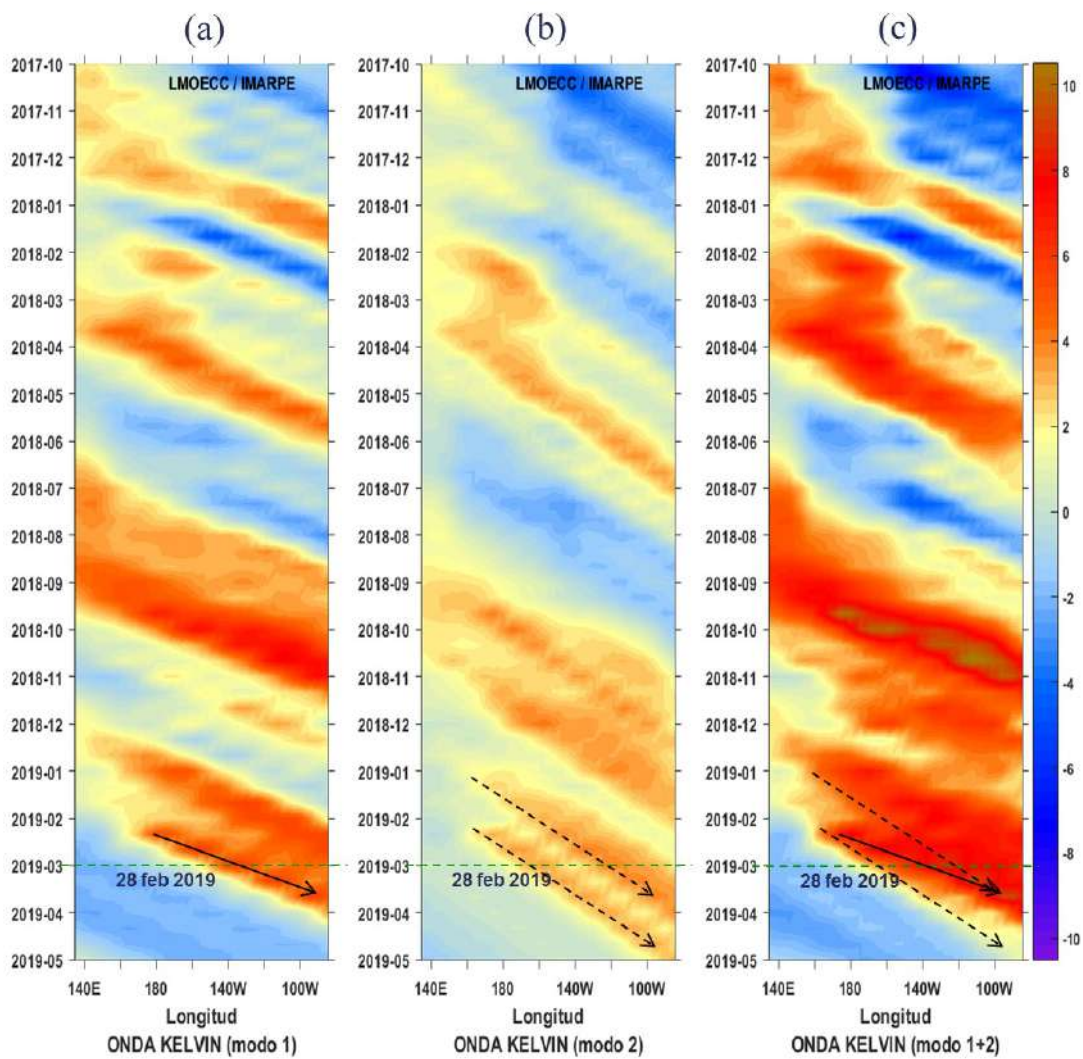


Figura 45. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial ( $0^{\circ}\text{N}$ ): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

