



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

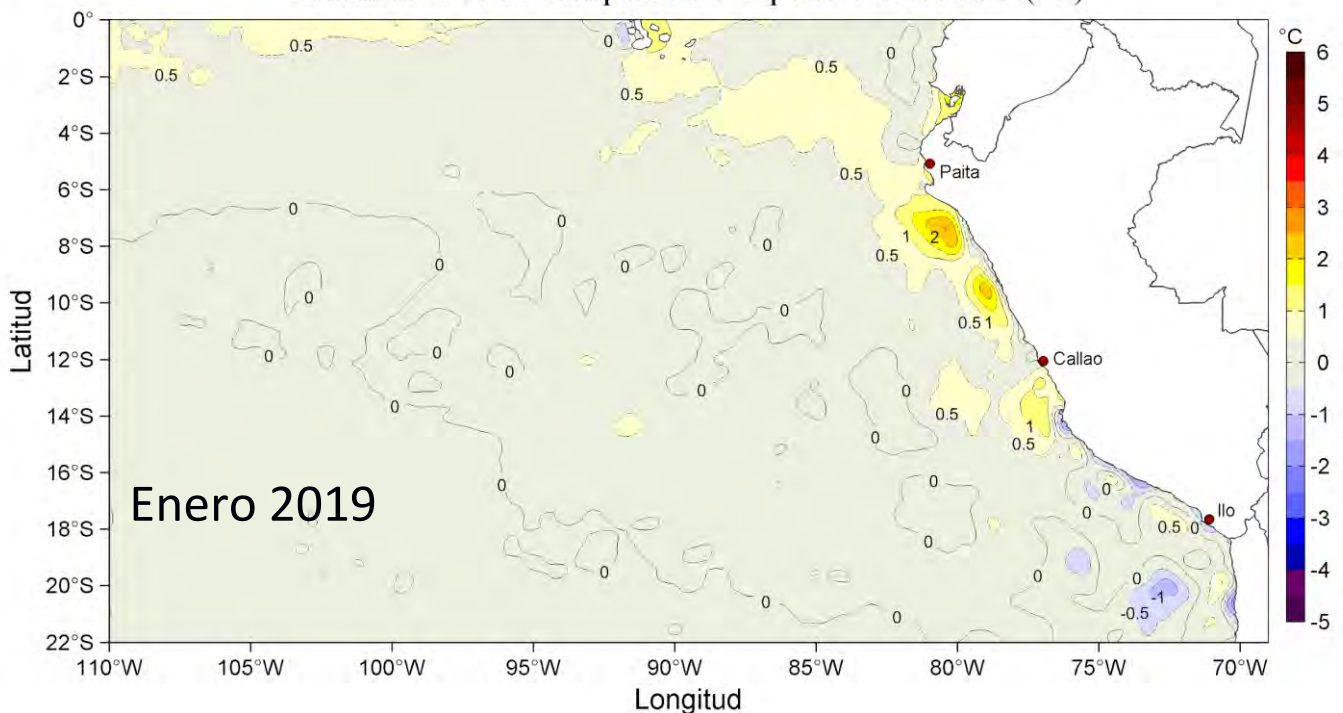
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

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 ENERO 2019

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (°C)



Enero, 2019

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Enero 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 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. 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
Enero 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 31 de enero 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 102,5°W, 37,5°S con una intensidad máxima de ~1026 hPa, encontrándose desplazado al suroeste de su posición normal y con una intensidad mayor a su valor climatológico en +3 hPa (Figuras 1 y 2). Así mismo, se observaron anomalías positivas de presión en el Pacífico Subtropical, con un núcleo de +7,0 hPa entre 105°W y 50°S. Frente a la costa peruana las anomalías de presión presentaron valores alrededor de 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) (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 NDE 2018-2019 el IAPS presentó un valor de 1,0 hPa, mayor que su valor anterior (-0,1 hPa), indicando una condición neutra del APS. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en enero fue de +3 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +2,3 y 0,0 para el trimestre NDE, respectivamente. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal en enero fueron de -1,3 y -4,3, respectivamente, confirmando que el APS estuvo ubicado al suroeste de su posición habitual (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 140°W. Al sur de la línea ecuatorial entre los 150°W y 120°W se observó un núcleo de anomalías positivas (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⁻¹ a 5,0 m s⁻¹ en el área comprendida entre 180°W y 100°W. En la región entre 140°W hasta los 80°W la velocidad zonal se presentó dentro de su rango normal, mientras que, al oeste de los 150°W, se presentaron anomalías del oeste con valores entre +3,0 m s⁻¹ y +6,0 m s⁻¹ (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones superficiales.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental las regiones Niño mostraron anomalías positivas de temperatura superficial del mar (TSM), que disminuyeron a valores $<+1$ °C, con una configuración espacial parecida al mes anterior (Figura 6). La variación temporal de las anomalías de TSM volvió a intensificarse en la región Niño 4 y continuó con una tendencia descendente en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, mientras que en la región Niño 1+2 fluctuaron entre $+0,2$ °C y $+1,0$ °C sin definir una clara tendencia desde inicios de noviembre. El último valor semanal de enero para las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño1+2, fue de $+0,8$ °C; $+0,3$ °C; $+0,3$ °C y $+1$ °C, respectivamente (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

El contenido de calor en la capa superior (300 m, entre 180°W y 100°W), cambió a una débil tendencia creciente desde inicios de este mes, presentando un promedio mensual de $+0,76$ °C (Figura 8). Esto estuvo asociado a celdas aisladas de anomalía $>+2$ °C encima de los 200 m, aunque se presentó una celda de anomalía negativa débil en la capa de 30 a 100 m de profundidad y entre 110°W a 90°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 $4,0\text{ m s}^{-1}$ y $7,0\text{ m s}^{-1}$, con máximos valores entre los días 11 y 20, para luego disminuir ligeramente hasta fines del mes (Figura 10). La anomalía de la velocidad del viento exhibió valores fluctuantes entre positivos y negativos a lo largo de la costa. Sin embargo, al norte de los 5°S las anomalías predominantes durante casi todo el mes fueron del norte. Durante la última semana las anomalías negativas predominaron en toda la costa peruana, con valores entre $-1,0\text{ m s}^{-1}$ y $-2,0\text{ m s}^{-1}$, aproximadamente (Figura 11).

A lo largo de la franja costera de 40 km se mantuvieron vientos entre $1,0\text{ m s}^{-1}$ y $5,0\text{ m s}^{-1}$ (Figura 12). La configuración del viento al norte de los 5°S presentó anomalías del norte, mientras que al sur de los 5°S la dirección se mantuvo entre SSE y SE. La velocidad del viento costero mostró predominancia de anomalías negativas a lo largo de la costa a partir de la segunda quincena, con máximos valores entre $-1,0\text{ m s}^{-1}$ y $-2,0\text{ m s}^{-1}$ (Figura 13).

A lo largo de la costa, el afloramiento costero disminuyó significativamente, en particular durante la segunda quincena del mes, en la cual el afloramiento costero habría colapsado. En dicho período, entre los 5°S y 14°S , el valor del índice de afloramiento costero (IAC) estuvo por debajo de los $150\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ 100m^{-1} (Figura 14).

2.2. Aspectos oceanográficos

2.2.1. Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)

En la zona norte las ANMM positivas $>+10$ cm se redujeron en extensión y se replegaron hacia zonas oceánicas frente al norte, debido a la formación de una banda costera con ANMM de +5 cm que avanzó progresivamente hacia el sur. Frente a Pisco se observaron vórtices de giro anticiclónico que llegaron a +15 cm. En el sur, vórtices ciclónicos con valores menores a +5 cm y vórtices anticiclónicos, que se fueron intensificando hasta superar los +15 cm hacia finales de mes (Figura 15).

La franja de 60 mn adyacente a la costa, mostró que las anomalías $>+10$ cm que estuvieron expandidas a inicios de mes hasta la zona de Atico (16°S), se fueron disipando hasta mediados de mes, llegando a mostrar la aparición progresiva de ANMM menores a +5 cm en la zona norte hasta Salaverry (8°S) (Figura 16). La variación temporal de las ANMM en la costa norte mostró una tendencia descendente de +13 a +7 cm aprox., mientras que, en la costa sur, fluctuó de manera estacionaria entre +8 y +10 cm. En la zona de Galápagos, se notó una intensificación de las ANMM desde +10 a +15 cm, durante la primera quincena, luego en la segunda quincena mostró una tendencia ascendente, presentando un patrón de variación diferente a la zona costera peruana (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 $17,7^{\circ}\text{C}$ (Ilo) a $28,37^{\circ}\text{C}$ (Tumbes), mientras que su anomalía varió entre $0,0^{\circ}\text{C}$ (Pisco) a $+2,7^{\circ}\text{C}$ (Chicama) (Tabla 1).

A nivel diario, la anomalía de la TSM 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 ($+4^{\circ}\text{C}$) fueron observadas en Paita y Chicama durante la segunda semana del mes. En el resto de laboratorios costeros, la mínima (-3°C) y la máxima ($+3^{\circ}\text{C}$) anomalía de la TSM fue detectada en Pisco durante la segunda y tercera semana del mes respectivamente (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de $+1,09^{\circ}\text{C}$ para el trimestre NDE del 2018-2019 y un valor mensual de setiembre de $+1,26^{\circ}\text{C}$, continuando la tendencia ascendente desde marzo 2018 (Figura 19).

2.2.2.2. Información satelital de TSM y sus anomalías

La TSM promedio continuó incrementándose. Frente a la costa centro norte las isotermas de 22°C que estaban dentro de las 100 mn fueron ocupadas por isotermas de 24°C , haciendo notar el desplazamiento de aguas cálidas de la zona ecuatorial hacia la costa central (Figura 20).

Las anomalías de TSM mostraron que en zonas oceánicas predominaron condiciones neutras y cálidas débiles ($<+0,5^{\circ}\text{C}$), mientras que dentro de las 100 mn de la costa centro-norte permanecieron celdas con anomalías mayores a $+1^{\circ}\text{C}$, y en la costa sur se presentaron eventualmente celdas con anomalía negativa de hasta -1°C .

Durante la última semana de enero las ATSM positivas se intensificaron, expandiéndose desde la zona ecuatorial hacia la costa norte, favoreciendo también la expansión de anomalías de TSM positivas en la costa central y frente a Pisco, llegando a superar valores de +1 °C (Figura 21).

En la franja de 60 mn, durante la primera quincena, el área con anomalías de TSM de +1 °C exhibió un amplio desarrollo entre los 5 °S y 14 °S, llegando a atenuarse a mediados de mes, aunque la condición cálida persistió hasta finales de mes entre los 6 °S y 8 °S. En la segunda quincena predominaron condiciones neutras (Figura 22).

El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016), alcanzó un valor de +0,38, para el trimestre noviembre 2018 a enero 2019, asociado a una condición neutra en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de enero fue +0,48, 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

El modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model) mostró que la Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) permanecieron al norte de los 6°S (Punta La Negra). Al finalizar el mes, las aguas de mezcla presentes al sur de Paita se habrían extendido dentro de las 100 mn hasta la zona de Salaverry (8 °S). Las aguas subtropicales superficiales (ASS) se habrían aproximado hasta dentro de las 50 mn de la costa peruana, reduciendo desde Callao a Ilo el área con salinidades menores a 35,1 ups, asociadas a las aguas costeras frías (ACF) o a aguas de mezcla (Figura 24).

2.2.4. Secciones oceanográficas

2.2.4.1. Paita (27-28 de enero)

La TSM presentó valores entre 21 °C y 25 °C en toda la sección, con la isoterma de 23 °C a 30 mn de la costa, la cual no se registró a mediados de diciembre. Se estimaron anomalías de TSM con valores de hasta +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 110 y 150 m de profundidad, en promedio 20 m más superficial que en diciembre (Figura 26 d). Sobre los 200 m se registraron anomalías térmicas positivas de hasta +1,0 °C, a excepción de un núcleo de -1,0 °C sobre los 30 m en la zona costera, y debajo de los 250 m predominaron anomalías negativas con un valor mínimo de -1,0 °C (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 entre AES y ASS, con anomalías entre -0,10 y +0,10 ups, respectivamente. Asimismo, se detectaron ACF con influencia de AES dentro de las 20 mn sobre los 50 m (Figura 26 c, Figura 25 c, d). Por otra parte, entre los 50 y 100 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⁻¹, asociada a la oxiclina, ascendió de 200 m a 120 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a diciembre (Figuras 25 e y 26 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL L⁻¹), se detectó a 130 - 200 m de profundidad en toda la sección.

Sobre los 250 m a 55 – 80 mn y sobre los 30 m –dentro de las 20 mn, se estimaron flujos geostróficos hacia el sur con velocidades de hasta 10 y 40 cm s^{-1} , respectivamente. Asimismo, se calcularon flujos hacia el norte sobre los 350 m a 80 - 100 mn y sobre los 250 m a 35 - 55 mn, con una velocidad de hasta 20 cm s^{-1} (Figura 25 e, f).

2.2.4.2. Chicama (30 de enero – 01 de febrero)

La TSM presentó la isoterma de 22 °C a 10 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 70 mn en el mes de diciembre. La ATSM mostró valores alrededor entre +2,0 °C y +3,0 °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 60 - 90 m de profundidad, en promedio 15 m más somera que en diciembre (Figura 28 d). Se presentaron anomalías térmicas positivas sobre los 60 m, destacando un núcleo de +3,0 °C sobre los 30 m de profundidad a 20 - 80 mn (Figura 27 a, b).

En la capa superficial, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de aguas de ASS a 20 - 100 mn, asociado a anomalías halinas de +0,10 ups, y aguas de mezcla entre ACF y ASS entre a 0 - 20 mn, ambos sobre los 30 m (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^{-1} se presentó a unos 30 - 60 m de profundidad, más somera hacia la costa; y en promedio 55 m más superficial que en diciembre (Figura 28 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 60 - 70 m (Figura 27 e). Por otra parte, se estimó flujos geostróficos con dirección sur, a 20 - 50 mn en los primeros 100 m, con una velocidad máxima de 20 cm s^{-1} , así como flujos con dirección norte, a 80 - 100 mn en los primeros 250 m, a 50 - 80 mn sobre los 50 m y dentro de las 20 mn, con velocidades de hasta 10, 30 y 10 cm s^{-1} , respectivamente (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 la temperatura varió entre los 15 °C y 20 °C, en Chicama entre 15 °C y 23 °C, en Callao entre 16 °C y 19 °C, en Atico entre 15 °C y 17 °C y en Ilo entre 15 °C y 19 °C. En Paita se detectó una profundización las isotermas en la primera quincena del mes y un ascenso en la segunda quincena, en Chicama se evidenció un ascenso de las isotermas en la capa debajo de los 40 m, en Callao se detectó un ascenso de las isotermas durante el mes, mientras que, por otro lado, en Atico e Ilo se detectó una profundización de las isotermas de 15 y 16 °C (Figura 29). En Paita se detectó anomalías positivas con valores de hasta +1,0 °C y -1,0 °C en la primera y segunda quincena del mes, respectivamente, en Chicama se detectó anomalías de hasta +3,0 °C, mientras que en Callao se observó un cambio de anomalías positivas a cercanas a cero.

Los registros de la salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de aguas de mezcla (ASS-AES) en Paita, aguas de mezcla (ASS-ACF) y núcleos de ASS sobre los 40 m en Chicama, predominio de aguas de mezcla (ACF-ASS) en Callao y Atico, mientras que en Ilo se observó ACF durante todo el mes (Figura 31).

En cuanto al OD, se detectó un ascenso de las iso-oxígenas de 1,0 y 2,0 mL L^{-1} en Paita, y las de 1,0 y 0,5 mL L^{-1} en Chicama y Callao, respectivamente. En Atico se evidenció una profundización de la iso-oxígena de 1,0 mL L^{-1} .

La iso-oxígena de 0,5 mL L⁻¹ se determinó a 78-100 m en Chicama, 10 – 40 m en Callao y a 52 – 78 m en Ilo, mientras que, en Paita y Atico las concentraciones de OD ≤0,5 mL L⁻¹ no fueron registradas (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 una ligera disminución de sus concentraciones en la columna de agua en las estaciones fijas durante enero. En Chicama e Ilo, la isolínea de 15 μmol L⁻¹ se profundizó de 20 m a 25 m y de 20 m a 40 m respectivamente entre inicios y fines de mes; aunque en Chicama entre los 70 – 100 m se observó un núcleo de 20 μmol L⁻¹ durante los últimos días del mes. En Callao, se observó una disminución de las concentraciones de la columna de agua de ~20 μmol L⁻¹ a ~15 μmol L⁻¹ durante la última semana (Figura 33).

Los silicatos no mostraron un comportamiento homogéneo de sus concentraciones en las estaciones fijas durante enero. En Chicama, por encima de los 30 m se mantuvieron las concentraciones (5 μmol L⁻¹ – 10 μmol L⁻¹); mientras que, debajo de los 30 m, la isolínea de 25 μmol L⁻¹ se superficializó (90 m – 35 m) y profundizó (35 m – 40 m) durante la primera y segunda quincena de enero respectivamente. En Callao, la isolínea de 20 μmol L⁻¹ se superficializó de 40 m a 15 m durante el mes. En Ilo, entre la superficie y los 20 m se observaron concentraciones <10 μmol L⁻¹ entre la segunda y tercera semana; a su vez, por debajo de los 40 m, la isolínea de 20 μmol L⁻¹ se profundizó de 25 m a 40 m durante el mes (Figura 34).

