



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

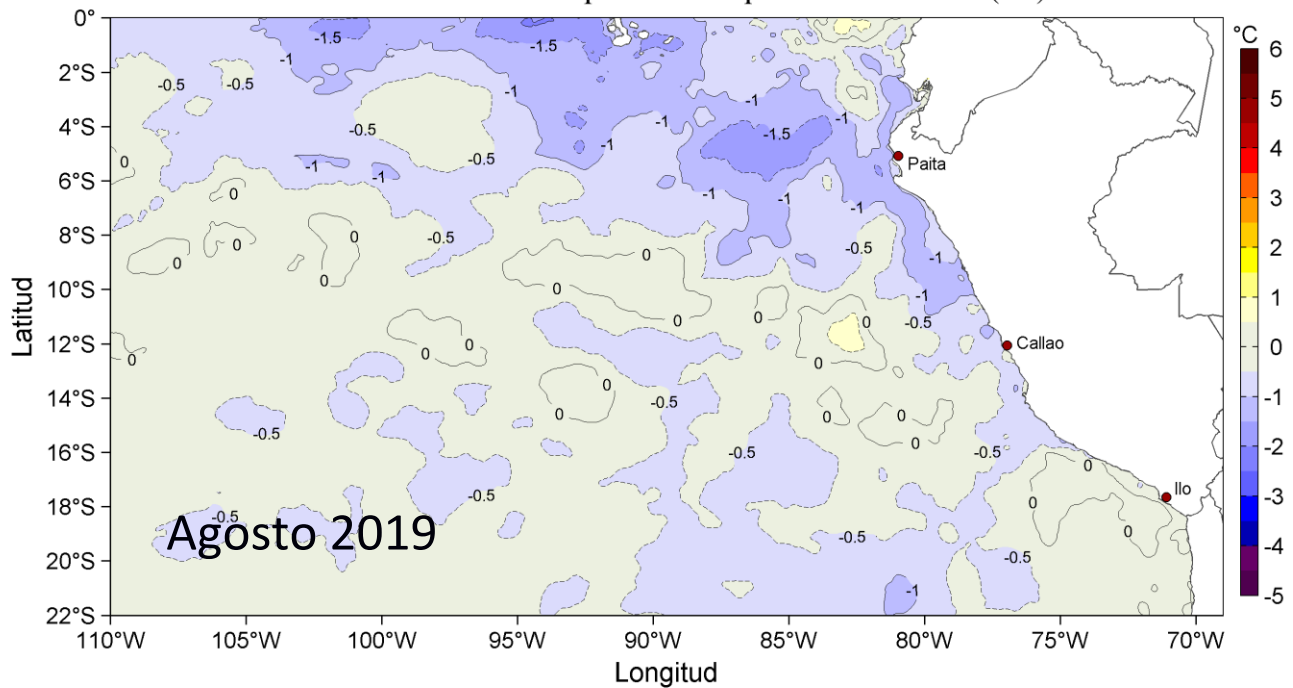
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

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 AGOSTO 2019

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (°C)



Agosto, 2019

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Agosto 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 del mar (ANM)**
 - 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
Agosto 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 agosto 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 82,5°W y 30°S con una intensidad máxima de ~1024 hPa, desplazándose al este de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en 0,8 hPa (Figuras 1 y 2). Asimismo, se observaron anomalías de presión de cerca de +5 hPa en el Pacífico Suroriental extra tropical y un núcleo de anomalías negativas de -2 hPa en 105°W, 35°S. Frente a la costa peruana predominaron las condiciones climatológicas de presión (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 JJA 2019 el IAPS presentó un valor de +1,6 hPa, mayor que su valor anterior (+1,4 hPa), aún dentro del rango neutro del APS. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en agosto fue de +0,8 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +5,4° y +0,8° para el trimestre JJA, respectivamente, indicando que el núcleo del APS se encontró ubicado unas 300 millas al este de su posición promedio en el último trimestre. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal fueron de +14,3° (las mayores desde abril de 2015) y +0,3°, respectivamente (Figuras 3b y c).

1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial

La radiación de onda larga (OLR, por sus siglas en inglés) presentó valores dentro del rango normal sobre el Pacífico sureste así como a lo largo del Pacífico ecuatorial hasta alcanzar la línea de cambio de fecha, indicando condiciones normales. En el Pacífico noreste entre 90° W y 80° W se presentaron valores positivos de OLR (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⁻¹ a 8,0 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 presentó condiciones normales o ligeras anomalías del oeste no mayores a 1 m s⁻¹, mientras que, al oeste de los 180° W, se presentaron anomalías del oeste con valores alrededor de 2,0 m s⁻¹ (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones superficiales.

En el Pacífico ecuatorial oriental, la temperatura superficial del mar (TSM) presentó anomalías negativas de $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. En el Pacífico ecuatorial occidental (región Niño 4) continuaron presentándose anomalías positivas, aunque con tendencia a disminuir. En las regiones Niño 3.4 y Niño 3 se desarrollaron anomalías negativas. En la región Niño 1+2 las anomalías negativas persistieron, al igual que frente a la costa peruana (Figura 6). El último valor semanal de la anomalía de TSM en las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, fue de $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, y $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

El contenido de calor en la capa superior del Pacífico ecuatorial (300 m, entre 180°W y 100°W) exhibió una tendencia descendente, alcanzando una anomalía negativa mensual equivalente a $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 8). Ello estuvo asociado al desarrollo de un núcleo de anomalías de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los 70 y 120 m de profundidad entre 160°W y 120°W , aunque permanecieran zonas con anomalías positivas en el lado occidental. Asimismo, al este de los 120°W y sobre los 100 m se detectaron anomalías negativas (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

De acuerdo a información procedente del proyecto COPERNICUS, corregida en base a los datos del satélite ASCAT (Correa et al., 2016), el viento frente a la costa peruana mantuvo velocidades de $4,0\text{ m s}^{-1}$ a $8,0\text{ m s}^{-1}$ durante casi todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre $5,0\text{ m s}^{-1}$ y $10,0\text{ m s}^{-1}$, con máximos valores durante la segunda semana del mes (Figura 10), que frente a Pisco y San Juan correspondieron a anomalías de $+4\text{ m s}^{-1}$. A lo largo de la costa entre Chicama y Pisco la velocidad del viento presentó predominancia de anomalías negativas en la mayor parte del mes, aunque durante la segunda semana se presentaron anomalías positivas.

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre $3,0\text{ m s}^{-1}$ y $8,0\text{ m s}^{-1}$ (Figura 11). Predominaron anomalías negativas a condiciones neutras a lo largo de la costa durante las casi todo el mes con excepción de la segunda semana. A partir de la segunda semana las anomalías negativas se intensificaron frente a Pisco y San Juan, con valores de hasta -4 m s^{-1} (Figura 12). Al sur de Paita, el viento costero mostró anomalías del noroeste, mientras que al norte de Paita predominaron anomalías del norte.

El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, perdió intensidad y persistencia en la segunda quincena y principalmente entre los 08°S y 13°S , disminuyendo significativamente en la última semana al sur de Paita. Frente a Talara y Paita (04°S - 05°S) el índice de afloramiento (IAC) alcanzó entre $400\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ y $500\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ para la primera quincena, y valores inferiores a $200\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ para la última semana. Entre los 5°S y los 13°S , el IAC presentó valores por debajo de $200\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ en la segunda quincena. Frente a Pisco y San Juan el IAC mostró valores alrededor de $400\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ para la segunda semana mientras que para fines del mes fueron también inferiores a $200\text{ m}^3\text{ s}^{-1}\text{ }100\text{m}^{-1}$ (Figura 13).

2.2 Aspectos oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel del mar (ANM)

Frente a la costa peruana, la ANM mostró valores en el rango neutro $<+0,5$ cm a inicios de mes, que se fueron incrementando hasta alcanzar en la última semana valores cercanos a $+15$ cm, con un núcleo de casi $+20$ cm entre Callao y Pisco. Frente a la costa norte permanecieron dos remolinos con giro ciclónico (horario; $<+5$ cm). Frente a la costa sur se presentaron remolinos durante la segunda quincena del mes con giro ciclónico ($<+5$ cm) (Figura 14).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, durante casi todo el mes se observó ANM entre $-5,0$ y $+5,0$ cm. Sin embargo, durante la segunda quincena se detectó el incremento de la ANM entre los 5°S y 14°S , hasta $+8$ cm en promedio (Figuras 15, 16).

Por otro lado, en base a la información de altimetría satelital, se ha evaluado a los remolinos mediante un algoritmo híbrido de identificación (Halo *et al.*, 2014). Los remolinos de mesoescala transportan calor, energía y masas de agua, así como plancton, material biogénico y nutrientes que provienen del afloramiento. También influyen en la distribución de biomasa de fitoplancton, y en el sostenimiento de la producción biológica en zonas oligotróficas. Cabe recordar que los remolinos ciclónicos generan divergencia, y los anticiclónicos provocan convergencia del fluido.

En la zona entre los 70°W - 84°W y 3°S - 18°S fueron detectados entre 4 y 8 remolinos por día, valores similares a lo observado en julio. Los remolinos ciclónicos predominaron sobre los anticiclónicos, con el 56,1% (Figura 17 a). La distribución del radio y la energía cinética (EKE) diarias muestra que los valores han oscilado en promedio entre 55 - 80 km y $70 - 210 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$. El tamaño de los remolinos en función de la latitud indica que el radio fue mayor entre $13-14^{\circ}\text{S}$ y entre $6^{\circ}\text{S} - 9^{\circ}\text{S}$, con valores máximos de 123 km ($13,1^{\circ}\text{S}$) y 105 km ($7,2^{\circ}\text{S}$), respectivamente.

En comparación al mes anterior, este mes el radio promedio (~ 65 km) disminuyó, como consecuencia del debilitamiento de los vientos a inicios de mes y durante la segunda quincena del mes. Comportamiento similar se observó en la energía, con valores elevados ($>100 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$) a inicios de mes, disminuyendo paulatinamente hasta la quincena, dando paso a un pulso de $195 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$, que fue seguido por una reducción hasta el término del mes con valores cercanos a $70 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$ (Figura 17 b y c).