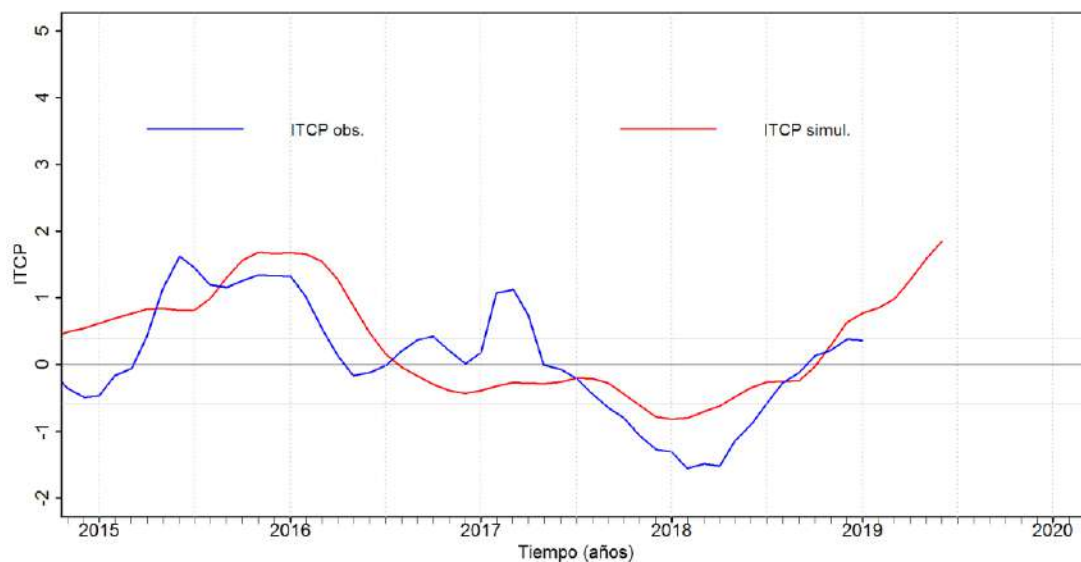


Figura 46. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

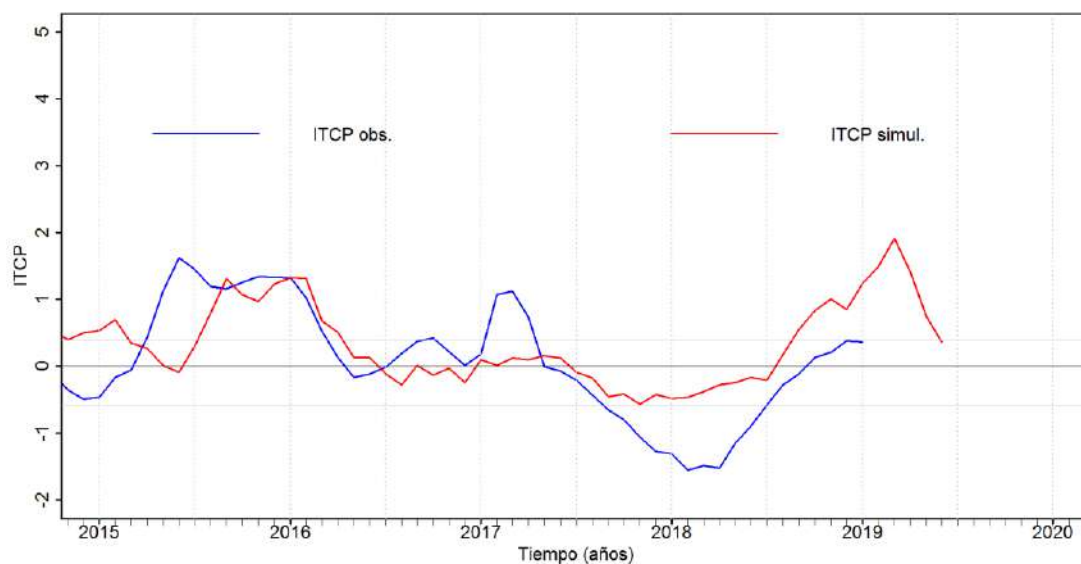


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.