En cambio, los fosfatos aumentaron en las estaciones fijas a lo largo de costa. En Chicama, la isolínea de 1 μmol L⁻¹ se superficializó de 20 m a 5 m, y entre los 30 m – 100 m las concentraciones fueron de 1,5 μmol L⁻¹ desde la segunda quincena hasta fines de mes. En Callao, la isolínea de 2 μmol L⁻¹ se superficializó de los 100 m a 5 m entre la primera y última semana del mes; sin embargo, en los últimos días se ha observado un descenso de las concentraciones (2 μmol L⁻¹ a 1,5 μmol L⁻¹). En Ilo, la isolínea de 3 μmol L⁻¹ se superficializó de 100 m a 10 m entre la segunda y última semana del mes (Figura 35).

2.2.6.2. Clorofila-a

Las concentraciones de clorofila-a satelital (MODIS; Ocean Biology Processing Group, 2003) dentro de las 60 mn, fueron de ~1 μg L⁻¹ y 3 μg L⁻¹, observándose las mayores concentraciones (>3 μg L⁻¹) frente a Chicama, entre Huacho y Pisco, y en una franja más costera (20 mn) frente a Ilo. Hubo predominancia de anomalías negativas (-1 μg L⁻¹ a -3 μg L⁻¹) entre Paita y Huacho dentro de las 90 mn; mientras que, de Huacho a Callao (dentro de las 60 mn) y frente a Pisco (dentro de las 30 mn) predominaron anomalías positivas (+1 μg L⁻¹ a +4 μg L⁻¹) (Figura 36 a, b). En promedio, entre los 6°S y 16°S y dentro de las 60 mn, las concentraciones presentaron una alternancia entre valores mayores y menores a su patrón estacional. Durante la primera semana predominaron valores de >+2 μg L⁻¹, y durante el resto del mes observaron anomalías negativas de <-1,5 μg L⁻¹, correspondientes principalmente al área entre los 6°S y 11°S (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 San José y Huacho dentro de las 60 mn, existió una cobertura nubosa de ~50 % días nublados y frente a Paita se presentó la menor cobertura de nubes (~25 %). Al sur del Callao en una franja dentro de las 30 mn, la cual se extendió hasta las 90 mn al sur de San Juan, se observó la presencia de días nublados en el mes (~70 %) (Figura 36 c).

2.2.7. Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1. Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

En Paita no se determinaron indicadores biológicos de masas de agua (Figura 37). La TSM presentó un rango de variación entre 20,4 °C y 25,7 °C.

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por diatomeas neríticas como *Coscinodiscus perforatus* y *Detonula pumila*, que se presentaron en las categorías “Muy Abundante”, y “Abundante” a 16 mn y 40 mn de la costa, respectivamente. Las diatomeas de aguas cálidas como *Proboscia alata* f. *fracillima*, *P. alata* f. *alata* y *P. alata* f. *indica* se presentaron en la categoría “Muy Abundante”, seguida de *Detonula confervacea*, *Lioloma delicatulum* y *Thalassiosira partheneia* que alcanzaron abundancias relativas en la categoría “Abundante”, distribuidas entre las 60 mn y 100 mn de la costa. Desde las 40 mn hasta las 100 mn fue evidente la presencia de dinoflagelados termófilos como *Ceratium azoricum*, *Dinophysis tripos*, *D. doriphorum*, *D. ovum*, *Protoperdinium quarnerense*, *P. brochii* y *Ceratium falcatifforme*, entre otros (Figura 37).

Chicama

No se detectaron indicadores biológicos (Figura 38). La TSM que fluctuó entre 21,6 °C y 24,8 °C. Respecto a la composición del fitoplancton, se observó disminución de la abundancia y riqueza de especies. Destacaron algunas especies por su frecuencia; entre las diatomeas se pueden citar a *Planktoniella sol*, *Chaetoceros coarctatus* y *Rhizosolenia bergonii* y en los dinoflagelados a *Ceratium pentagonum*, *Goniodoma polyedricum* y *Diplopsalis minor*, todas en la categoría de abundancia “Presente”.

2.2.7.2. Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Paita

Frente a Paita, el copépodo indicador de ACF (*C. brachiatus*) se determinó dentro de las 10 mn de la costa, con valor de 1 Ind 100m³. El copépodo *A. dana*, especie asociada a ASS, se localizó entre las 10 mn y 80 mn, con valores menores a 5 Ind 100m³. El copépodo *C. furcatus*, especie indicadora de AES, se localizó a 40 mn, 60 mn y 100 mn, con abundancias de 2 Ind 100m³, 5 Ind 100m³ y 859 Ind 100m³ (Figura 39). Asimismo, se determinó huevos de anchoveta a 10 mn de la costa con valor de 1 huevo 100m³.

Chicama

Frente a Chicama, se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF, ubicado a 15 mn de la costa, con valores de 12850 Ind 100m³ y 2655 Ind 100m³, respectivamente, mientras que el copépodo *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* y *Inschnocalanus plumulusus*, especies indicadoras de ASS, se localizaron entre las 15 – 30 mn y entre las 80 – 100 mn de la costa, con abundancias entre 2 Ind 100m³ y 4 Ind 100m³ (Figura 40).

Con relación al ictioplancton, los huevos de anchoveta se registraron dentro de las 45 mn, con valores de 329 huevos 100m³, 60 huevos 100m³ y 329 huevos 100m³, mientras que las larvas se ubicaron dentro de las 30 mn, con concentraciones de 186 larvas 100m³, 28 larvas 100m³ y 3 larvas 100m³.

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

El 15 de noviembre 2018 se inició la segunda temporada de pesca de anchoveta 2018 en la región norte – centro. Al 31 de enero la flota industrial de cerco desembarcó 2 087 693 t correspondiente al 99,4% de la cuota otorgada (2 100 000 t). Con un menor esfuerzo pesquero (número de viajes), las capturas de anchoveta se encontraron limitadas al sur de Chicama (7 °S) debido al ingreso de AES y restringidas dentro de las 20 mn por la entrada de ASS. En la región Norte – Centro se observó dos (02) núcleos de pesca, el primero entre Chicama – Chimbote (9°S) y el segundo entre Punta Bermejo (10.5°S) y Callao (12°S) (Figura 41). En esta región se presentó una estructura de tallas principalmente adulta, con modas entre 13 cm y 14 cm de longitud total (LT) (Figura 41).

El 07 de enero 2019 se inició la Primera Temporada de Pesca de anchoveta 2019 en la región sur. Al 31 de enero la flota industrial de cerco desembarcó 115 957 t correspondiente al 21% de la cuota otorgada (540 000 t). Los desembarques diarios presentaron una tendencia al incremento. La flota registró anchoveta desde Atico (16°S) hasta Punta Bombón (17°S) dentro de las 30mn de costa. En esta región se presentó una estructura de tallas principalmente juvenil, con modas entre 10,5 cm a 11,5 cm de LT y presencia de ejemplares <12.0 cm alrededor del 50% (Figura 41).

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), en el mes de enero, indican que el recurso presenta una baja actividad desovante, situación que coincide con el calentamiento que se presenta en zonas costeras del norte – centro del Perú (Figura 42).

3.2. Especies Indicadoras

En la pesca dirigida a la anchoveta se registraron especies indicadoras de masas de aguas cálidas como el transzonal *Trachurus murphyi* “jurel” y las especies indicadoras de aguas frías *Pleurocondes monodon* “múnida” dentro de las 20 mn (Figura 43).

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, enero 2018), indican condiciones débiles de El Niño durante los trimestres MAM y AMJ del 2019 (otoño) en la región Niño 3.4 con una anomalía de TSM promedio de +0,7 °C (Figura 44 y 45). Además, se pronostica una disminución del área con anomalías de la TSM entre +0,5 °C a +1 °C, entre los 180 °W a 110 °W en el ecuador respecto a pronósticos anteriores (i.e. ECMWF, CFS, NMME; Figura 45).

En la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana para los trimestres MAM y AMJ, los modelos ECMWF y CFS inicializados en enero indican una condición cálida débil para otoño, mientras que el modelo NMME indica condiciones neutras (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 dos ondas Kelvin cálidas de modo 1 y modo 2 para inicios de febrero y segunda quincena de marzo respectivamente. Además, una onda Kelvin fría de modo 2 generada a inicios de diciembre 2018, se espera que arribe a mediados de febrero 2019 a la costa peruana. Las ondas cálidas contribuirían a que se mantengan los valores positivos de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar, mientras que la onda Kelvin fría podría contrarrestar su efecto (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 de condiciones cálidas entre febrero y abril del 2019 (Figuras 47 y 48).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico Ecuatorial las anomalías positivas de TSM volvieron a aumentar en la región Niño 4 y continuaron mostrando una tendencia descendente en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, mientras que en la región Niño 1+2 las anomalías menores a +1°C, variaron sin definir una clara tendencia. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado al suroeste de su posición normal con una intensidad mayor a su valor climatológico en 3 hPa. El campo de presión a nivel del mar frente a la costa peruana se presentó en el rango normal.
- 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. La velocidad del viento a lo largo de la mayor parte de la costa presentó anomalías negativas a partir de la segunda quincena del mes. El afloramiento costero se debilitó frente a la costa norte (Talara y Paita), en comparación al mes anterior (inferior a $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ 100m}^{-1}$), tendiendo a desaparecer a partir de la última semana del mes.

- Dentro de las 60 mn a lo largo de la costa peruana, las anomalías positivas de TSM de +1°C se atenuaron desde mediados de mes hasta presentar condiciones normales.
- Frente a Paita sobre los 200 m, se observaron en promedio anomalías térmicas positivas con valores de hasta +1 °C, asociadas a la presencia de aguas de mezcla (AES-ASS). Además, se observó la profundización de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹ respecto a diciembre. Por otro lado, frente a Chicama se observaron anomalías térmicas de hasta +3 °C sobre los 60 m, asociadas a la presencia de ASS y aguas de mezcla (ASS-ACF). La isoterma de 15 °C y la iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹ se mostraron más someras respecto a diciembre.
- Durante enero, las estaciones fijas costeras monitoreadas (100 m) mostraron el ascenso de las isotermas e iso-oxígenas profundas en Paita, Chicama y Callao, mientras que en Atico e Ilo mostraron una profundización. Se observó una disminución de las anomalías térmicas positivas respecto a diciembre en Paita, Chicama y Callao, alcanzando valores alrededor de cero en Paita y Callao a finales de enero. Se destacó frente a Chicama la presencia de ASS, mientras que en Callao y Atico predominó aguas de mezcla (ASS-ACF).
- La concentración de la clorofila-a (satelital), dentro de las 60 mn, presentó valores de ~1 µg L⁻¹ a 3 µg L⁻¹ a lo largo de la costa con núcleos más productivos (>3 µg L⁻¹) frente a Chicama, entre Huacho y Pisco, y en una franja más costera (20 mn) frente a Ilo. Se observó la predominancia de anomalías negativas (-1 µg L⁻¹ a -3 µg L⁻¹) entre Paita y Huacho dentro de las 90 mn; mientras que, de Huacho a Callao (dentro de las 60 mn) y frente a Pisco (dentro de las 30 mn) predominaron anomalías positivas (+1 µg L⁻¹ a +4 µg L⁻¹).
- Las agregaciones de anchoveta se encontraron dispersas y limitadas al sur de Chicama debido al ingreso de AES y restringidas dentro de las 20 mn por la entrada de ASS. Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro indican que el recurso presentó una baja actividad desovante.
- Para los próximos meses se espera la llegada de dos ondas Kelvin cálidas, a inicios de febrero (modo1) y en la segunda quincena de marzo (modo 2). Además, también se espera el arribo una onda Kelvin fría a mediados de febrero, la cual podría reducir o contrarrestar el calentamiento provocado por las ondas cálidas.
- Los modelos climáticos internacionales (IRI enero 2019), pronosticaron condiciones débiles de El Niño en la región Niño 3.4. Los modelos dinámicos y estadísticos presentaron en promedio anomalías de TSM de +0.7 °C, para los trimestres MAM y AMJ (otoño 2019). Frente a la costa peruana para el trimestre AMJ los modelos ECMWF y CFS pronostican condiciones cálidas débiles (+0.5 °C a +1.0 °C), mientras que el NMME pronostica condiciones neutras.

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.

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 - enero 2019.

Estación	TSM Dic. (°C)	TSM Ene. (°C)	ATSM Ene. (°C)
Tumbes	26,95	28,37	0,97
Paita	20,74	21,85	1,25
San José	21,14	21,95	1,15
Chicama	19,54	20,10	2,70
Huanchaco	19,53	19,99	2,59
Chimbote	21,86	22,87	1,57
Huacho	18,02	18,73	1,43
Callao	17,11	17,71	1,41
Pisco	21,89	22,70	0,00
Ilo	16,77	17,70	0,50

8. FIGURAS

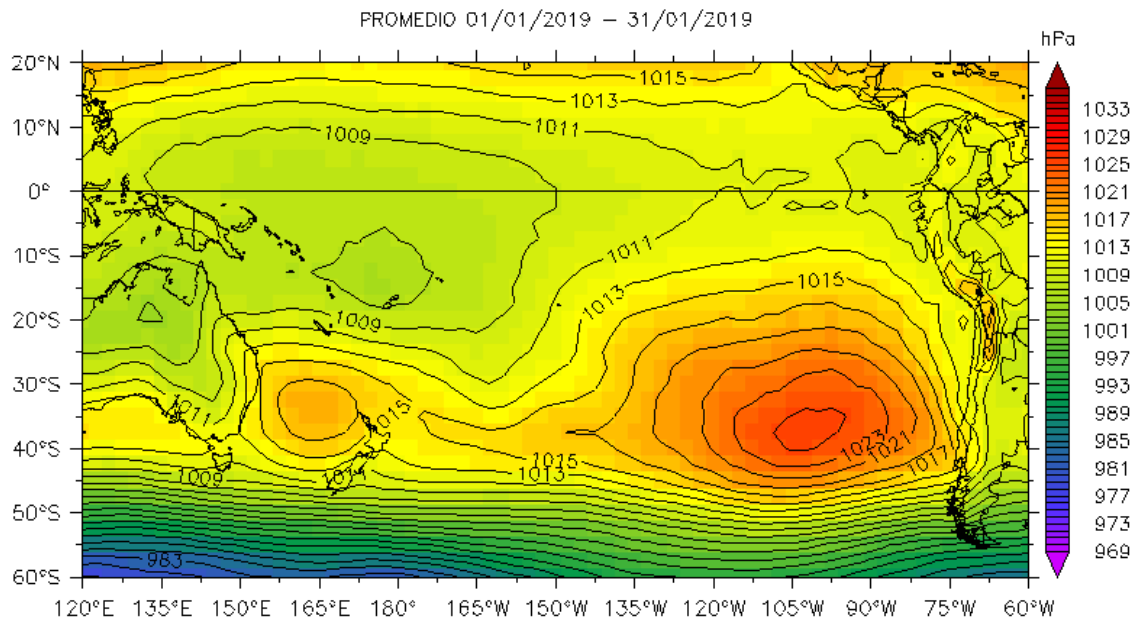
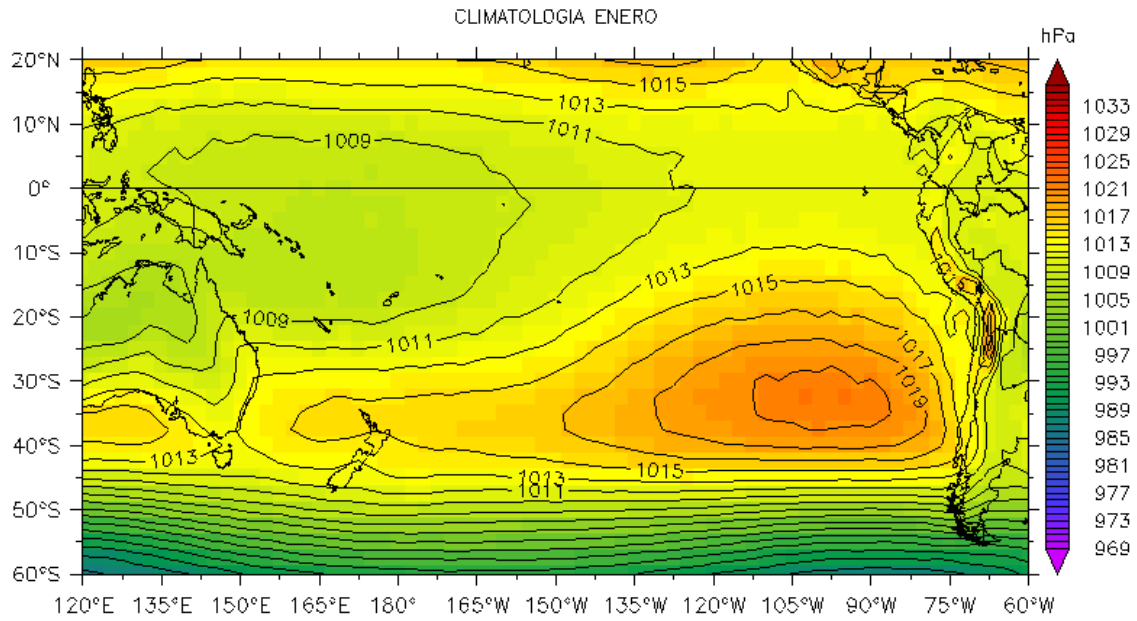