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, continuó disminuyendo en el valor de promedio mensual a lo largo de toda la costa, a excepción de Pisco. Las anomalías promedio en la mayoría de las estaciones fue negativa excepto en Pisco. La TSM mensual varió entre $14,8^{\circ}\text{C}$ (Huacho e Ilo) y $24,8^{\circ}\text{C}$ (Tumbes), mientras que las anomalías variaron entre $-1,7^{\circ}\text{C}$ (San José) y $+0,2^{\circ}\text{C}$ (Pisco) (Tabla 1).

A nivel diario, predominaron durante todo el mes anomalías negativas de TSM desde San José a Callao, mientras que de Tumbes a Paita y de Pisco a Ilo se observaron alternancia de anomalías negativas y positivas. Las anomalías negativas de mayor intensidad se presentaron en San José (segunda quincena) y Huacho (primera semana) con valores que alcanzaron hasta -2°C . En Pisco las máximas anomalías positivas fueron de alrededor de $+1,9^{\circ}\text{C}$ en la tercera semana (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de $-0,14\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el trimestre JJA del 2019 y un valor mensual de agosto de $-0,24\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo igual al valor observado durante julio 2019 (Figura 19).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y sus anomalías

La TSM en general continuó descendiendo. En la zona norte aguas de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se expandieron en forma de lengua hasta la zona de Galápagos. En el sur, frente a Ilo, las aguas de $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ cubrieron todo el codo Perú-Chile. Desde Punta Falsa hasta Ilo, las aguas con $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ se observaron replegadas hacia la costa (Figura 20).

Las anomalías de TSM en la zona norte mostraron una mayor expansión de condiciones frías tanto hacia Galápagos como hacia la costa centro-sur de Perú, presentando de manera predominante anomalías de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque en la segunda quincena las anomalías negativas disminuyeron en cobertura espacial, frente a la costa de Perú. La TSM en las zonas oceánicas ubicadas frente a la costa centro y sur presentó condiciones neutras y débiles anomalías negativas (Figura 21).

En la franja de 60 mn, las anomalías negativas de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ que se encontraban a inicios de mes en la costa centro-norte, se atenuaron ligeramente a fines de mes. Desde Atico (16°S) hacia el sur, se mantuvo la condición neutra durante todo el mes (Figura 22).

El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016), presentó un valor de $-0,6$ para el trimestre junio a agosto 2019, indicando una condición fría en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de agosto fue $-0,5$, siendo más positivo respecto a julio (Figura 23).

2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar

2.2.3.1 Información del modelo HYCOM

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model; www.hycom.org; Bleck, 2002), en la zona norte las aguas con salinidad menor a $34,8$ ups, asociadas a aguas ecuatoriales superficiales (AES), permanecieron frente a Tumbes. Frente a la costa norte las aguas de mezcla con salinidad de $34,9$ a $35,1$ ups se presentaron frente a Paita (5°S). La influencia de las aguas subtropicales superficiales (ASS) continuó frente a la costa central, con valores de salinidad $> 35,1$ ups presentes dentro de las 10 mn, aunque los valores $>35,3$ ups permanecieron a 300 mn. Frente a la costa sur las aguas costeras frías del afloramiento (ACF) con salinidad $< 35,1$ ups predominaron desde Ilo a Callao (Figura 24).

2.2.4 Secciones oceanográficas

2.2.4.1 Paita (24-25 de agosto)

La TSM presentó valores entre 16°C y 18°C en toda la sección; las isotermas de 17°C , que se encontraban a 20 mn a fines de julio, se desplazaron hasta las 50 mn. Se estimaron anomalías de TSM de $-1,0^{\circ}\text{C}$ dentro de las 55 mn (Figura 25 a, b, Figura 26 a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una débil termoclina. La isoterma de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ se presentó entre los 80 m y 120 m de profundidad, 20 m más somera respecto a fines de julio (Figura 26 d). Sobre los 40 m y dentro de las 55 mn se registraron anomalías térmicas negativas de $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y en el resto de la sección hasta los 500 m las condiciones térmicas fueron normales (Figura 25 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad sugirió la presencia de aguas de mezcla entre ASS y ACF en toda la sección ($S < 35,1$ ups), con ligeras anomalías halinas de hasta $+0,05$ ups (Figura 26 c, Figura 25 c, d). Por otra parte, los datos sugieren presencia de aguas de mezcla entre ASS y aguas ecuatoriales sub-superficiales (AESS) entre los 50 m y 100 m, y AESS por debajo de estas, ambas conformes al patrón estacional.

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de $1,0 \text{ mL L}^{-1}$, asociada a la oxiclina, se mantuvo a una profundidad similar en la zona costera, respecto a julio (Figuras 25 e y 26 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; $OD < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$), se detectó a 140 - 170 m de profundidad en toda la sección. A 5 - 35 mn en los primeros 25 m y a 60 - 80 mn sobre los 260 m se estimaron flujos geostróficos hacia el norte con una velocidad de hasta 10 y 30 cm s^{-1} , respectivamente. Asimismo, se estimaron flujos geostróficos hacia el sur a 85 - 100 mn sobre los 400 m, con velocidades de hasta 20 cm s^{-1} (Figura 25 e, f).

2.2.4.2 Chicama (21-22 de julio)

La TSM presentó valores entre $16 \text{ }^\circ\text{C}$ y $17 \text{ }^\circ\text{C}$ en toda la sección. La isoterma de $17 \text{ }^\circ\text{C}$, que se encontraba a 20 mn a fines de julio, mostró un alejamiento respecto a la costa hasta las 80 mn. Las condiciones térmicas superficiales fueron normales en la zona costera, mientras que por fuera de las 60 mn se presentaron anomalías de $-1,0 \text{ }^\circ\text{C}$, desde la superficie hasta los 60 m (Figura 27 a, b; Figura 28 a, b). Asimismo, la isoterma de $15 \text{ }^\circ\text{C}$ se ubicó a 50 - 80 m de profundidad por fuera de las 10 mn, y en la zona costera presentó un ascenso hasta 40 m, similar a julio (Figura 27 d).

En la capa superficial hasta los 50 m de profundidad, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de aguas de mezcla entre ACF y ASS en toda la sección, aunque con una mayor influencia de las ASS por fuera de las 20 mn, asociada a anomalías halinas de hasta $-0,05$ ups. Por otra parte, entre los 50 y 100 m de profundidad, se detectaron aguas de mezcla ASS - AESS y AESS a mayor profundidad, ambas conformes al patrón estacional (Figura 28 c, Figura 27 c, d).

La distribución del OD exhibió un leve ascenso de la iso-oxígena cerca de la costa debido al afloramiento. La iso-oxígena de $1,0 \text{ mL L}^{-1}$ se presentó a unos 20 - 60 m de profundidad, en promedio 30 m más somera que en julio (Figura 28 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 50 - 130 m, más somero en la costa (Figura 27 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostróficos con dirección hacia el norte dentro de las 40 mn sobre los 20 m de hasta 10 cm s^{-1} . Asimismo, se estimaron flujos geostróficos hacia el sur sobre los 210 m a 60 - 85 mn, con velocidades de hasta 10 cm s^{-1} (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 alrededor de los $15 \text{ }^\circ\text{C}$, en Chicama entre $15 \text{ }^\circ\text{C}$ y $16 \text{ }^\circ\text{C}$, en Callao entre $14 \text{ }^\circ\text{C}$ y $15 \text{ }^\circ\text{C}$, en Atico entre $13 \text{ }^\circ\text{C}$ y $14 \text{ }^\circ\text{C}$ y en Ilo entre $13 \text{ }^\circ\text{C}$ y $16 \text{ }^\circ\text{C}$. En general en todas las estaciones fijas se evidenció un ascenso de las isotermas (Figura 29) en la primera quincena de agosto, primero en Paita y Chicama, y luego, de Callao hacia el sur. En Paita, Chicama y Callao, las anomalías térmicas negativas alcanzaron su mayor desarrollo en la primera semana ($-0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ en Paita y $-1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ en Chicama y Callao) en la capa superficial (< 20 m), para luego disiparse en las siguientes semanas. En el resto de la columna de agua las condiciones térmicas fueron neutras todo el mes (Figura 30). La presencia de las anomalías térmicas negativas en las estaciones fijas a inicios de agosto estuvo asociada al paso de una onda Kelvin fría (ENFEN, 2019).

En Paita y Chicama, los registros de salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de aguas de mezcla ASS – ACF durante todo el mes. En Callao, Atico e Ilo se observó el predominio de ACF (Figura 31).

En cuanto al OD, se detectó una elevación de las iso-oxígenas en Paita, y una ligera profundización en Atico, mientras que en Chicama, Callao e Ilo, las iso-oxígenas de menor concentración fluctuaron moderadamente en profundidad durante el mes. La iso-oxígena de $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ no se registró en Paita ni en Atico, y se determinó a 50 - 65 m en Chicama, a 20 - 30 m en Callao y a 40 - 50 en Ilo durante el mes, en promedio (Figura 32).

2.2.6 Fertilidad y productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

Los nutrientes en la mayoría de las estaciones fijas costeras presentaron un incremento de sus concentraciones respecto al mes anterior.

Los nitratos mostraron una mayor concentración en la costa central y menores concentraciones en la costa norte y sur. En Paita se observó concentraciones mayores ($10 - 15 \mu\text{mol L}^{-1}$) en la columna de agua respecto al mes anterior. En Chicama, las concentraciones por encima y debajo de los 40 m presentaron valores de $\sim 10 \mu\text{mol L}^{-1}$ y $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ respectivamente, estas últimas superiores respecto a julio en promedio. En Callao, las concentraciones se incrementaron respecto al mes anterior oscilando entre 15 a $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ en la columna de agua. En Ilo se mantuvieron concentraciones bajas de nitrato ($5 - 10 \mu\text{mol L}^{-1}$) durante el mes, observándose valores menores a $5 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante la última semana por encima de los 20 m (Figura 33).

Los silicatos mostraron mayores concentraciones respecto al mes anterior en todas las estaciones. En Paita, se observaron concentraciones entre $10 - 15 \mu\text{mol L}^{-1}$; mientras que en Chicama, Callao e Ilo las isolíneas de $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ se observó a $\sim 40 \text{ m}$, 20 m y 30 m de profundidad respectivamente (Figura 34).

Los fosfatos al norte del Callao mostraron un incremento de sus concentraciones respecto al mes anterior; mientras que, en Ilo se mantuvieron. En Paita las concentraciones oscilaron entre $1,5 - 2 \mu\text{mol L}^{-1}$. En Chicama, las concentraciones aumentaron de $1 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ entre la primera y segunda quincena. En Callao los fosfatos alcanzaron máximas concentraciones ($3 \mu\text{mol L}^{-1}$) debajo de los 20 m durante la segunda y tercera semana del mes. En Ilo, las concentraciones se mantuvieron entre $1,5 - 2 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante el mes (Figura 35).

2.2.6.2 Clorofila-a satelital

La información satelital mensual de clorofila-a superficial proveniente de la unión de todos los satélites que la registran (www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/), mostró que a lo largo de la costa dentro de las 30 mn, predominaron valores de $\sim 1 \mu\text{g L}^{-1}$; sin embargo, al sur de los 16°S se observaron valores mayores a $3 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 36 a). En el sistema costero predominaron condiciones normales, con presencia de pequeñas zonas con anomalía negativa frente a Pisco ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$), así como anomalías positivas (entre $+1 \mu\text{g L}^{-1}$ y $+2 \mu\text{g L}^{-1}$) dentro de las 50 mn al sur de los 16°S (Figura 36 b).

A escala diaria se utilizó la información de MODIS (Ocean Biology Processing Group, 2003) pero corregida respecto a SeaWiFS (O'Reilly et al. 1998). A partir de este producto, el promedio pentadal dentro de las 60 mn y entre los 6°S a 16°S, confirmó que las concentraciones variaron alrededor de lo normal, con un pico de anomalía positiva durante la segunda y tercera semana de agosto (+2 $\mu\text{g L}^{-1}$, Figura 36d). Latitudinalmente, en la franja costera predominaron condiciones normales con ausencia de información en diferentes latitudes al largo de la costa debido a la presencia de nubes; sin embargo, se observaron anomalías positivas (+2 $\mu\text{g L}^{-1}$) entre los 13°S a 15°S y a los 9°S durante la primera y última semana respectivamente del mes (Figura 36 e).

La cantidad de luz incidente que varía por la presencia de nubes influye en el crecimiento de fitoplancton y la producción de clorofila-a. La media mensual del porcentaje de nubosidad para este mes estuvo por encima del 90 %, en gran parte de la costa. Sin embargo, frente a Paita y Tumbes dentro de las 50 mn la cobertura nubosa fue menor de 50 %, así como en la zona ubicada entre Pisco e Ilo dentro de las 30 mn (Figura 36 c).

2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

Frente a Paita se encontró a *Protoberidinium obtusum*, especie indicadora de ACF, distribuida dentro de las 16 mn, relacionada a valores de TSM entre 15,7 °C y 16,2 °C. Entre las 60 mn y 100 mn se registró *Ceratium breve* var. *parallelum* especie indicadora de AES, relacionadas a TSM entre 18,0 °C y 18,6°C (Figura 37). La comunidad de fitoplancton estuvo representada por las diatomeas *Lithodesmium undulatum*, *Eucampia zoodiacus* y *Chaetoceros lorenzianus*, especies que alcanzaron abundancias relativas de categoría "Muy Abundante", distribuidas entre las 11 y 16 mn de la costa, junto a dinoflagelados de distribución cosmopolita como *Protoberidinium depressum*, *P. divergens*, *Tripos furca*, *T. dens* y *T. fusus* siendo los más frecuentes y con abundancias relativa de categoría "Presente".

Chicama

Frente a Chicama, se determinó a *P. obtusum*, especie indicadora de ACF, que se distribuyó hasta las 15 mn de la costa, relacionado a un rango de TSM de 16,5 °C a 17,1 °C (Figura 38). Para agosto, los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,45 mL m⁻³ y 1,81 mL m⁻³ relacionados a TSM de 16,7 °C y 17,0 °C, respectivamente. La flora planctónica estuvo conformada por diatomeas neríticas del género *Coscinodiscus*, entre las que resaltaron *Coscinodiscus perforatus*, *C. centralis* y *C. granii*, por alcanzar abundancias relativas de categoría "Muy Abundante" y "Abundante". Al igual que en Paita, se presentaron los dinoflagelados de distribución cosmopolita con similar composición y abundancias relativas.

2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Paita

Frente a Paita, se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, indicador de ACF, en casi toda el área evaluada con abundancias que fluctuaron entre 3 Ind 100m⁻³ y 283 Ind 100m⁻³, mientras que los copépodos *Acartia danae*, *Inschnocalanus plumulosus* y *Oncaea conífera*, especies indicadoras de ASS se encontraron a 10, 15 y 100 mn de la costa con valores entre 3 Ind 100m⁻³ y 91 Ind 100m⁻³.

El copépodo *C. furcatus* especie indicadora de AES se localizó a 100 mn de la costa, con valor de 106 Ind 100m⁻³. Respecto al ictioplancton, los huevos de anchoveta se localizaron dentro de las 30 mn y a 100 mn con valores entre 3 huevos 100m⁻³ y 189 huevos 100m⁻³, mientras que las larvas de anchoveta se ubicaron dentro de las 30 mn con abundancias entre 1 larva 100m⁻³ y 10 larvas 100m⁻³ (Figura 39).

Chicama

Frente a Chicama en toda el área evaluada se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie indicadora de ACF, con abundancias entre 7 Ind 100m⁻³ y 20189 Ind 100m⁻³. Asimismo, se registró al pterópodo *Limacina trochiformis*, especie asociada a ASS, a las distancias de 30 mn y 45 mn de la costa, con abundancias de 14 Ind 100m⁻³ y 4 Ind 100m⁻³, respectivamente. En relación al ictioplancton, se encontraron huevos y larvas de “anchoveta”; los huevos distribuidos dentro de las 60 mn de la costa con densidades entre 1 huevo 100m⁻³ y 25 143 huevos 100m⁻³, mientras que las larvas solo se determinaron dentro de las 45 mn de la costa con abundancias entre 5 larvas 100m⁻³ y 1167 larvas 100m⁻³ (Figura 40).

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

La segunda temporada de pesca de anchoveta 2019 en la región sur del Perú se inició el 01 de agosto, otorgando una cuota de pesca de 540 mil toneladas. Al 10 de septiembre la flota industrial de cerco solo desembarcó 2843 toneladas, correspondiente al 0,53% de la cuota otorgada. La baja captura estaría asociada a la dinámica de la flota industrial de cerco en el sur, la cual encuentra menos accesible al recurso debido a que este se encontraría replegado hacia la costa.

Las capturas ocurridas en agosto entre los 16°S a 18°S se registraron asociadas a una anomalía promedio de TSM de -0.21°C, ACF y aguas de mezcla con valores de salinidad entre 35,0 y 35,1 ups. La anchoveta se distribuyó desde Ático (16°S) hasta el extremo sur (18°S) dentro de las 30 mn, registrando cardúmenes dispersos, con mayores capturas entre Mollendo (16°S) a Morro Sama (18°S). La estructura de tallas presentó un rango de 7,5 cm a 15,5 cm, moda principal en 12,5 cm y moda secundaria en 9,5 cm de longitud total. Asimismo, se reportó presencia de juveniles en un 30% en promedio (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 agosto, indican que el recurso continúa con los procesos de maduración gonadal y desove, mientras que, el contenido graso (CG) disminuyó con respecto a julio, reflejando un alto gasto energético relacionado con su condición reproductiva (Figura 42).

3.2. Especies Indicadoras

Durante el desarrollo de las secciones oceanográficas de monitoreo (21 – 25 de agosto), se observaron especies oceánicas como “el Perico” y “el Bonito” por fuera de las 50 mn frente a Pimentel. (Figura 43).

3.3. Avistamiento de aves marinas

En relación al avistamiento de depredadores superiores, se registró a las aves guaneras (guanay, piquero y pelícano) replegadas en el litoral costero de Chicama y Chimbote, mientras que las aves migratorias como *Phoebastria irrorata* “Albatros de las Galápagos”, que habita en la zona ecuatorial (Islas Galápagos), y la especie *Procellaria aequinoctialis* “petrel barba blanca”, que presenta una amplia distribución, fueron registradas frente a Salaverry (Figura 44).

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, agosto 2019) indican una condición neutra del ENSO entre fines del año 2019 e inicios del año 2020 (Figura 45 y 46).

Espacialmente, para el trimestre NDE 2019-2020, para el Pacífico ecuatorial central y la región EN 1+2, los modelos ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model), CFSv2 (Coupled Forecast System model de la NOAA), y NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA), pronostican condiciones neutras (climatológicas). Además, para el mismo periodo, en la región costera frente a Perú, los tres modelos mencionados también pronostican condiciones neutras, aunque el modelo CFSv2 pronostica anomalías negativas (-0,5 °C - -0,25 °C) frente a la costa central pero dentro del rango neutral (Figura 46).

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), una onda Kelvin fría (modo 1) se generó debido a las anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial central entre julio y agosto 2019 y llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental entre agosto y setiembre 2019. Las mismas anomalías de los vientos alisios observadas en el Pacífico ecuatorial central en agosto 2019, generaron otra onda Kelvin fría (modo 2) que llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental entre setiembre y octubre 2019 (Figura 47).