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 enero, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

a)



b)

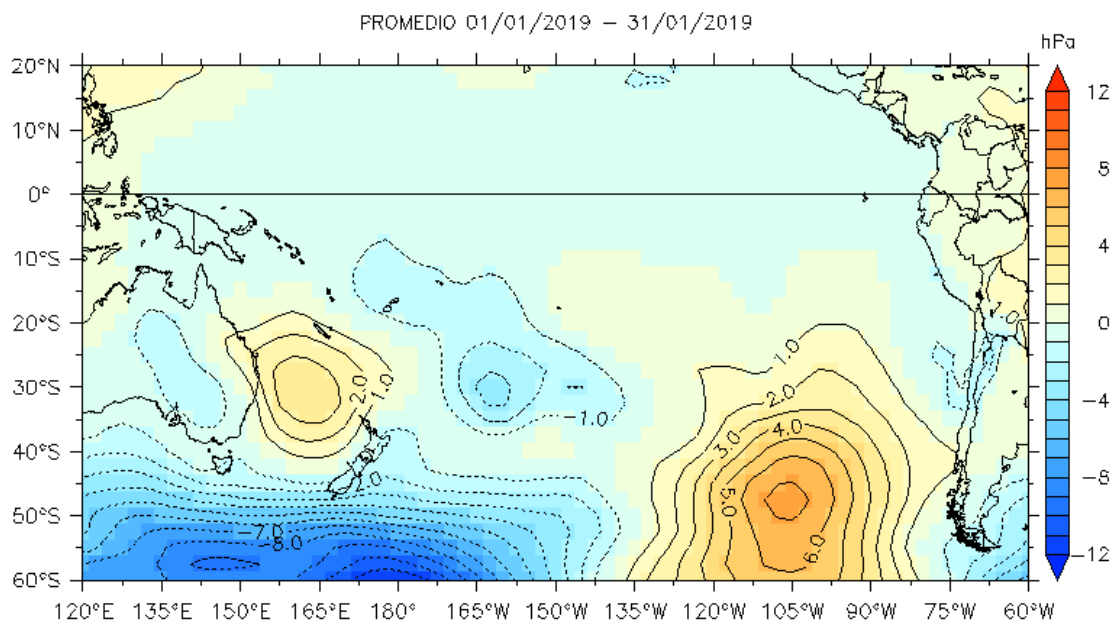


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de enero 2019. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

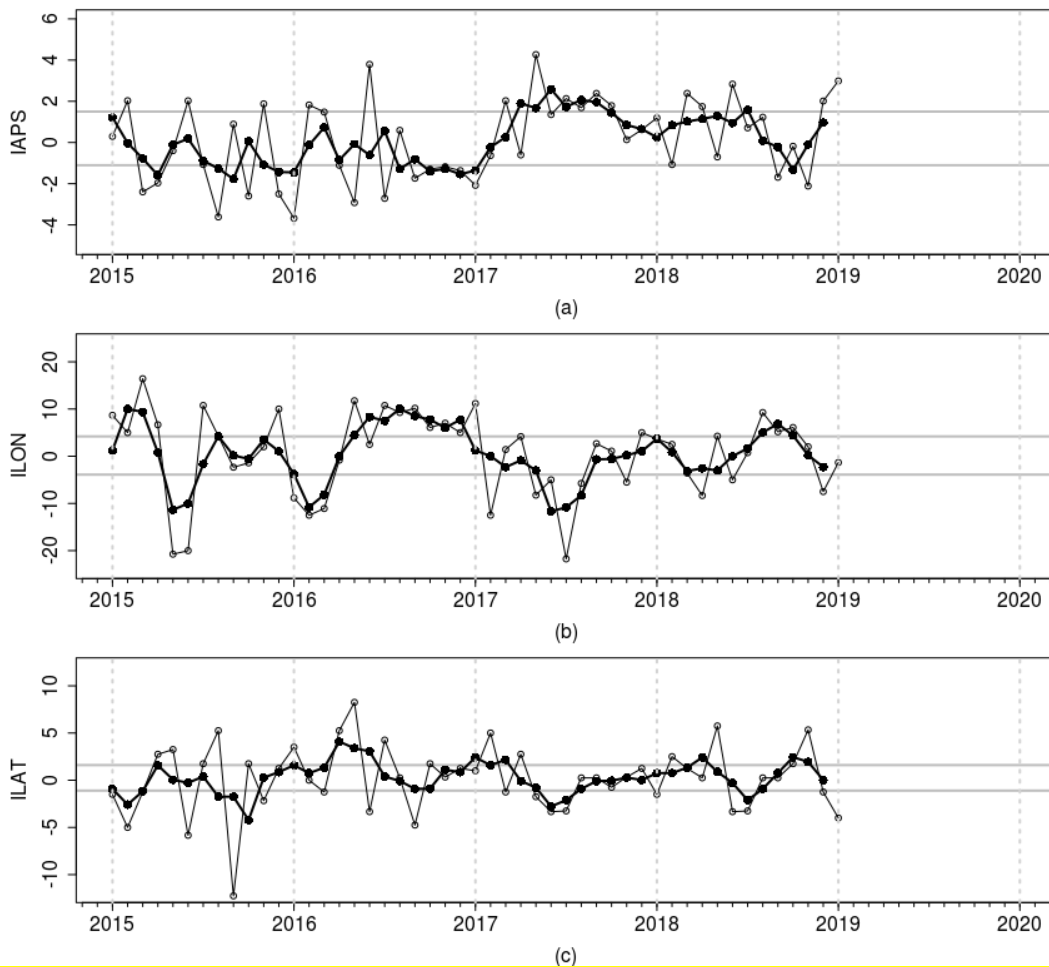


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre NDE 2019 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2015 – enero 2019.

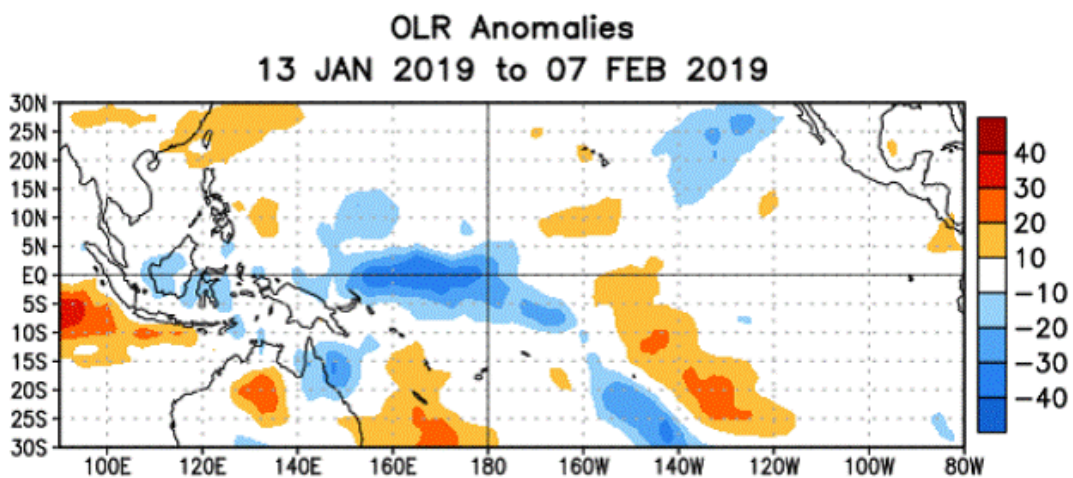


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de enero de 2019. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

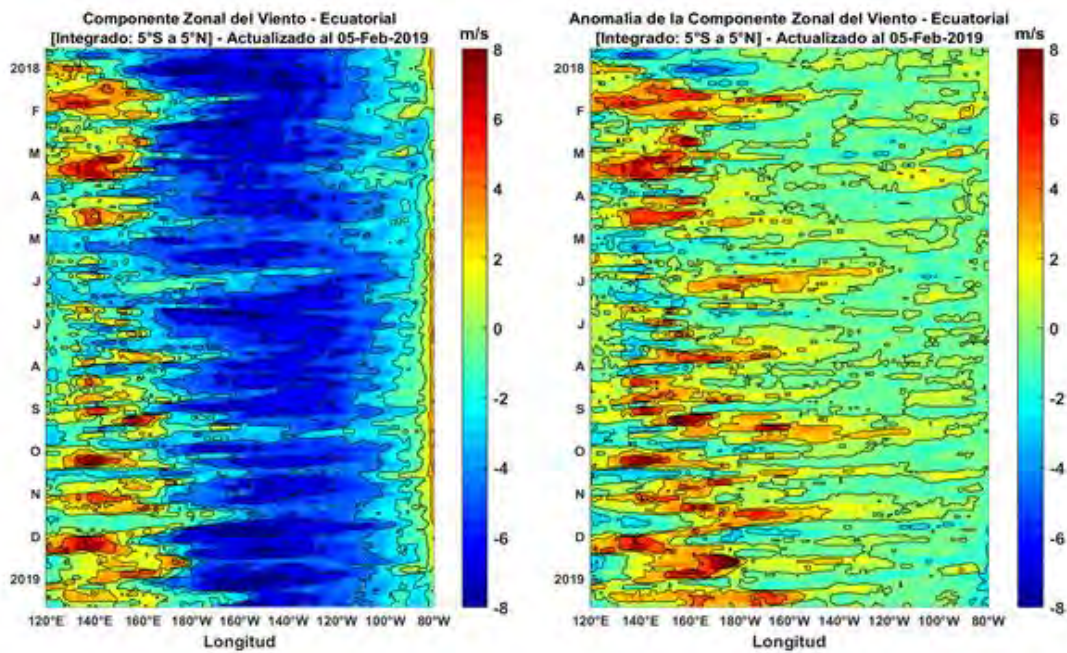


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 05/02/2019.

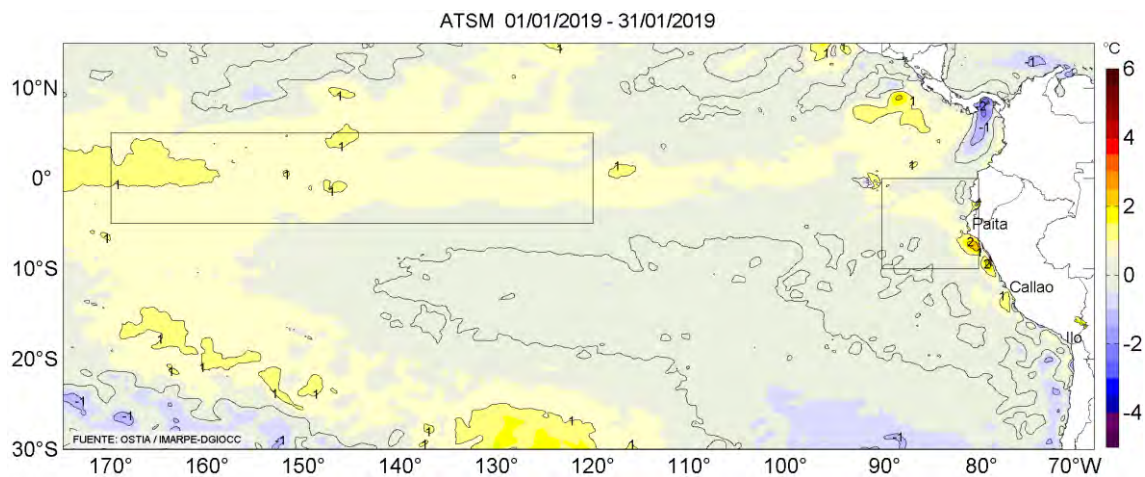


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de enero 2019. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

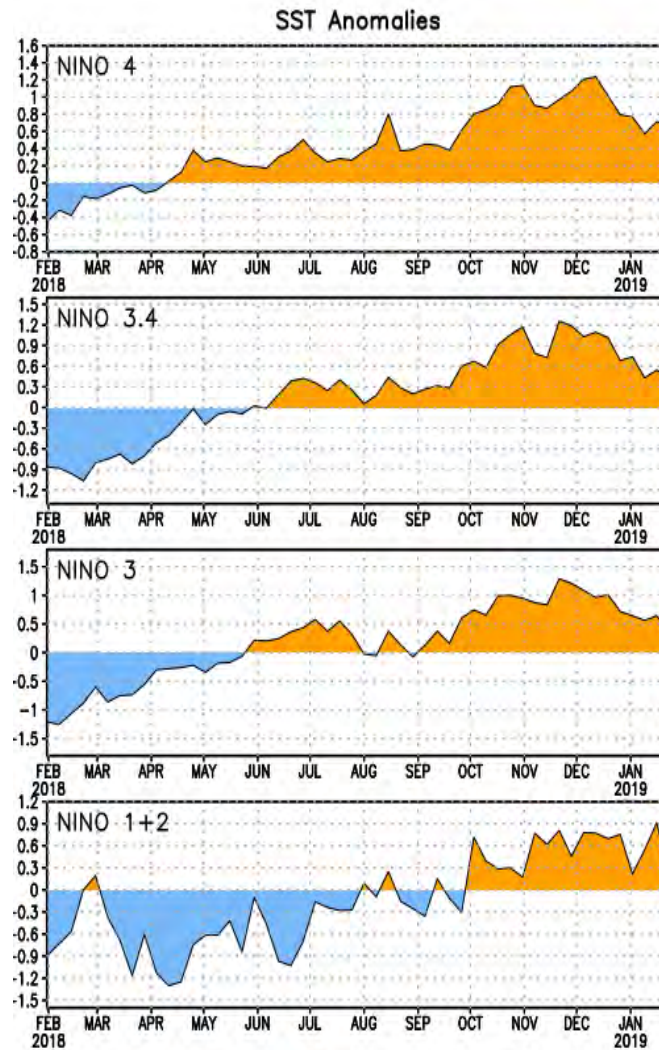


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) durante un año, hasta fines de enero del 2019. Fuente CPC/NOAA.

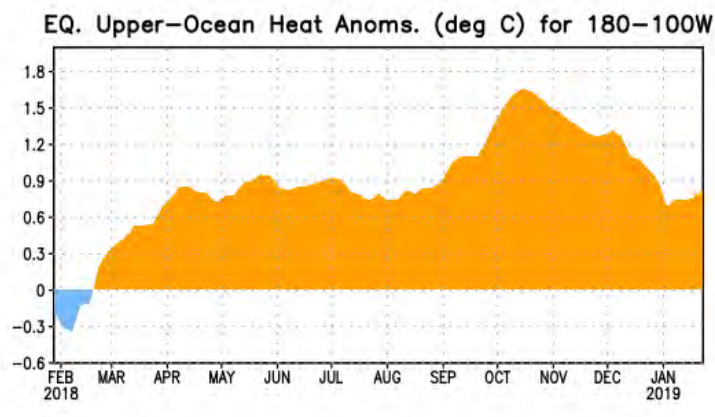


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en $^{\circ}\text{C}$) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N - 5°S , 180° - 100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

EQ. Subsurface Temperature Anomalies (deg C)

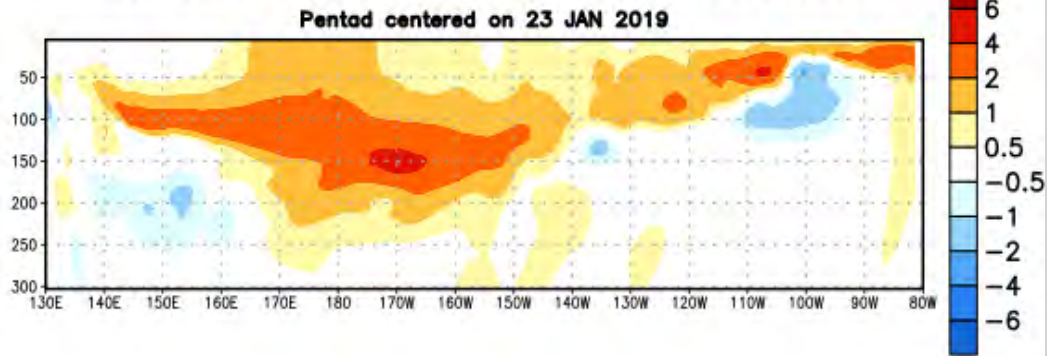


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 25 de enero de 2019. Las anomalías son promediadas entre 5 °N - 5 °S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

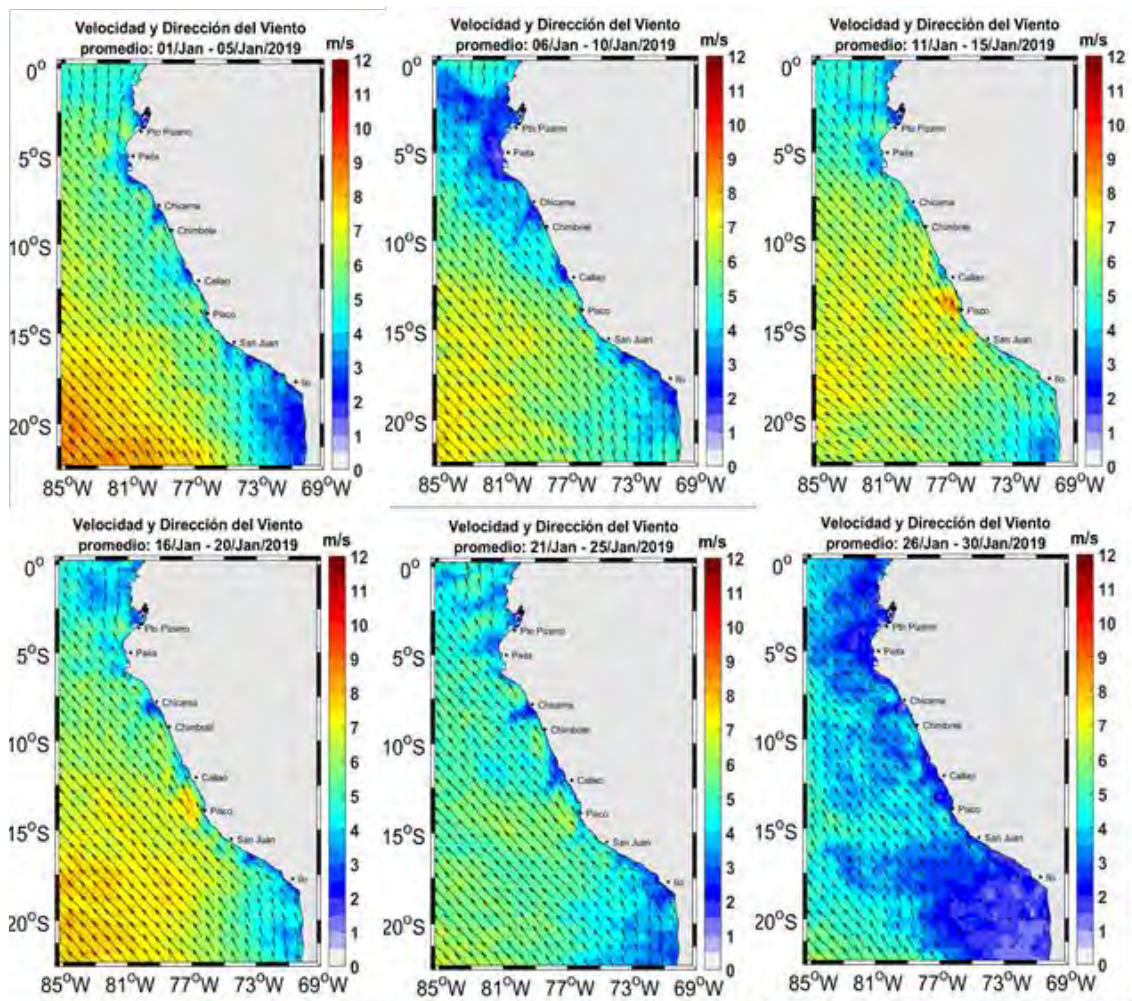


Figura 10. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de *enero* del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/01/2019.

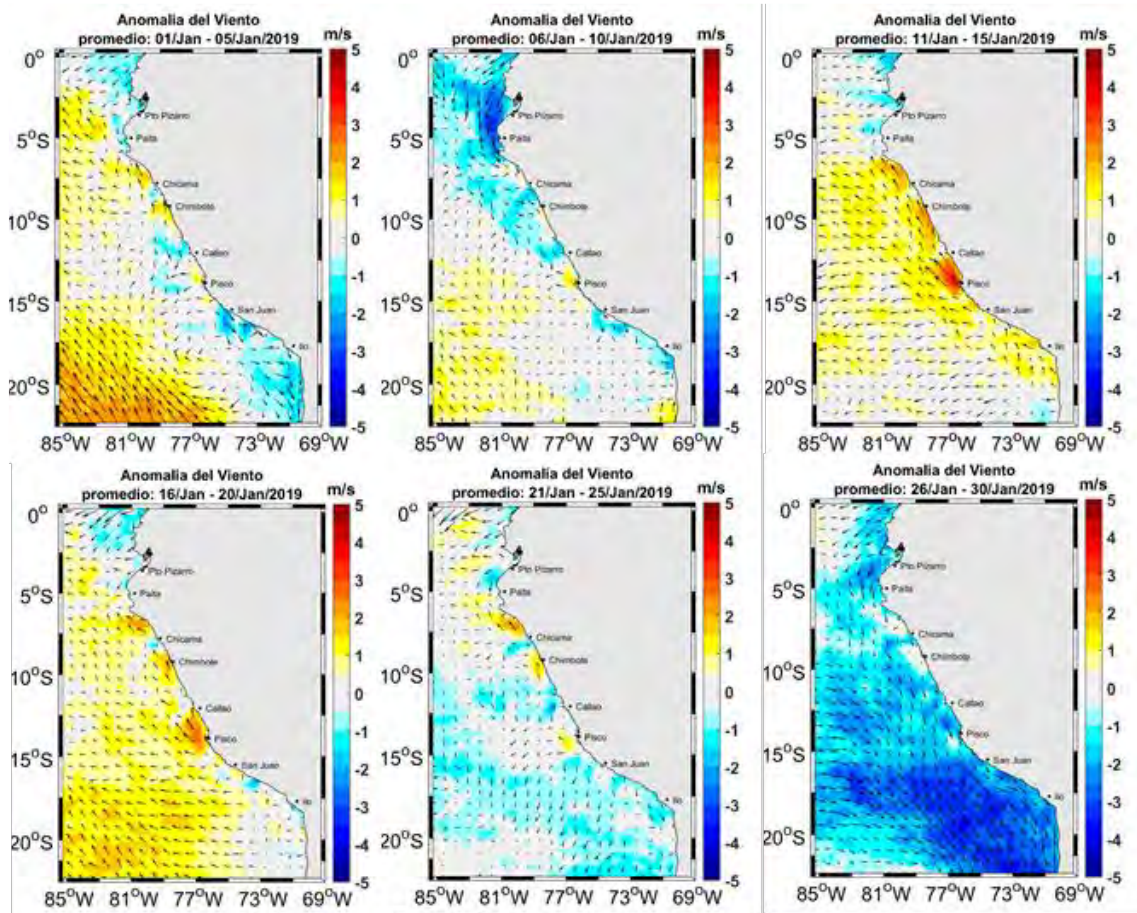


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de enero del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/01/2019.

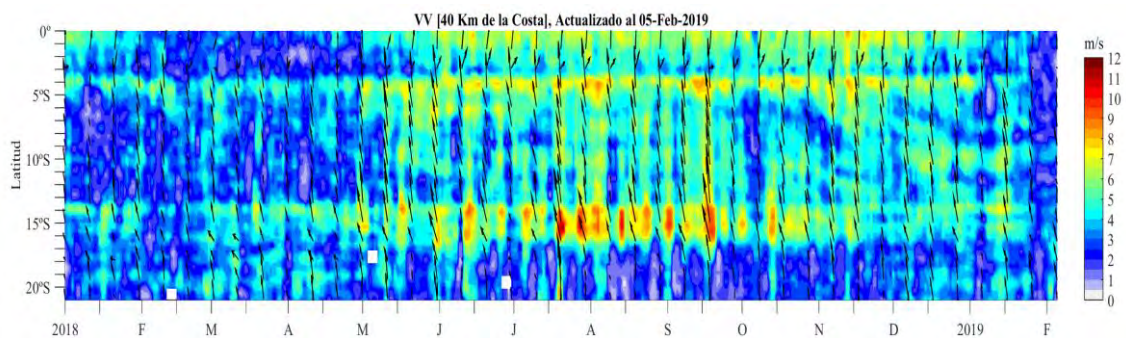


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 05/02/2019.

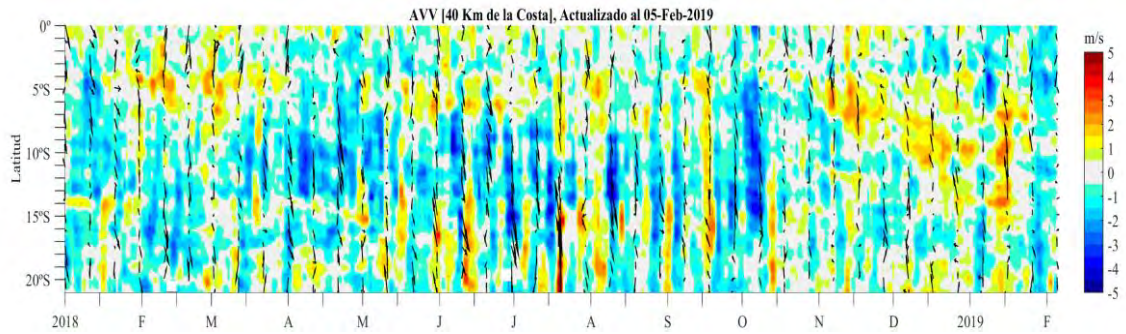


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 05/02/2019.

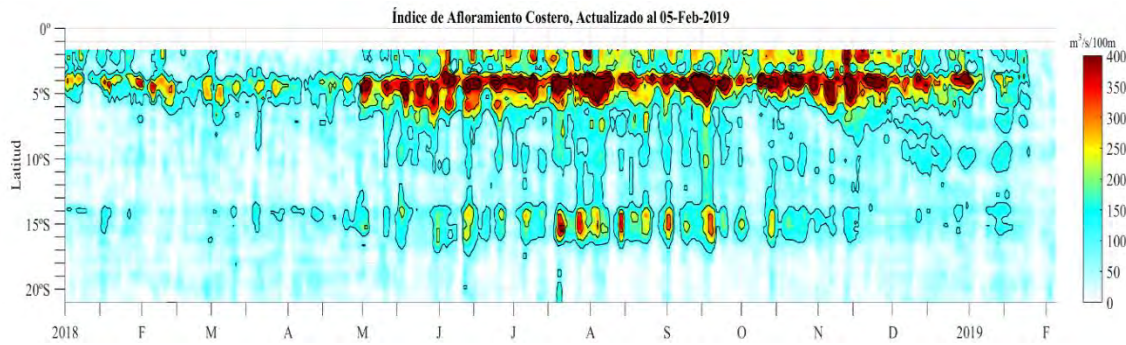


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de afloramiento costero ($\text{m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 05/02/2019.

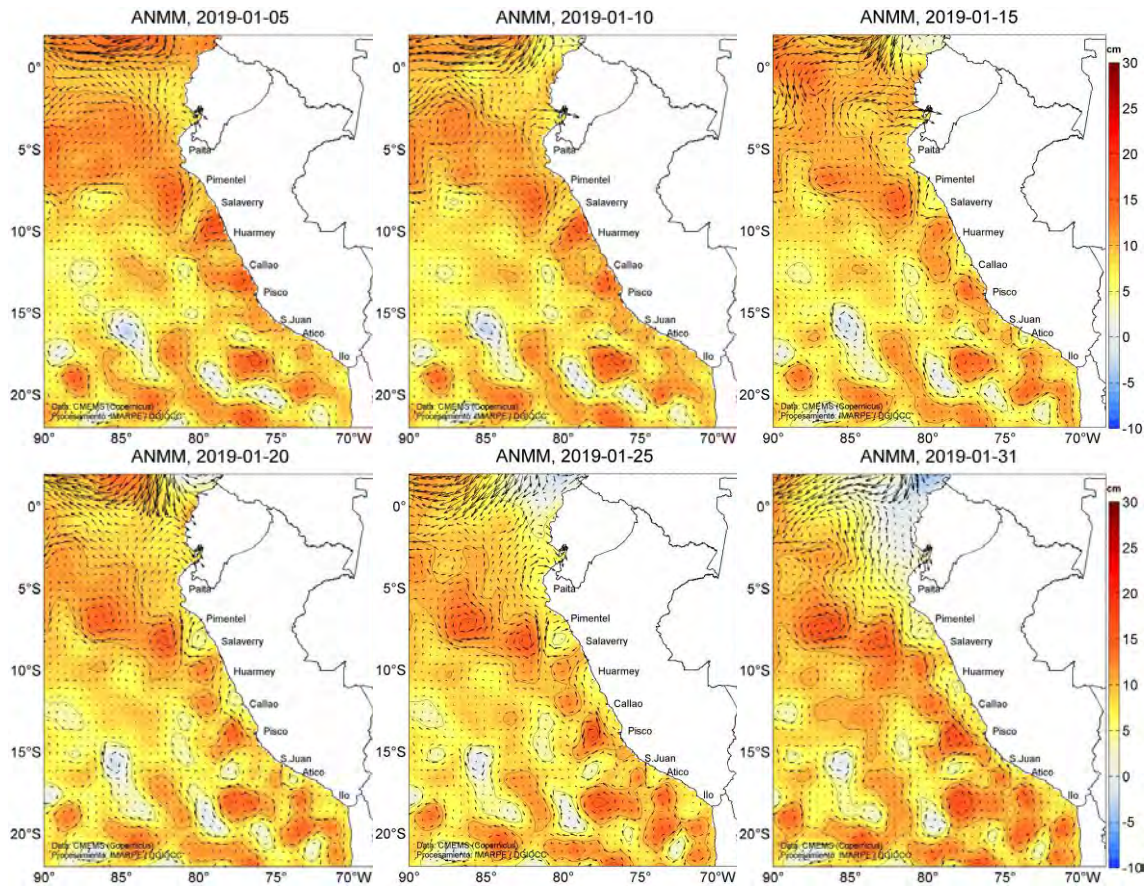


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de enero de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

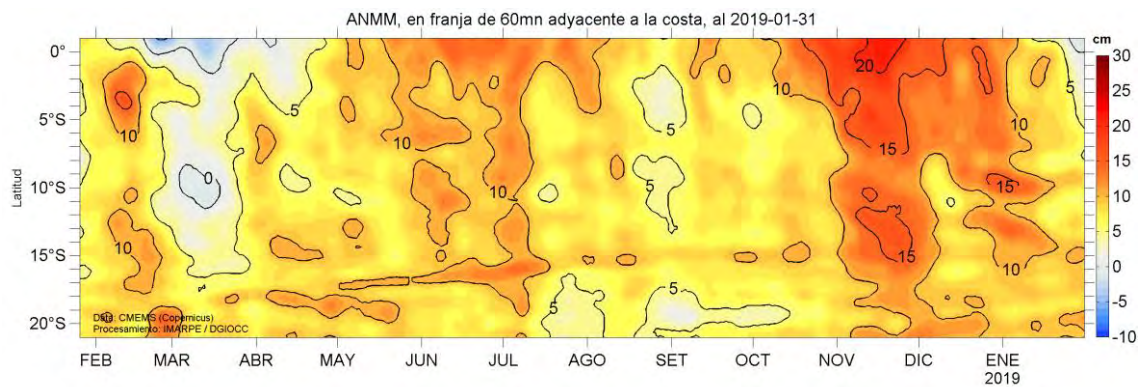


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 31 de enero del 2019, para la franja de 60 mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

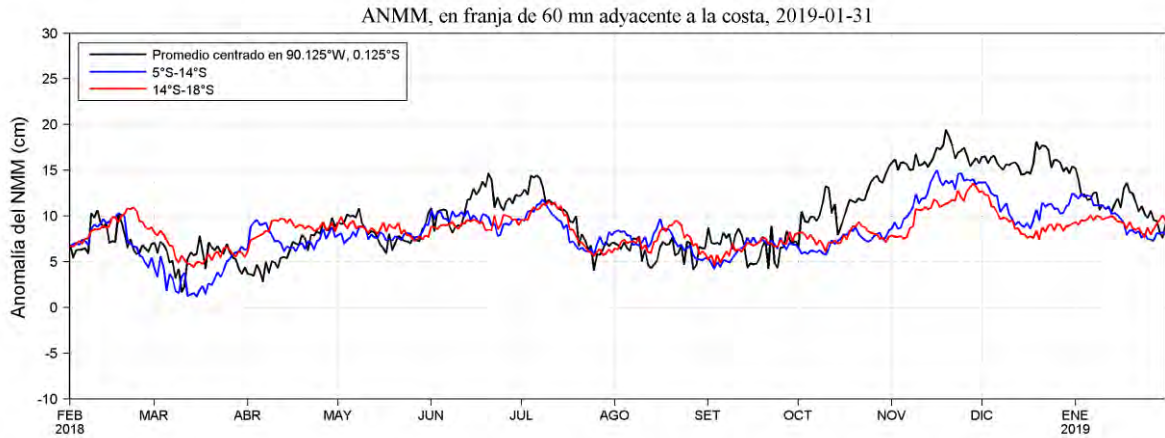


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de enero del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