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 una condición neutra de setiembre a diciembre del 2019. Además, estos modelos continúan mostrando una tendencia descendente desde fines del verano del 2019, en correspondencia con los valores observados (Figuras 48 y 49).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico ecuatorial oriental las condiciones térmicas mostraron anomalías negativas, mientras que en el Pacífico central las anomalías positivas tendieron a debilitarse. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó ubicado más de 600 millas al este de su posición normal y con una intensidad mayor a su valor climatológico en 0,8 hPa. El campo de presión a nivel del mar frente a la costa peruana presentó condiciones normales.
- En la capa sub-superficial del Pacífico ecuatorial (300 m), el contenido de calor presentó un descenso, reflejado en una anomalía térmica integrada de $-0,1$ °C.
- Durante casi todo el mes el viento costero exhibió anomalías negativas entre los 3°S y 7°S, con excepción de la segunda semana donde se presentaron anomalías positivas ($2-3$ m s⁻¹) a lo largo de la costa. Al sur de Paita se registraron anomalías del noroeste, mientras que, al norte, predominaron anomalías del norte.
- El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, perdió intensidad y persistencia en la segunda quincena y principalmente entre los 08°S y 13°S, disminuyendo significativamente en la última semana al sur de Paita, a valores inferiores a 200 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ del índice de afloramiento costero (IAC)
- La actividad de mesoescala fue similar a la de julio en términos de número de remolinos detectados, presentándose más remolinos ciclónicos que anticiclónicos. El radio y la energía cinética diarias oscilaron entre 55 - 80 km y 70 - 210 cm² s⁻², respectivamente, siendo estos valores en promedio, menores a los observados en julio.
- Dentro de las 60 mn, la zona con anomalías negativas de TSM de -1 °C se expandió de norte a sur hasta los 16°S (Atico), aunque se evidenció una disminución de la cobertura espacial de estas anomalías negativas a finales del mes. Al sur de los 16°S las condiciones térmicas superficiales se presentaron dentro del rango normal.
- Frente a Paita y Chicama, se registraron anomalías térmicas negativas en la capa superficial dentro de las 55 mn y a 60 – 100 mn, respectivamente, asociado al paso de una onda Kelvin fría, a mayor profundidad hasta los 500 m la temperatura mostró valores de acuerdo a su estacionalidad. La salinidad frente a Paita y Chicama indicó la presencia de aguas de mezcla ACF-ASS, sobre los 50 m, lo cual es normal para la época, y una superficialización de la iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹, respecto a julio. Además, se observó un predominio de flujos geostroficados hacia el norte en la zona costera y flujos geostroficados hacia el sur en la zona más oceánica, para ambas secciones.
- Las estaciones fijas costeras mostraron un ascenso de las isoterms. En Paita, Chicama y Callao se observó el desarrollo de anomalías térmicas negativas en la columna de agua (<100 m) durante la primera quincena del mes, asociado al paso de la onda Kelvin fría. En las estaciones fijas de Paita y Chicama se registró el predominio de aguas de mezcla ASS-ACF. En Callao, Atico e Ilo se observó la presencia de ACF durante todo el período.

- La concentración de clorofila-a a lo largo de la costa presentó valores predominantes de $\sim 1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 30 mn; sin embargo, al sur de los 16°S se observaron valores mayores a $3 \mu\text{g L}^{-1}$. Las concentraciones correspondieron en general al rango normal, con núcleos de anomalía negativas $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ frente Pisco, así como de anomalías positivas entre $+1 \mu\text{g L}^{-1}$ y $+2 \mu\text{g L}^{-1}$ al sur de los 16°S .
- Los índices reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro indicaron que los procesos de maduración gonadal y desove se encontraron dentro del patrón histórico.
- Según el modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE, dos ondas Kelvin frías de modo 1 y 2 alcanzarían el extremo del Pacífico ecuatorial oriental entre agosto y setiembre y entre setiembre y octubre 2019, respectivamente.
- Para el trimestre NDE 2019-2020, los modelos climáticos internacionales pronostican predominio de condiciones neutras en la región Niño 3.4 y Niño 1+2. A su vez, los pronósticos del ITCP en base al modelo estadístico y al modelo acoplado que emplea el IMARPE indicaron condiciones neutras de setiembre a diciembre 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.
- Bleck, R., 2002: An oceanic general circulation model framed in hybrid isopycnic-Cartesian coordinates. *Ocean Modeling*, 4, 55-88.
- Chaigneau, A., G. Arnaud Gizolme and C. Grados (2008), Mesoscale eddies off Peru in altimeter records: Identification algorithms and eddy spatio-temporal patterns, *Prog. Oceanogr.*, 79, 106-119, doi:10.1016/j.pocean.2008.10.013.
- Correa D., G. Luque, C. Grados, D. Quispe, C. Paulino (2016). Vigilancia y Pronóstico a Corto Plazo del Viento Frente al Litoral Peruano en Base a Información Satelital y el Modelo GFS. Poster CONCIMAR 2016.
- 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 a. Comunicado Oficial ENFEN, N°.12 -2019, septiembre de 2019.
- Grados, C., Chaigneau, A., Echevin, V., Domínguez, N. 2018. Upper ocean hydrology of the Northern Humboldt Current System at seasonal, interannual and interdecadal scales. *Progress in Oceanography* 165 (2018) 123–144.
- Halo, I., P. Penven, B. Backeberg, I. Ansorge, F. Shillington and R. Roman, 2014, Mesoscale eddy variability in the southern extension of the East Madagascar Current: Seasonal cycle, energy conversion terms, and eddy mean properties, *J. Geophys. Res. Oceans*, 119, 7324 – 7356, doi:[10.1002/2014JC009820](https://doi.org/10.1002/2014JC009820).
- 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]
- O'Reilly J E, Maritorena S, Mitchell B G, Siegel D A, Carder K L, Garver S A, Kharu M, McClain C. 1998. Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. *J. Geophys. Res.*, 103, C11, 24,937-24,953, doi: 10.1029/98JC02160.
- 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 - agosto 2019.

Estación	TSM Jul. (°C)	TSM Ago. (°C)	ATSM Ago. (°C)
Tumbes	26,16	24,78	-0,02
Paita	17,46	16,90	-0,10
San José	17,39	17,14	-1,66
Chicama	16,57	16,00	-0,30
Huanchaco	16,49	15,95	-0,35
Chimbote	17,88	17,32	-1,18
Huacho	15,32	14,83	-1,17
Callao	15,72	14,97	-0,73
Pisco	18,08	18,34	0,24
Ilo	15,18	14,83	-0,17

8. FIGURAS

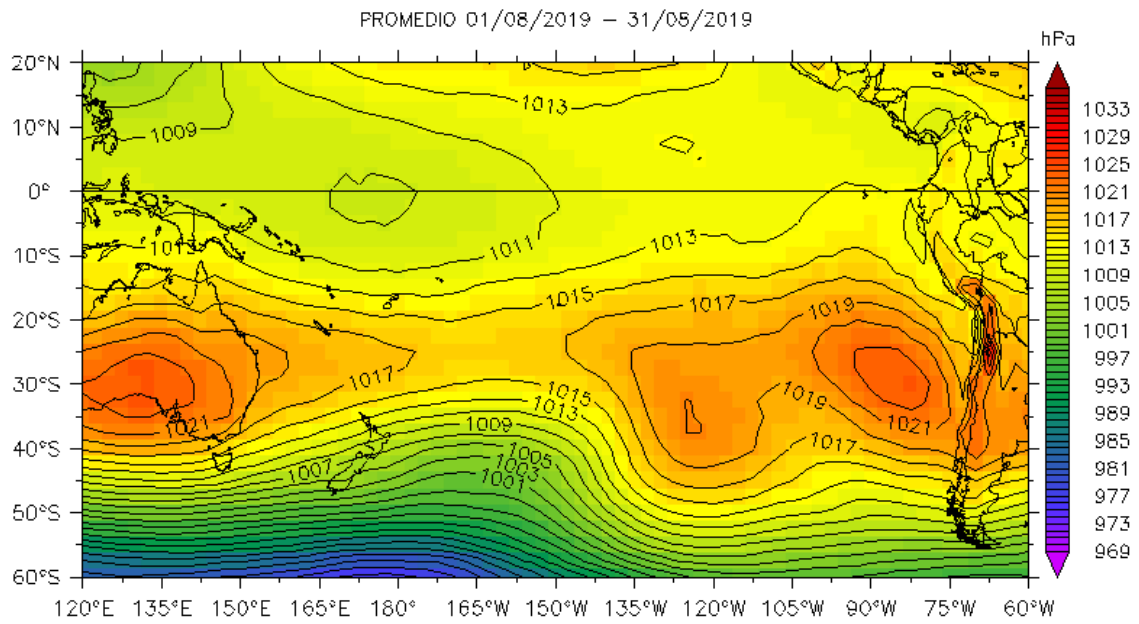
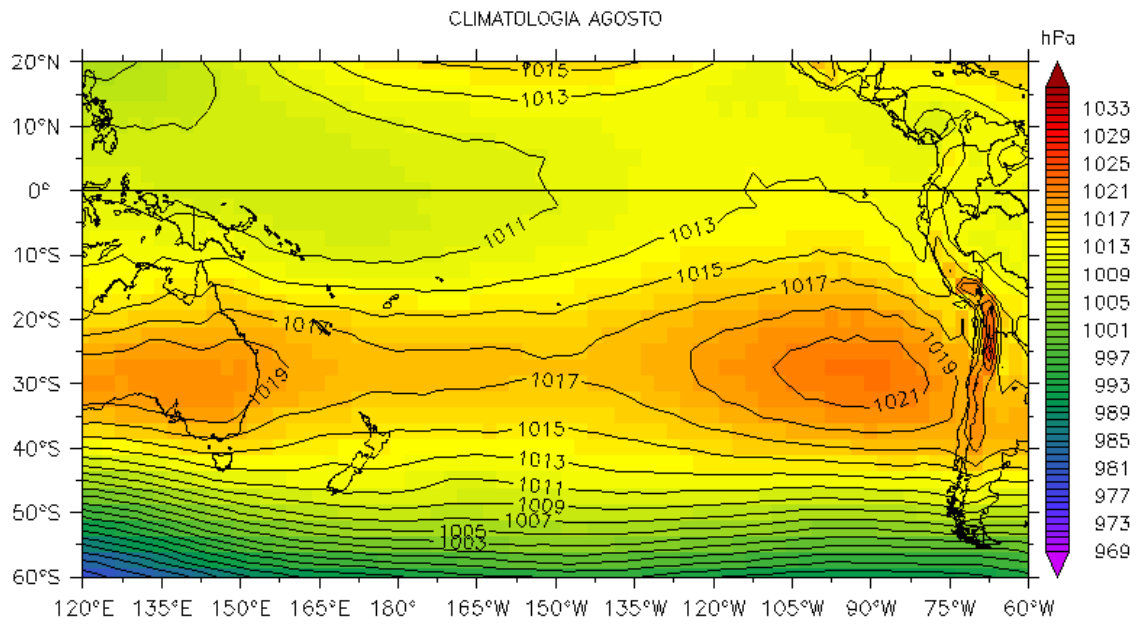