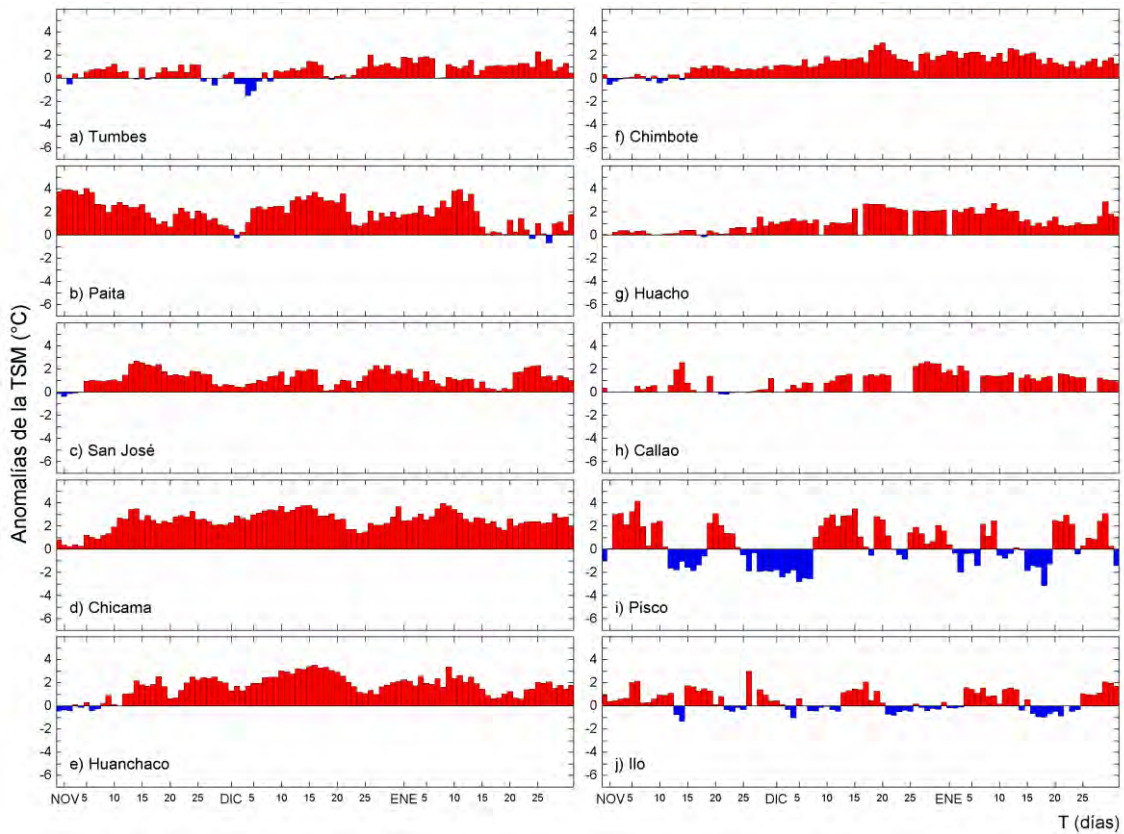


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

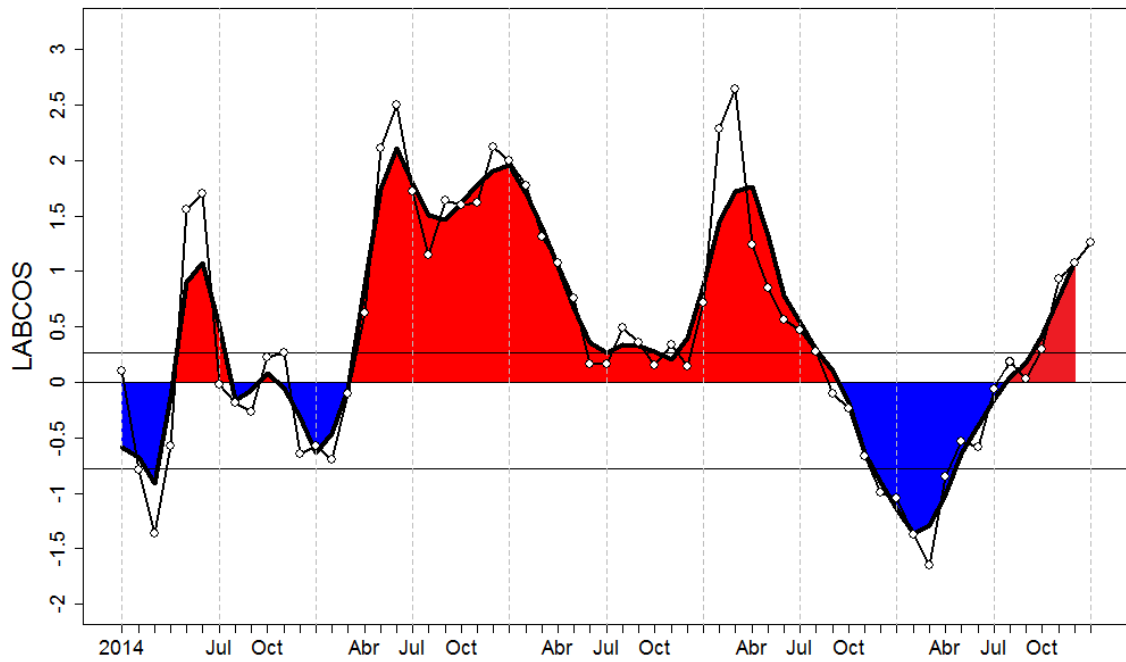


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - enero 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

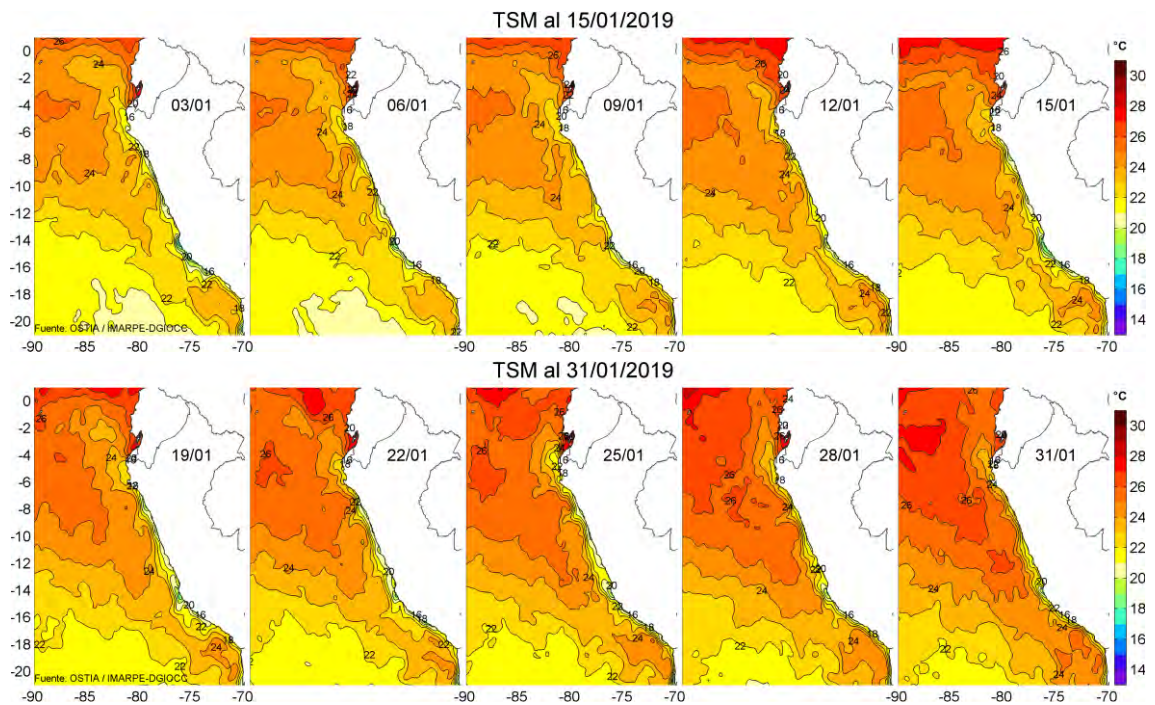


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante enero del 2019. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

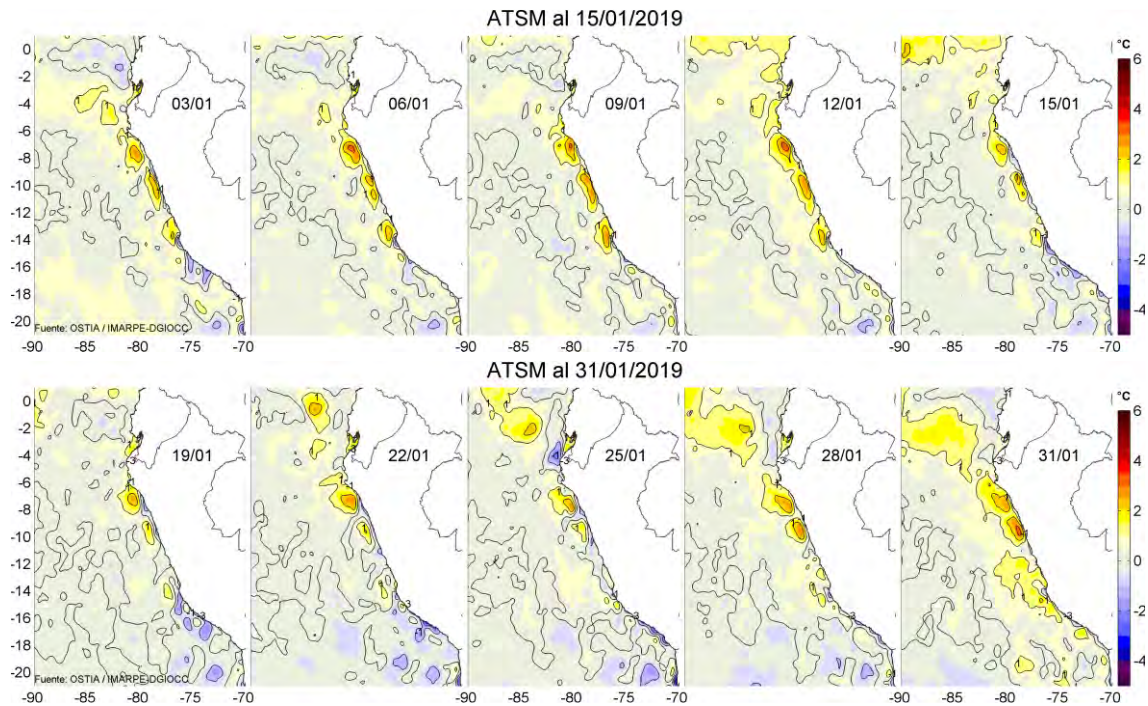


Figura 21. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante enero del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

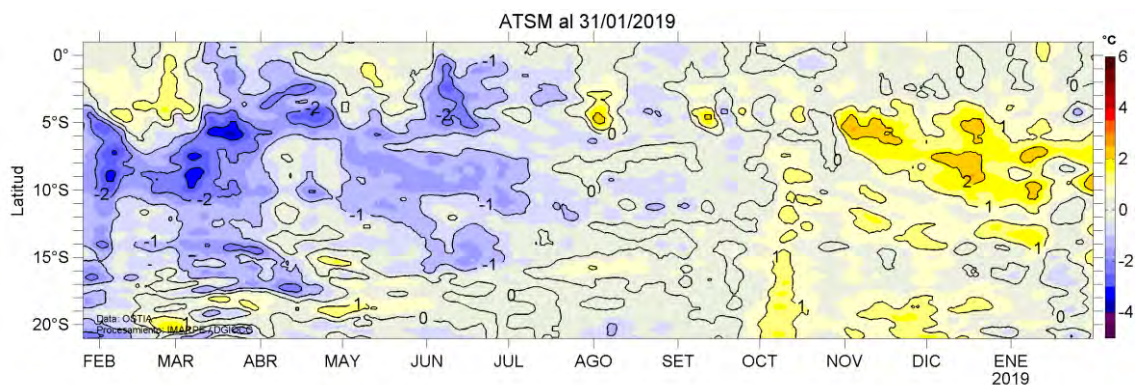


Figura 22. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 31 de enero del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

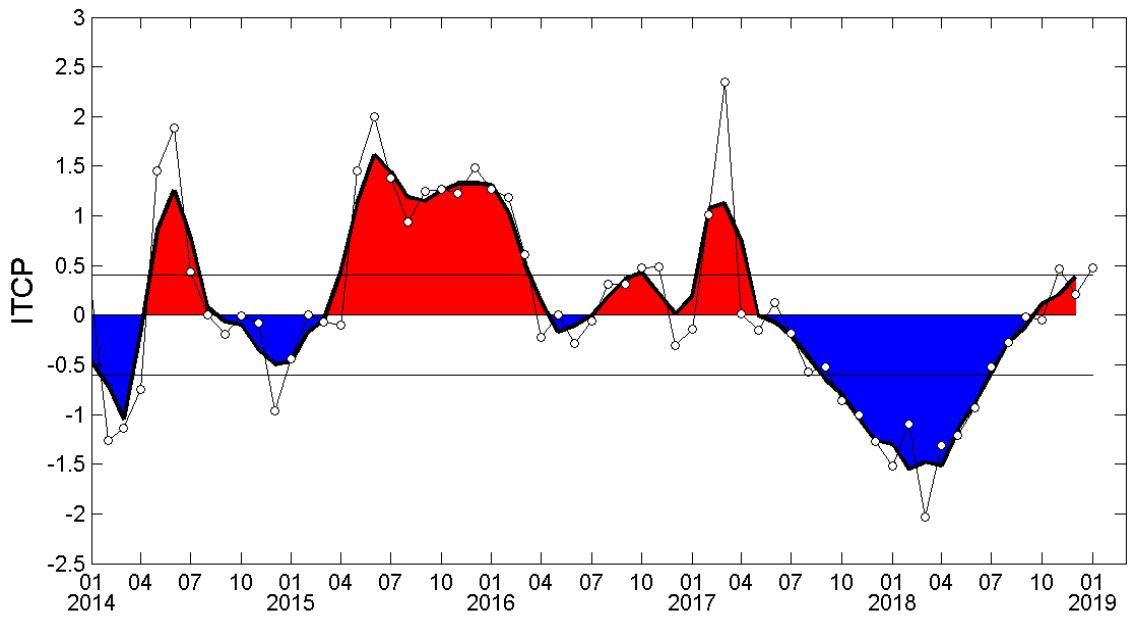


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre NDE 2018-2019. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

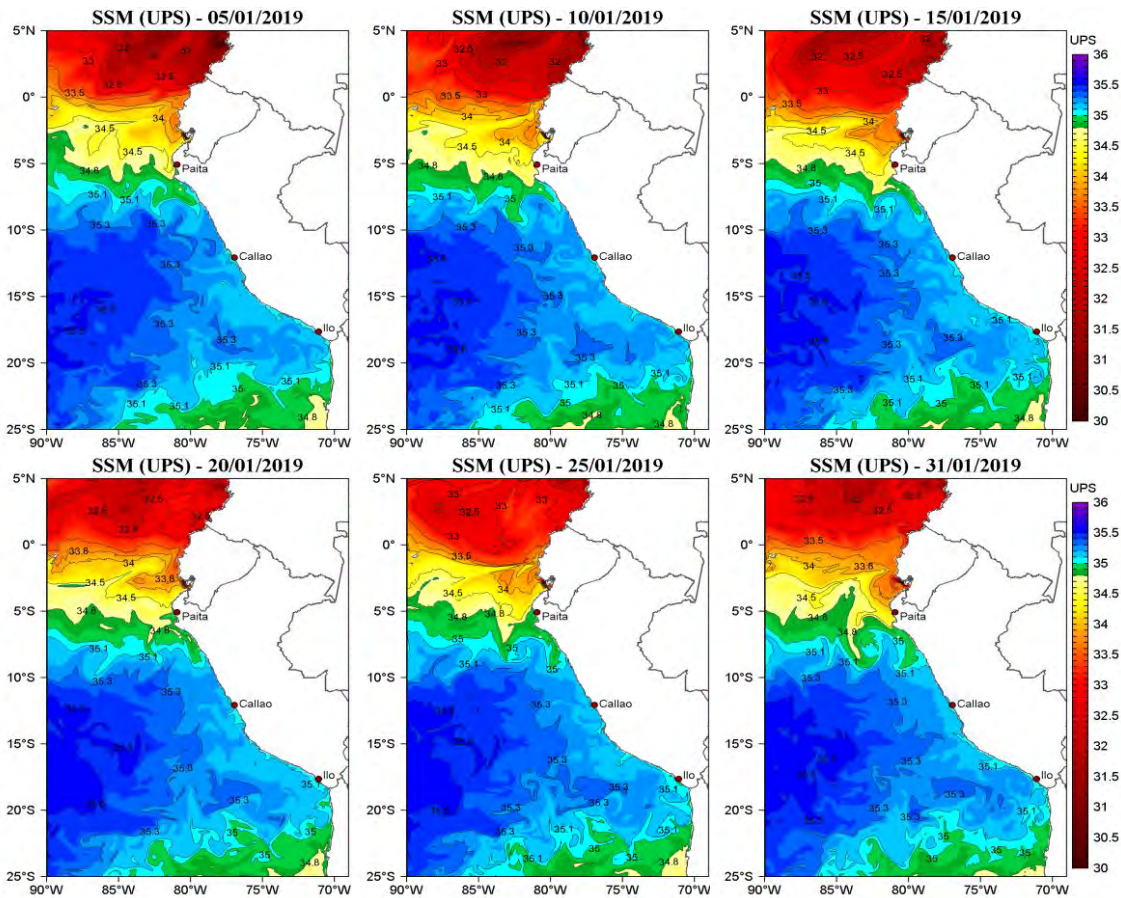


Figura 24. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de enero del 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

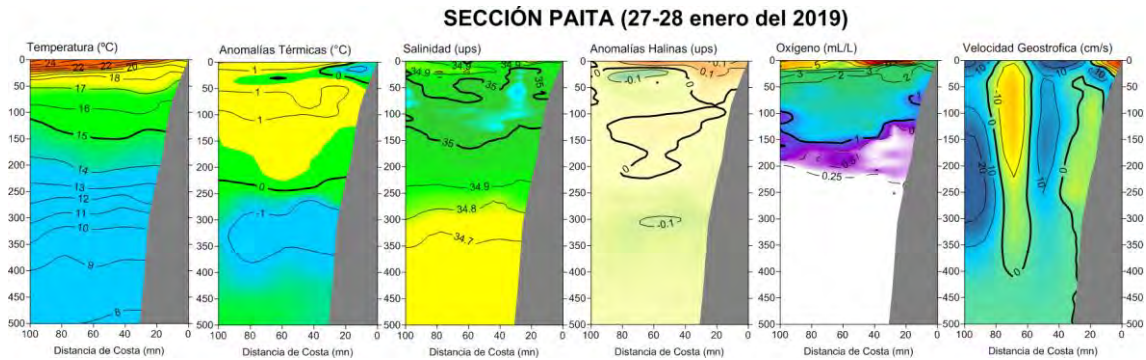


Figura 25. Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno ($\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paíta, realizada durante el 27 y 28 de enero de 2019. Fuente: IMARPE.