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 agosto, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

a)



b)

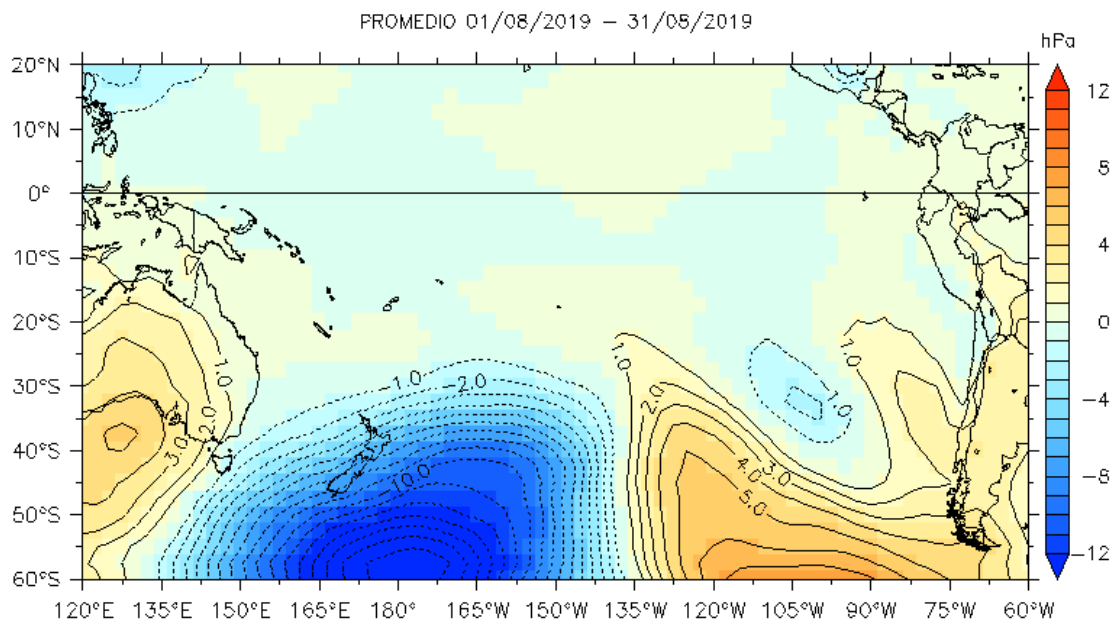


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de agosto 2019. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

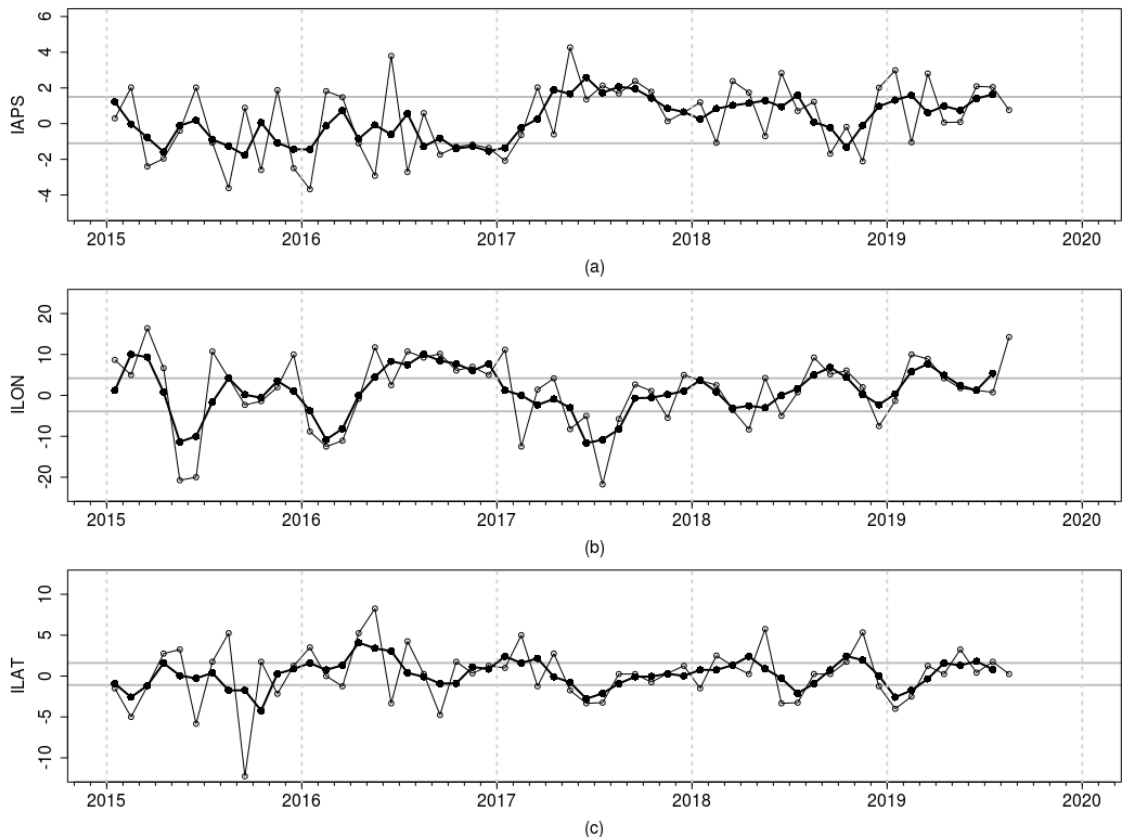


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre AMJ 2019 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2015 – agosto 2019.

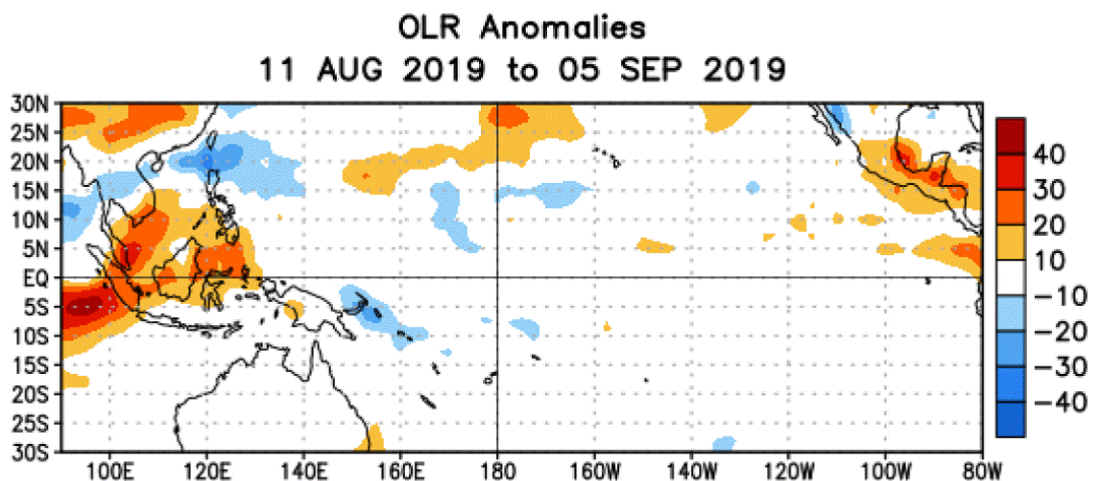


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de agosto de 2019. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

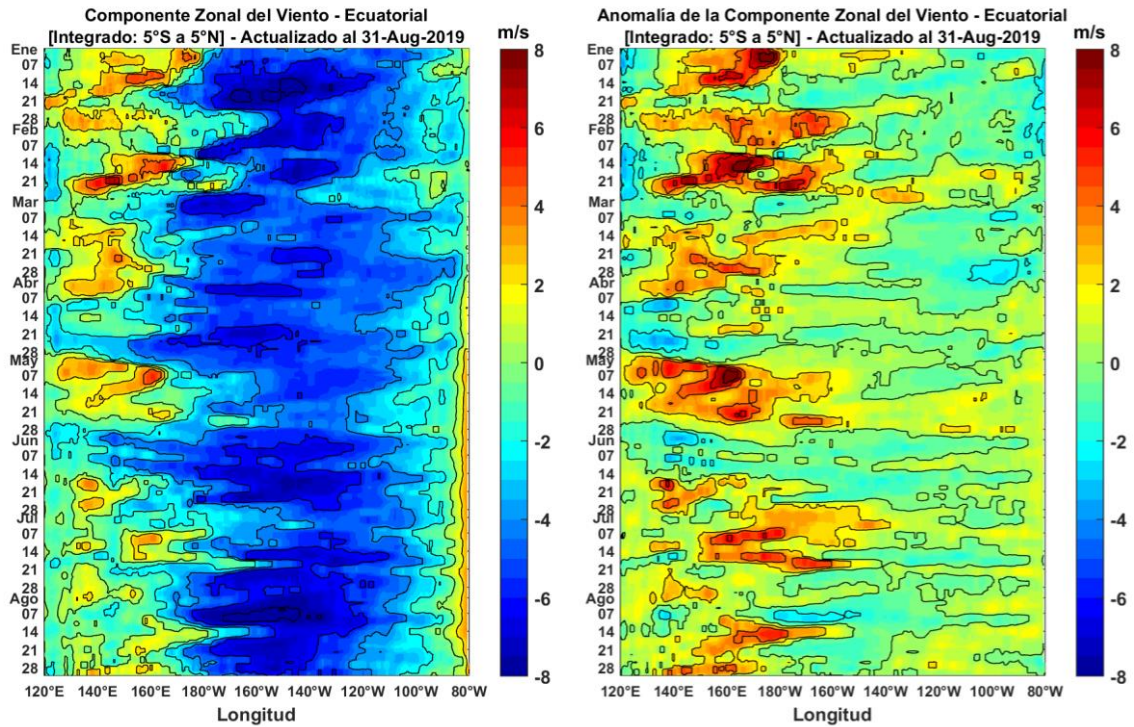


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/08/2019.

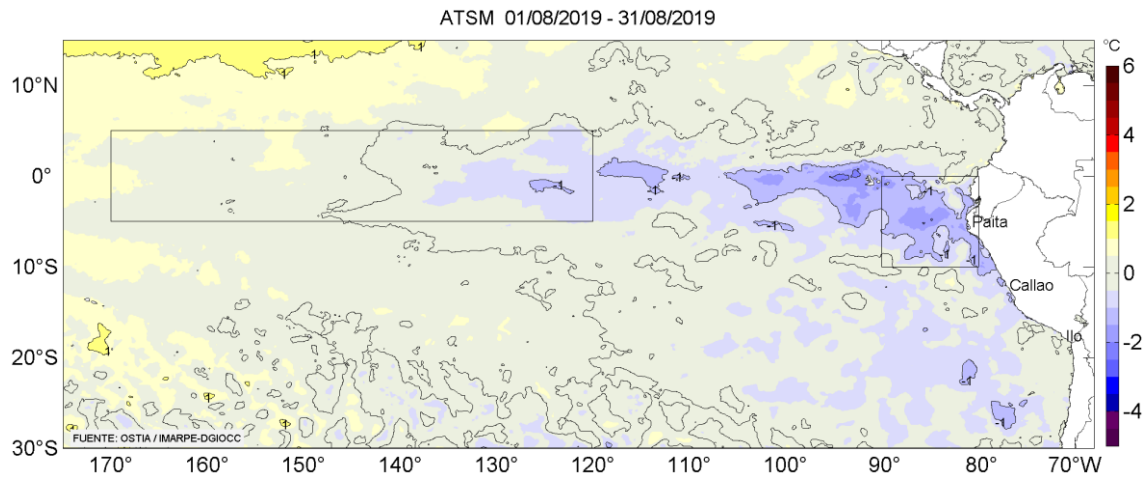


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de agosto 2019. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

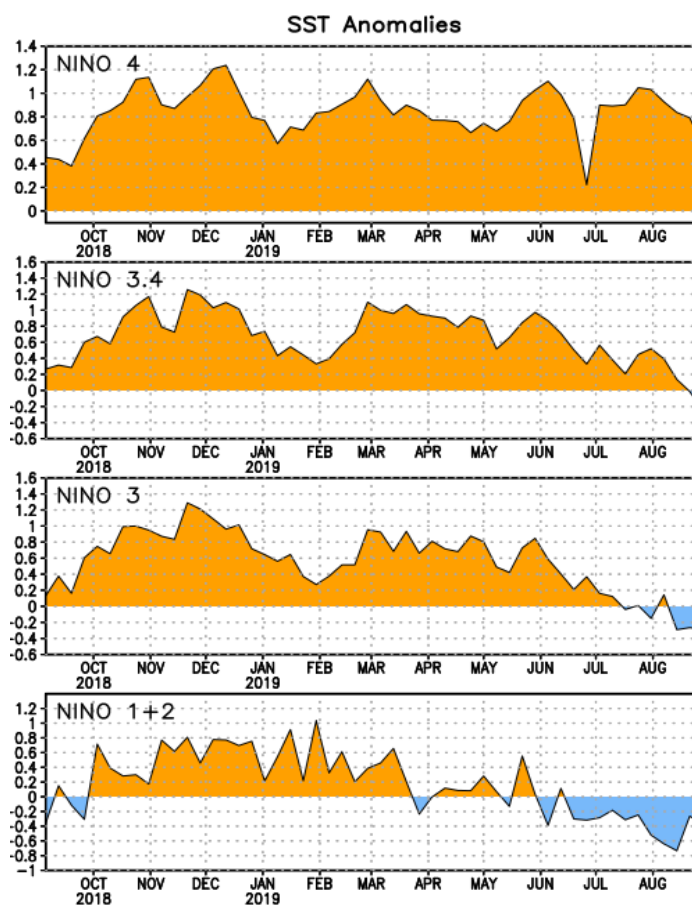


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de agosto del 2019. Fuente CPC/NOAA.

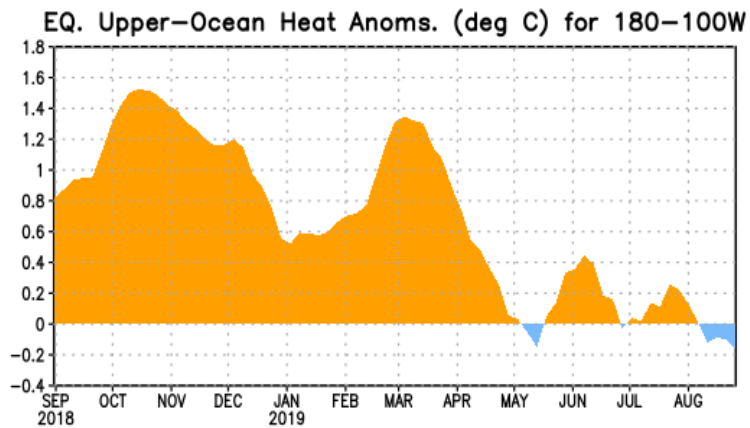


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

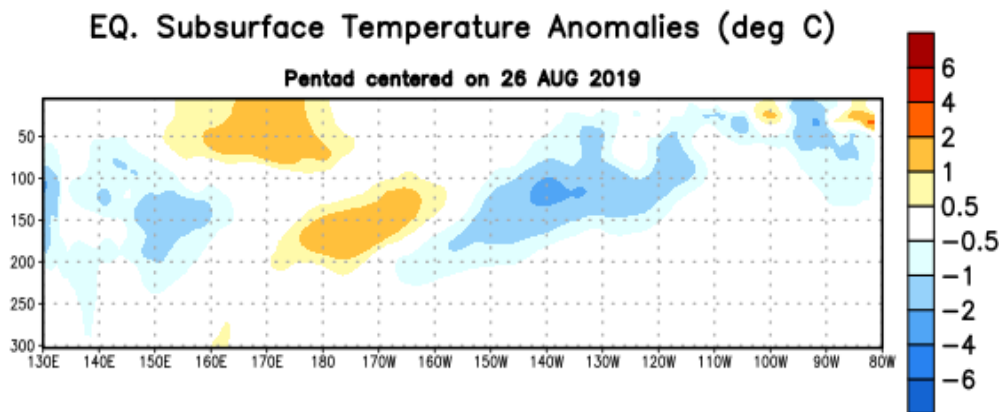


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 26 de agosto del 2019. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

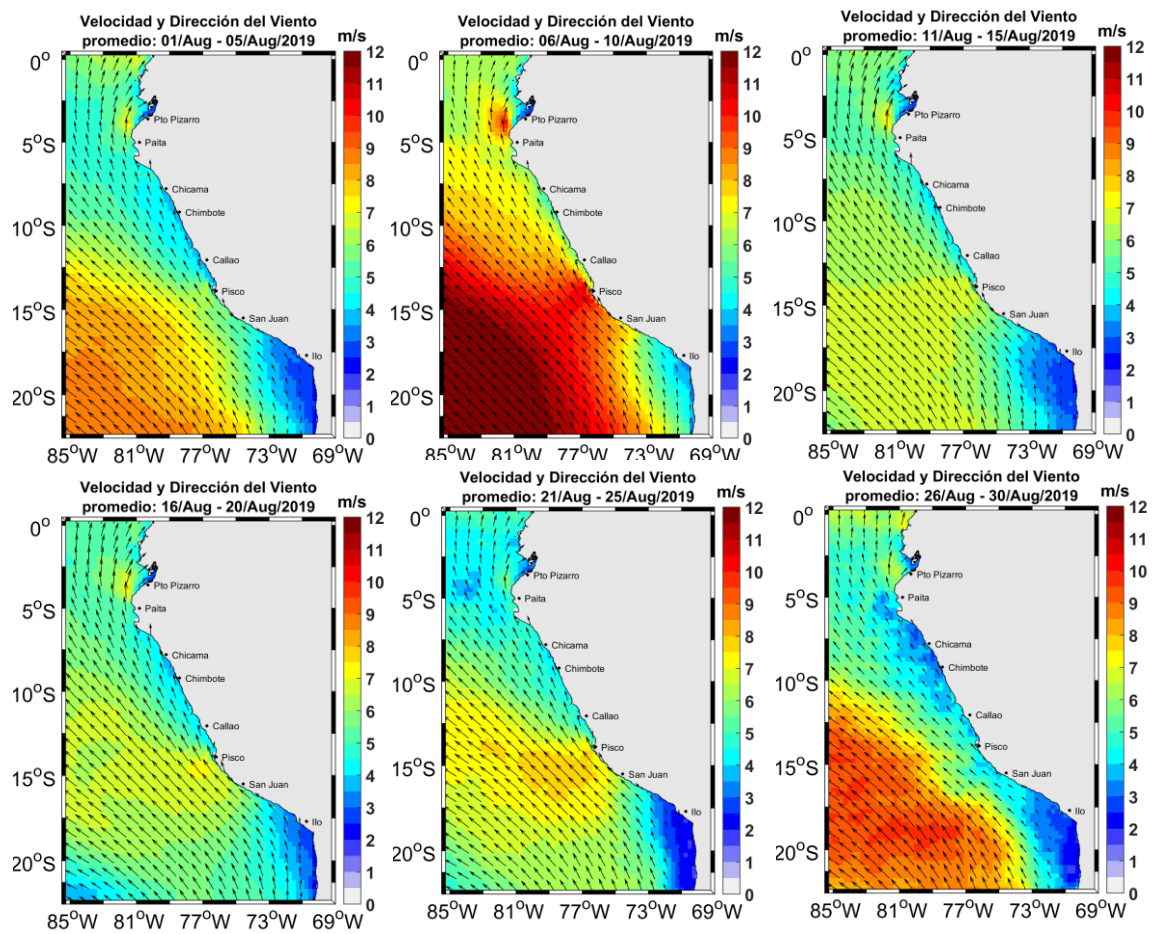


Figura 10. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2019. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 31/08/2019.