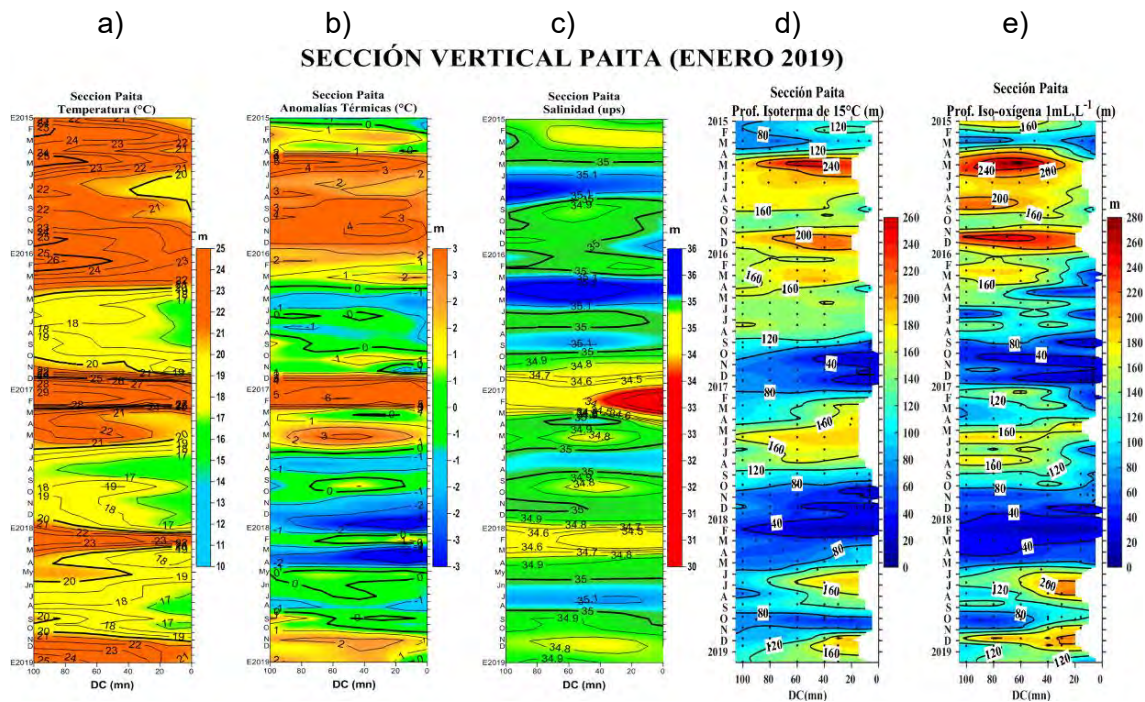


Figura 26. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de $1\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ (m) de las secciones verticales frente a Paíta, registrado desde enero del 2015 hasta enero del 2019.

SECCIÓN CHICAMA (30 enero 01 febrero 2019)

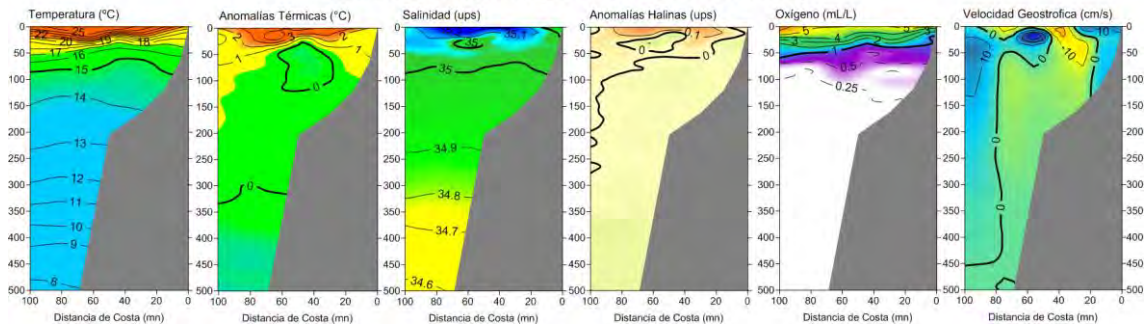


Figura 27. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalía de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno ($\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 30 y 01 de febrero de 2019. Fuente: IMARPE.

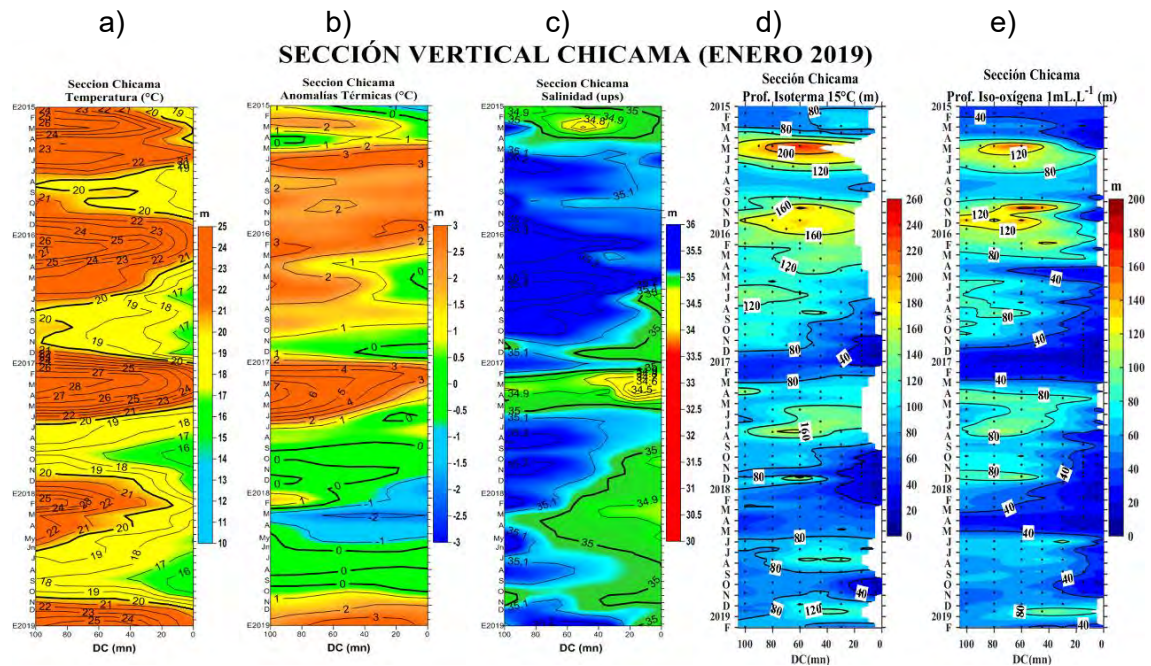


Figura 28. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de $1\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta enero de 2019.

Figura 27. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalia de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalia de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L^{-1}) y f) Velocidad geostrófica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 30 y 01 de febrero de 2019. Fuente: IMARPE.

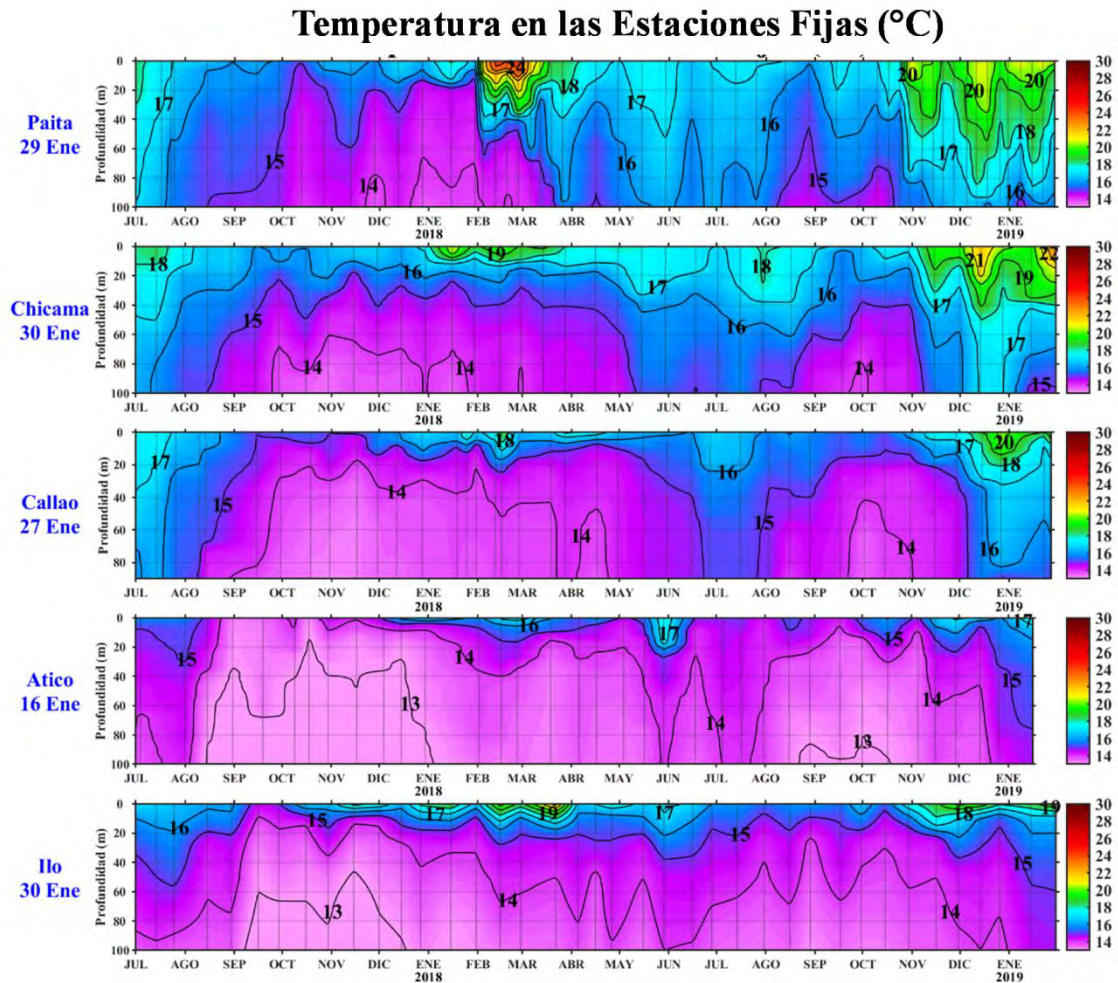


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica ($^{\circ}\text{C}$) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a enero de 2019.

Anomalia Térmica en las Estaciones Fijas (°C)

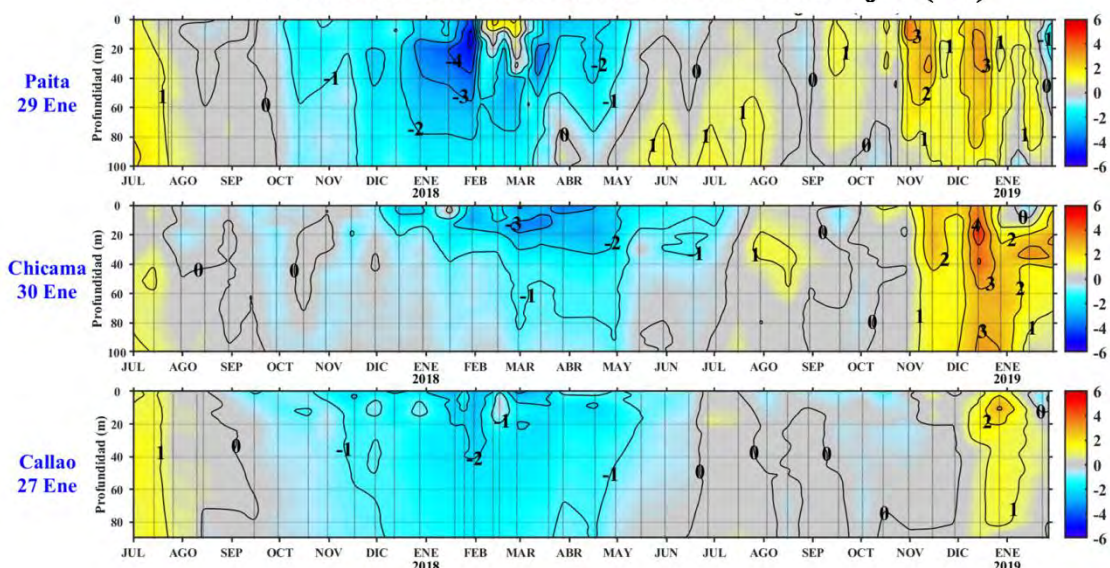


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paíta, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a enero de 2019.

Salinidad en las Estaciones Fijas (ups)

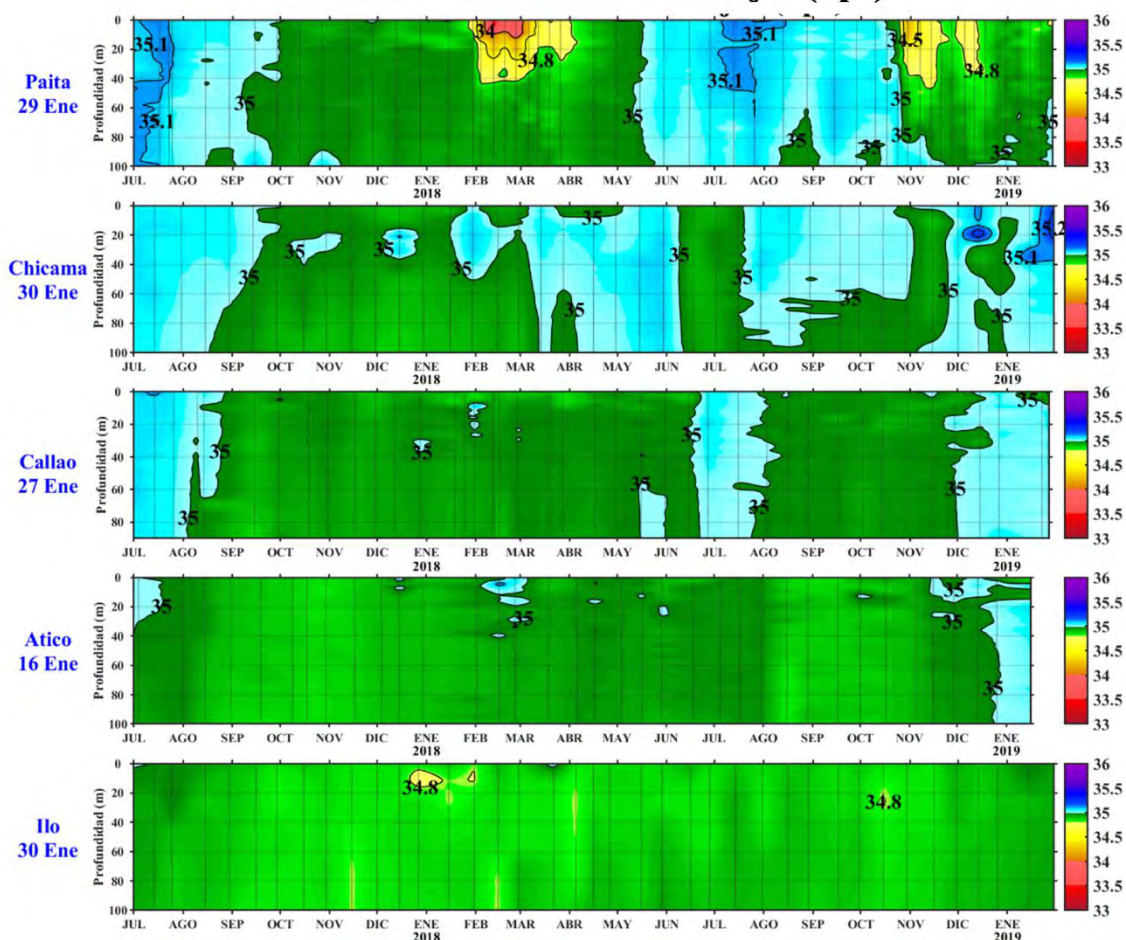


Figura 31. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones fijas de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a enero de 2019.