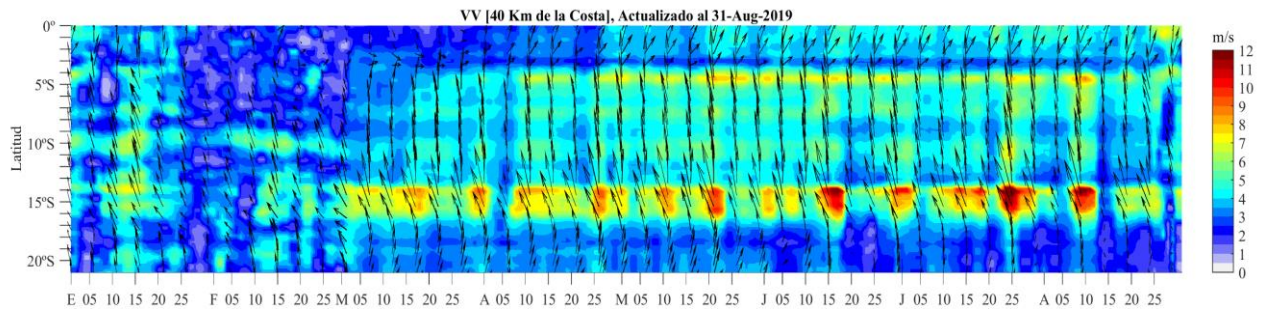


Figura 11. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/08/2019.

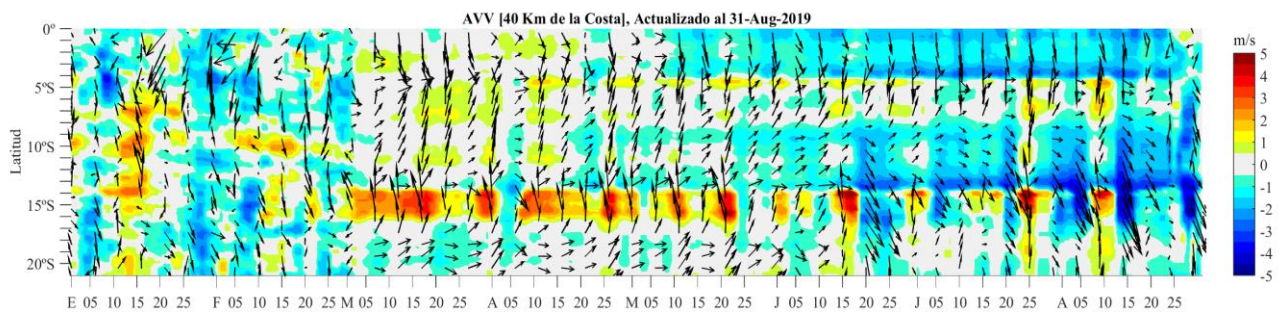


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT y productos del producto COPERNICUS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/08/2019.

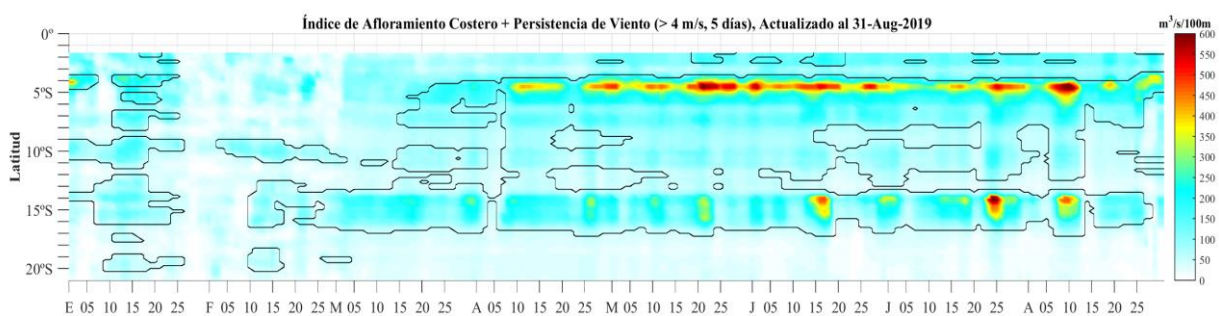


Figura 13. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad diciembre a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 31/08/2019.

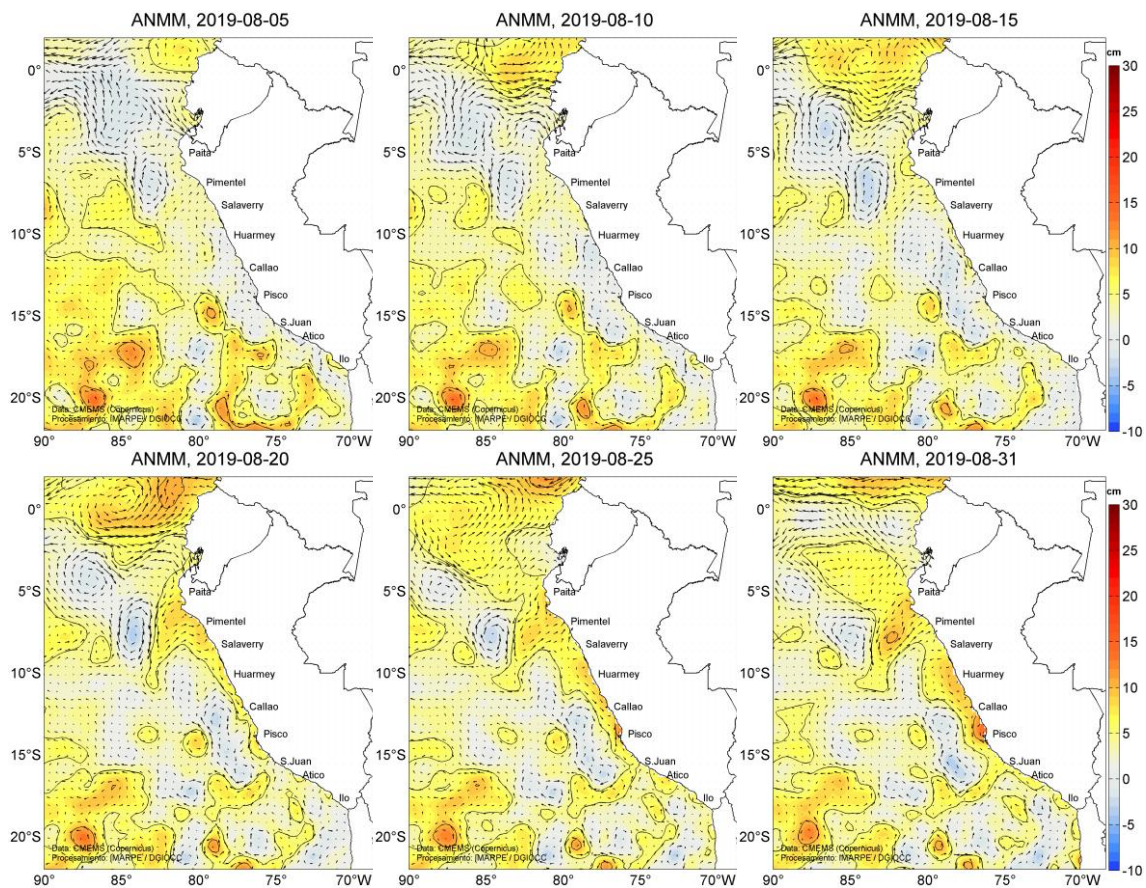


Figura 14. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y flujos geostroficados, cada cinco días para el mes de agosto de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

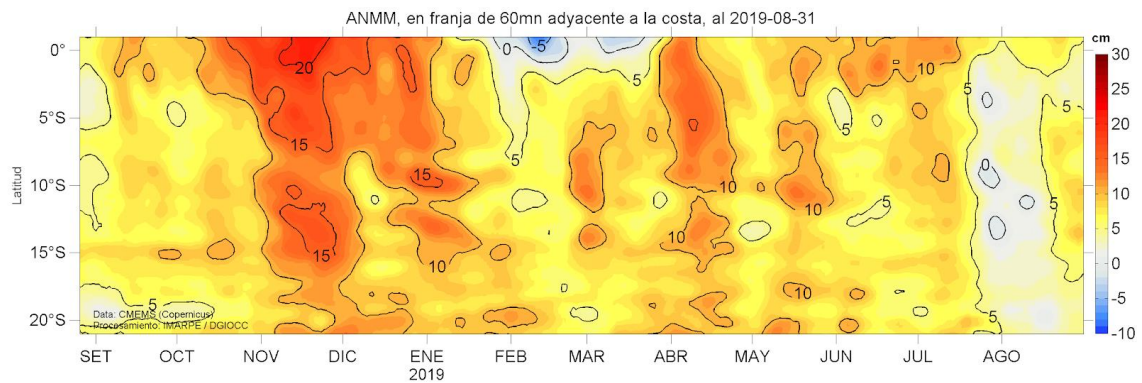


Figura 15. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 31 de agosto del 2019, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

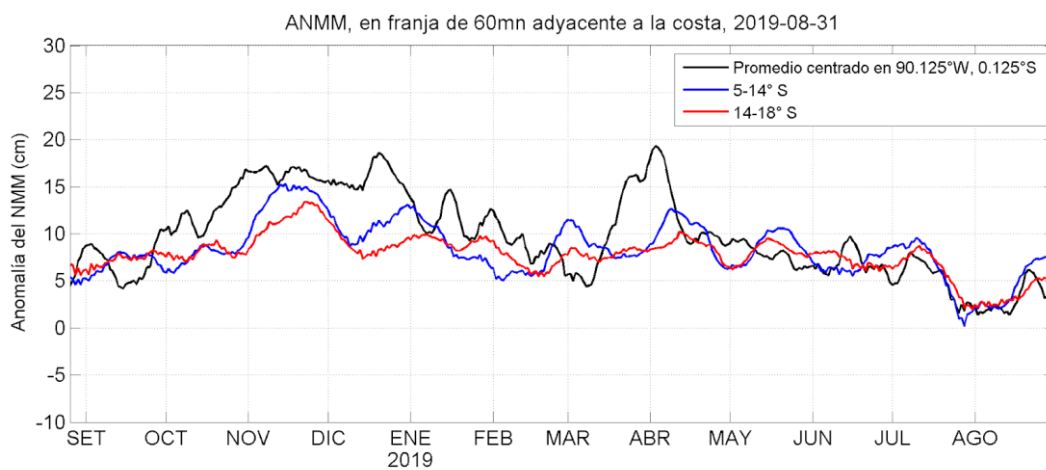


Figura 16. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de agosto del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