Oxígeno Disuelto en las Estaciones Fijas (mL/L⁻¹)

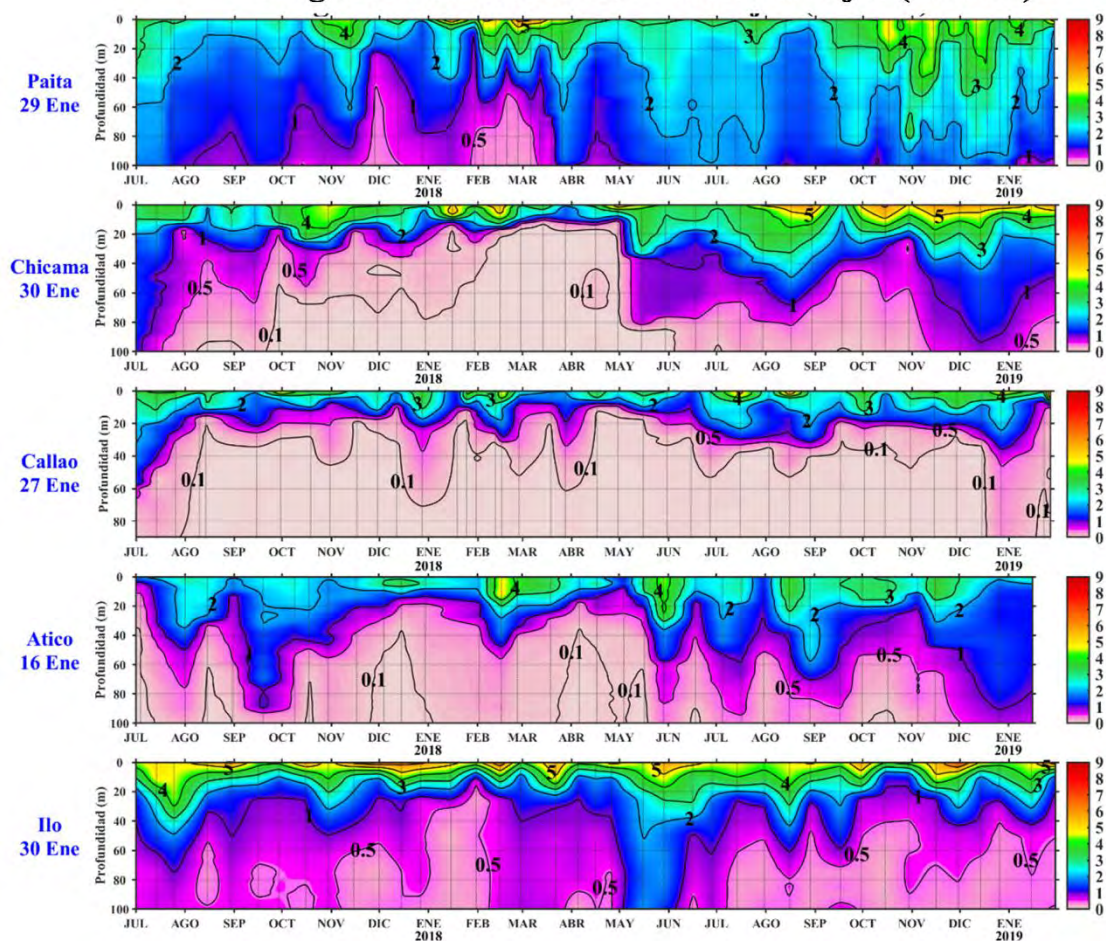


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las estaciones fijas de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a enero de 2019.

Nitratos en los Puntos Fijos (µmol.L⁻¹)

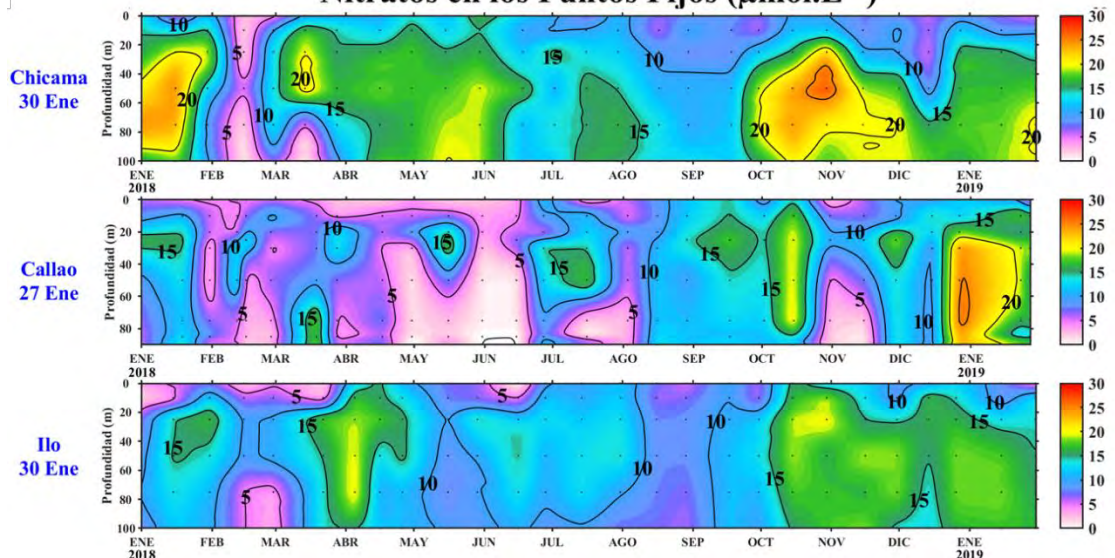


Figura 33. Concentración de nitratos en µmol L⁻¹ en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a enero 2019.

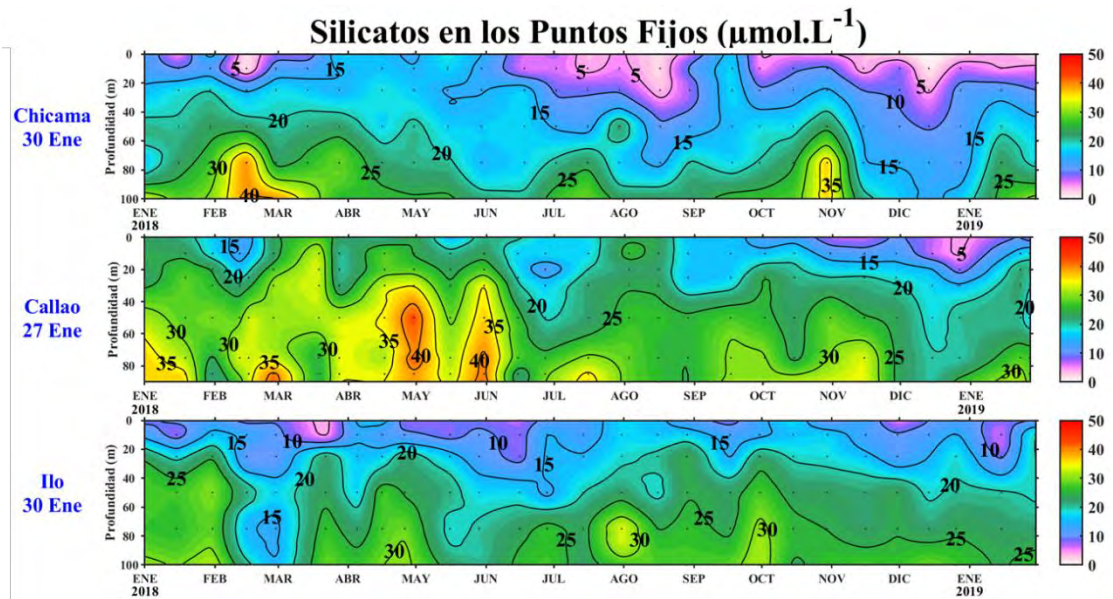


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a enero 2019.

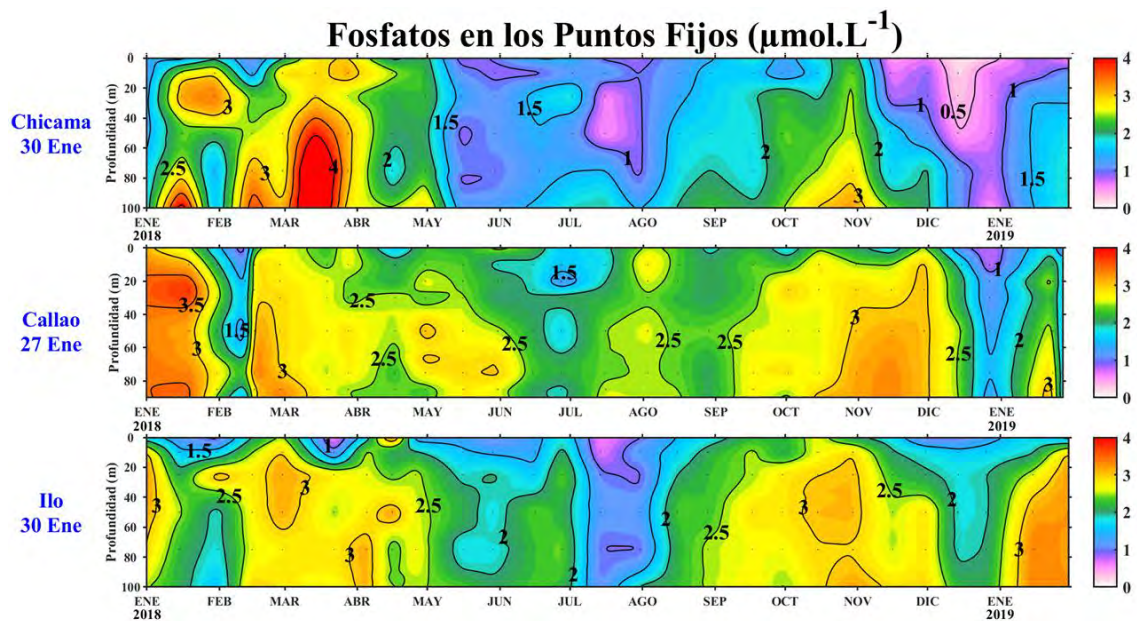


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a enero 2019.

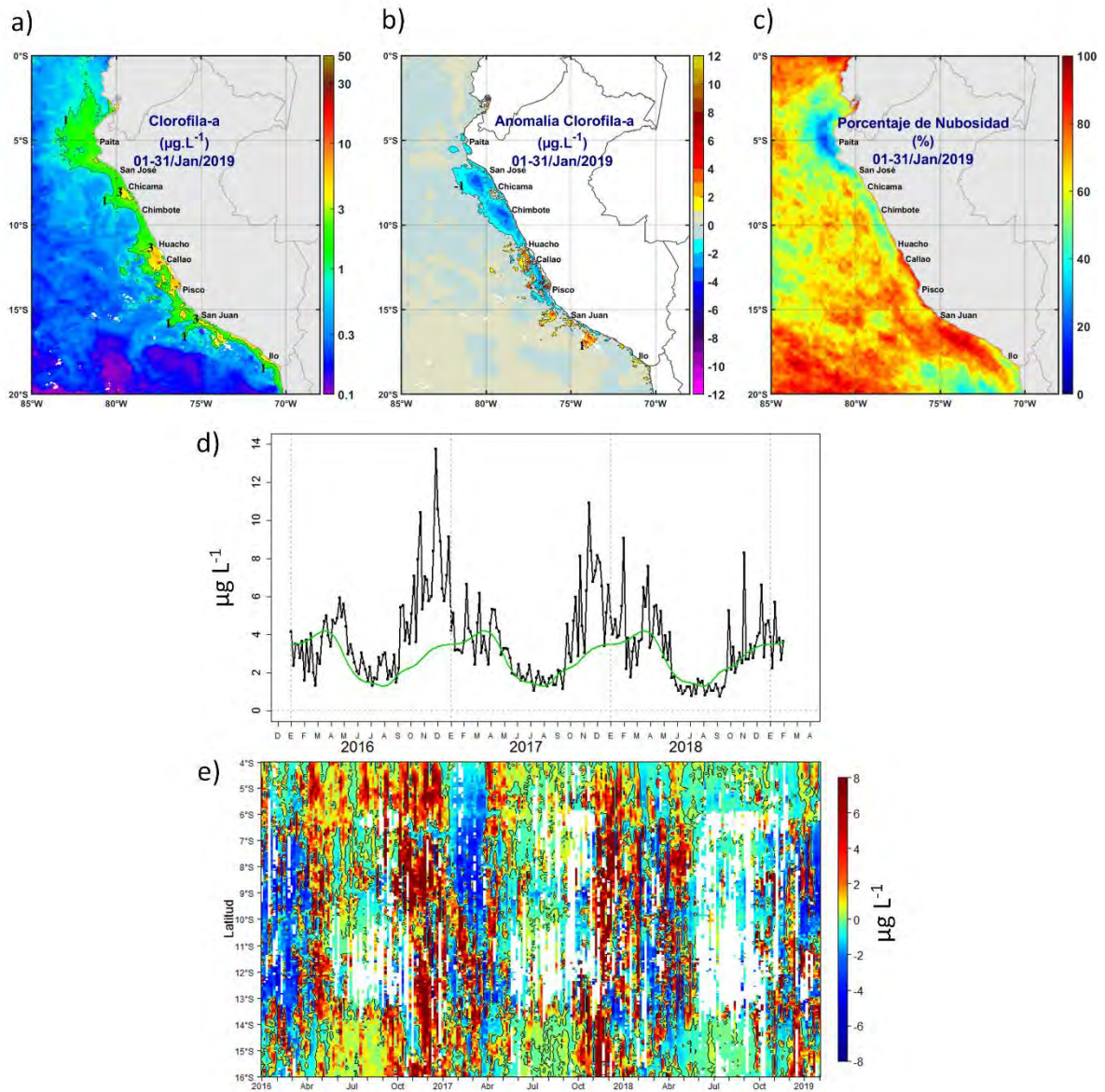


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante enero 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra)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

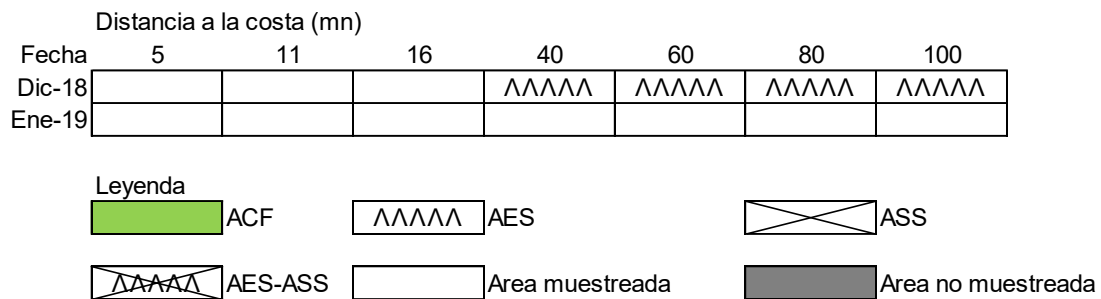


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1901.

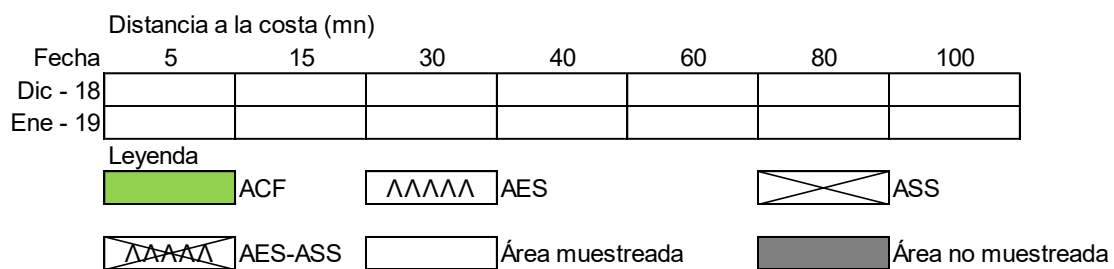


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1901.

Paita 2019
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	10	15	40	60	80	100
14 y 27 de Diciembre del 2018	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ		ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ
26 al 28 de Enero del 2019		ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ

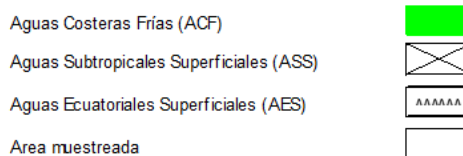


Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paita 1901.

Chicama 2019
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	45	60	80	100
17 y 18 de Diciembre del 2018		ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ			
Del 30 enero al 01 febrero 2019		ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ		ΛΛΛΛΛ	ΛΛΛΛΛ

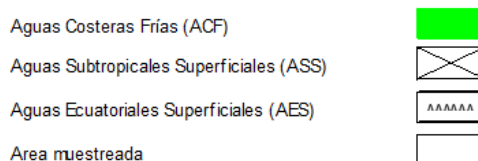


Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1901.

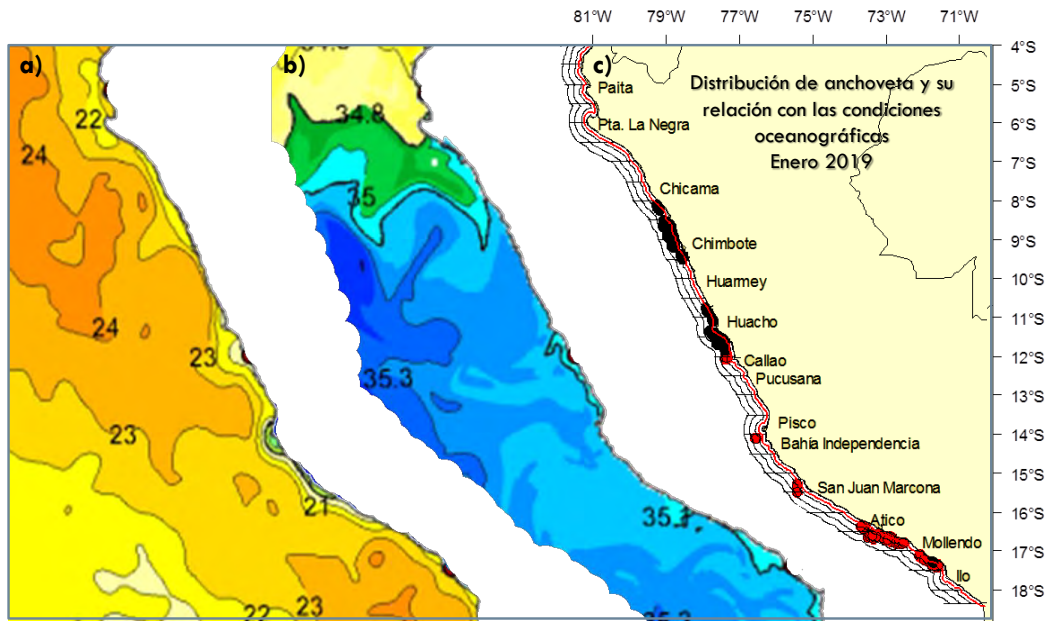


Figura 41. a) Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano. Fuente: PODAAC/OSTIA, b) Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM). Fuente: HYCOM y c) Puntos de pesca de anchoveta en el mar peruano. Enero 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

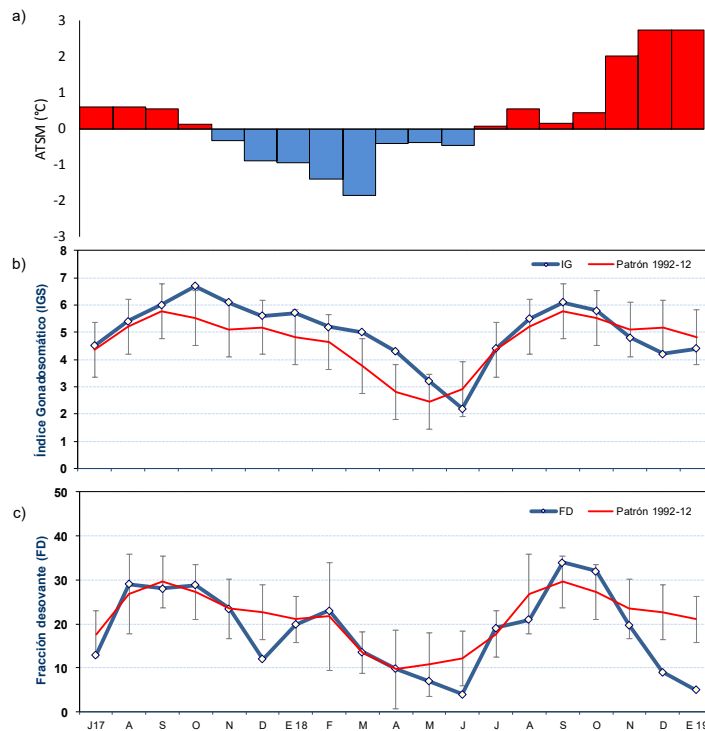


Figura 42. a) Anomalia de la TSM (°C) de Chicama. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS) y b) Fracción Desovante (FD) del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – enero 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.



Figura 43. Presencia de especies indicadoras de aguas frías y cálidas durante enero 2019.

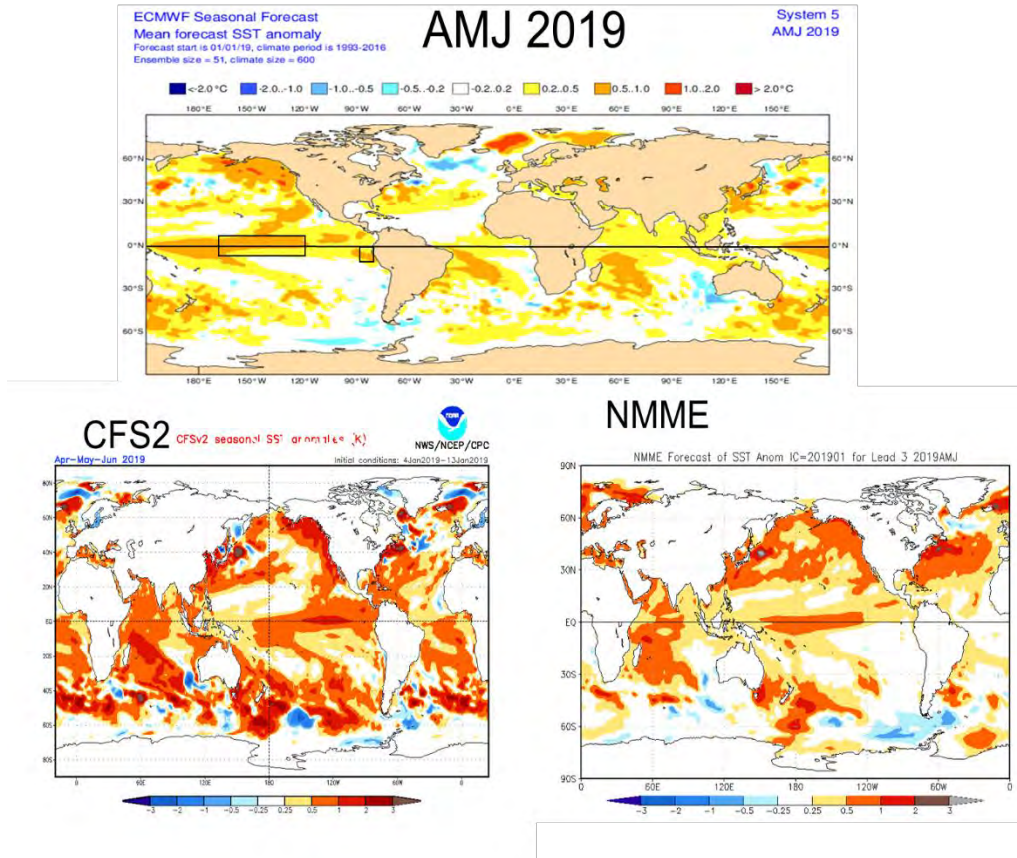


Figura 44. Pronóstico de la SST para el trimestre AMJ 2018-2019 del modelo ECMWF, CFSv2, y NMME (condiciones iniciales enero 2019). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

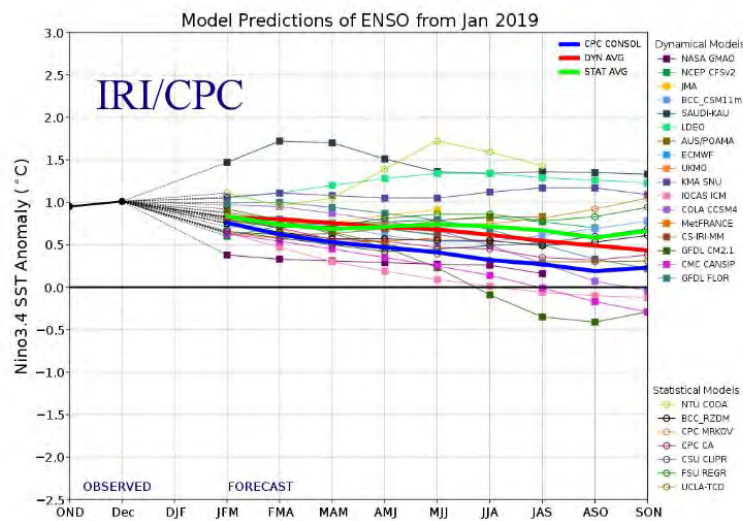


Figura 45. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, enero 2019.

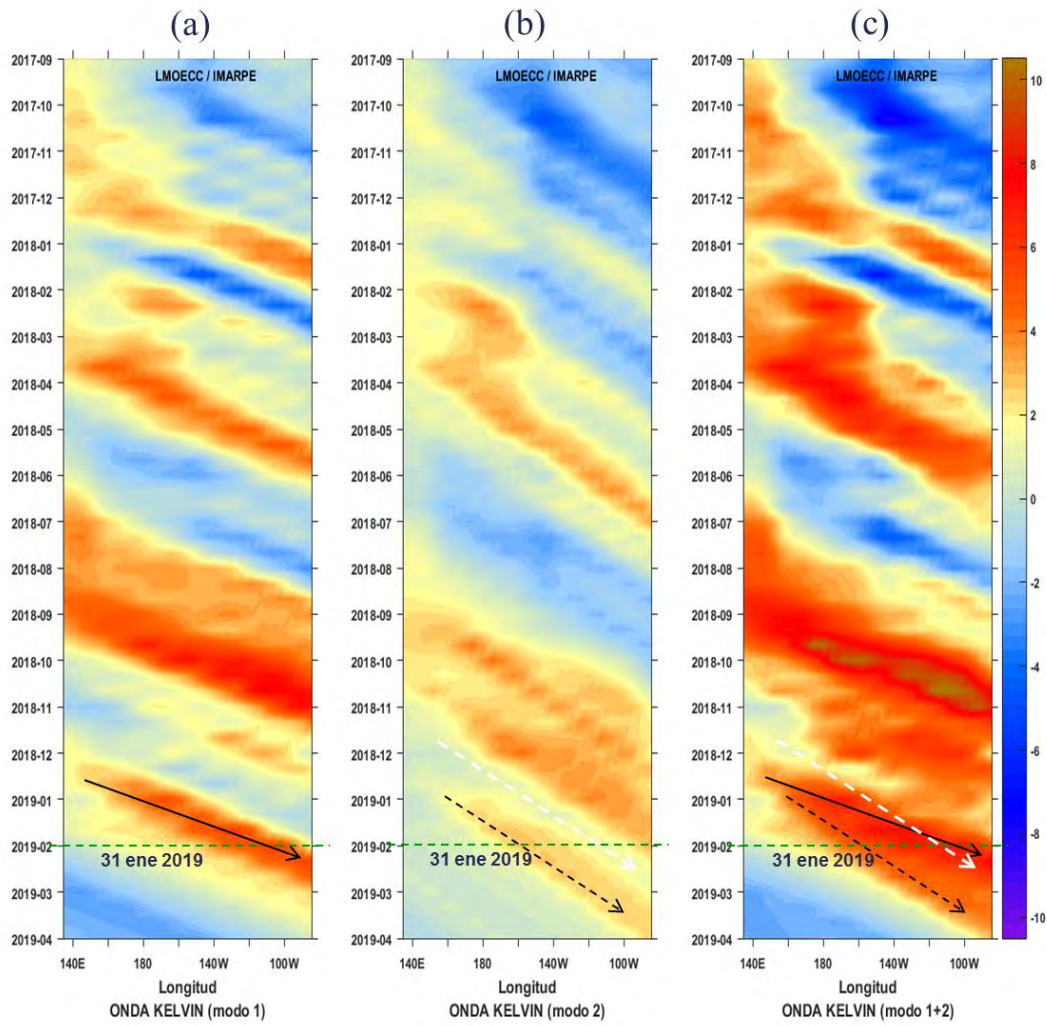


Figura 46. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

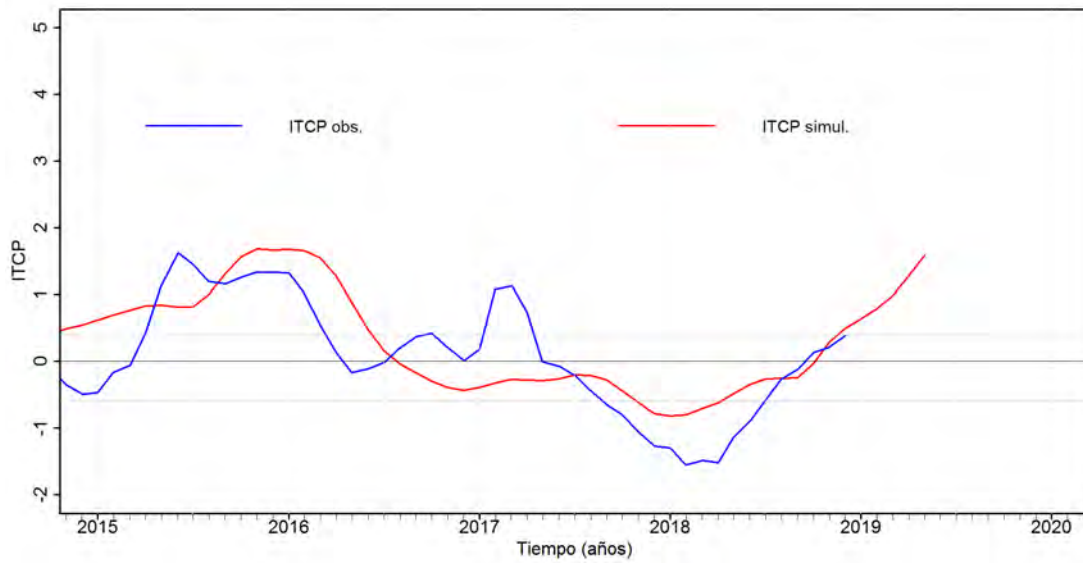


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

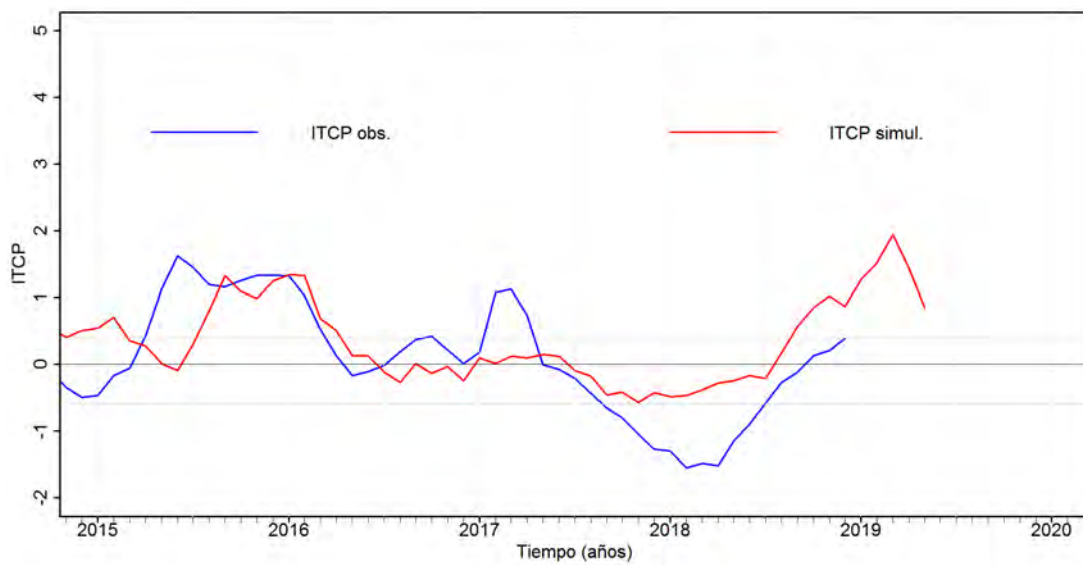


Figura 48. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.