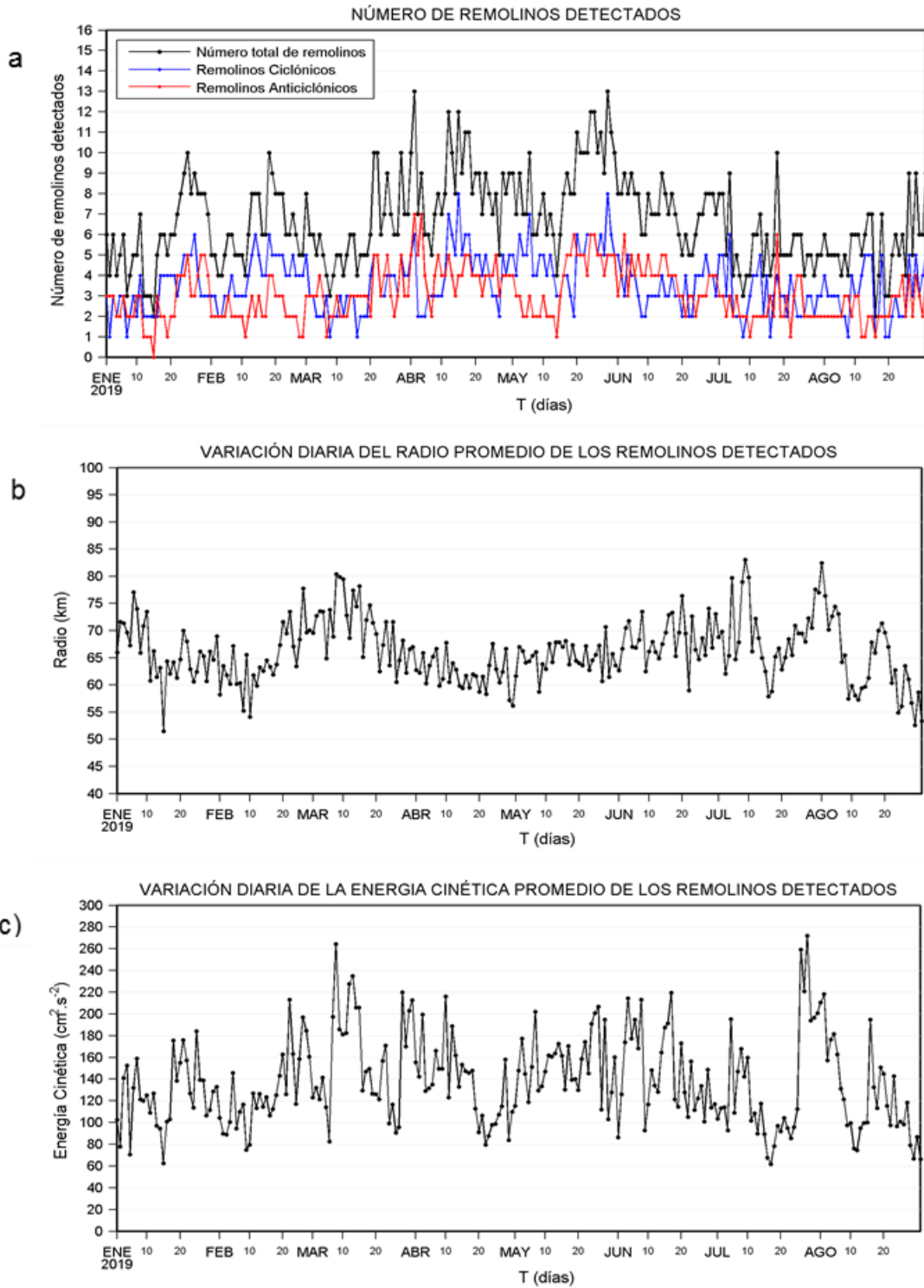


Figura 17. Variación diaria del a) número de remolinos detectados, b) radio promedio y c) la energía cinética promedio, en la zona costera del Perú [70°-84°W, 3°-18°S], desde enero hasta agosto del 2019. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

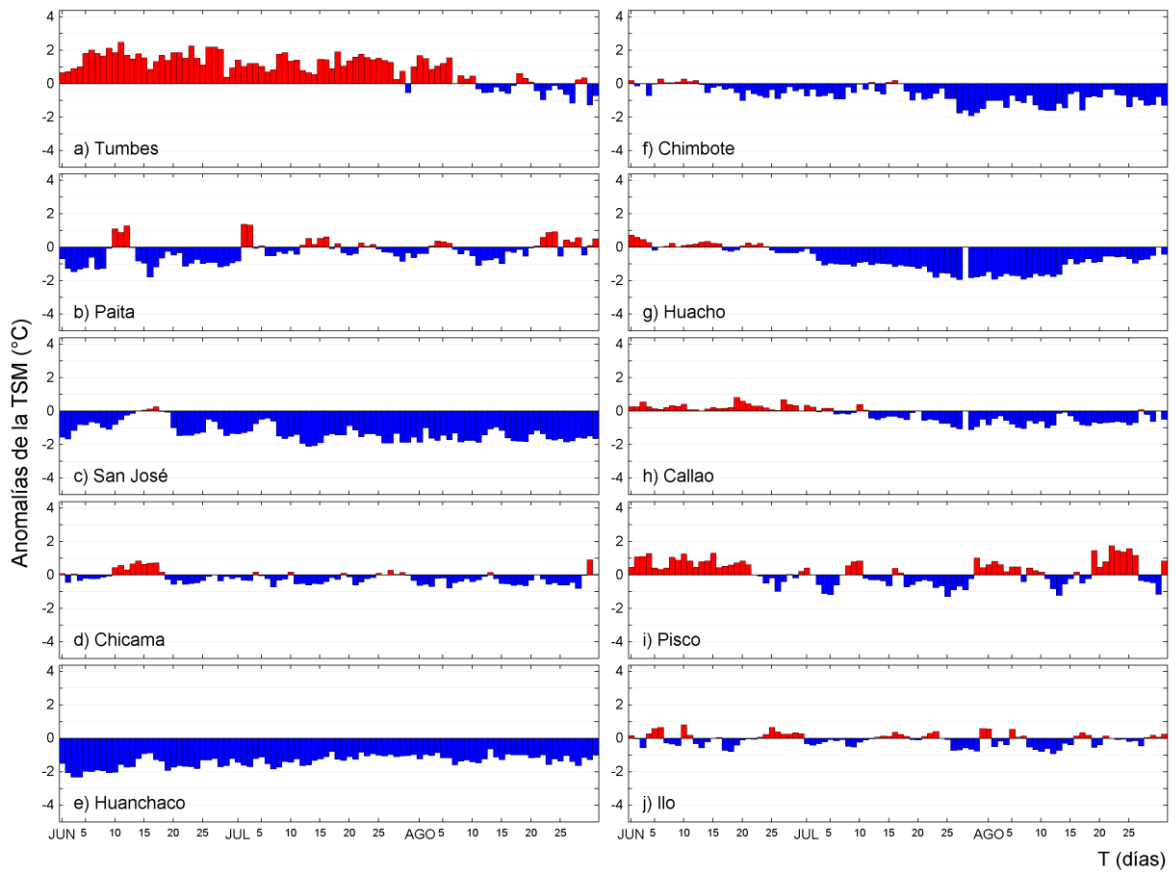


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

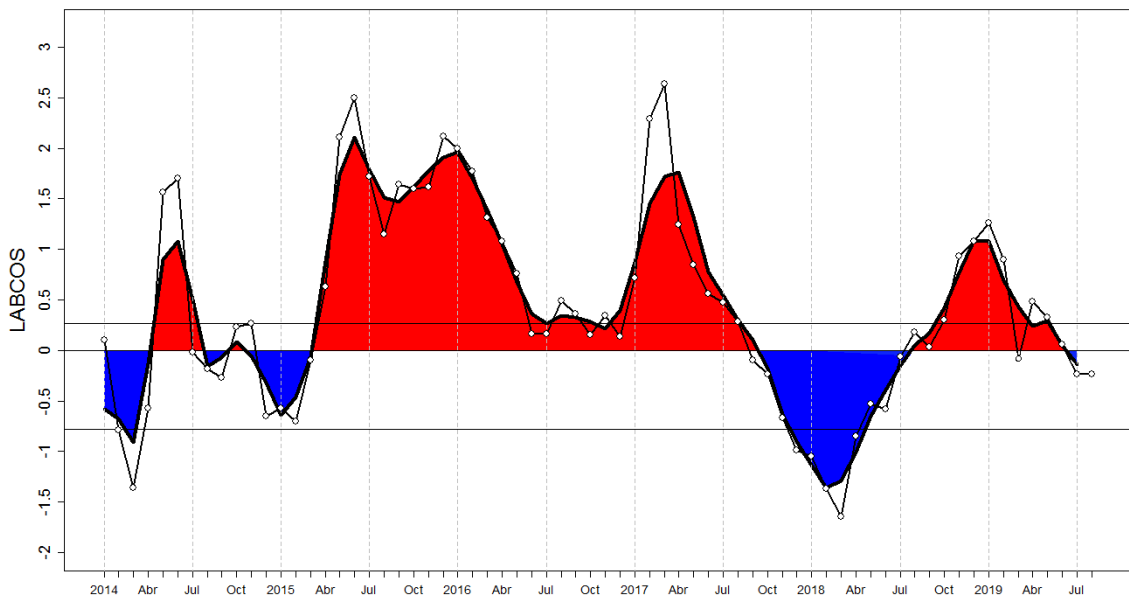


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - agosto 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

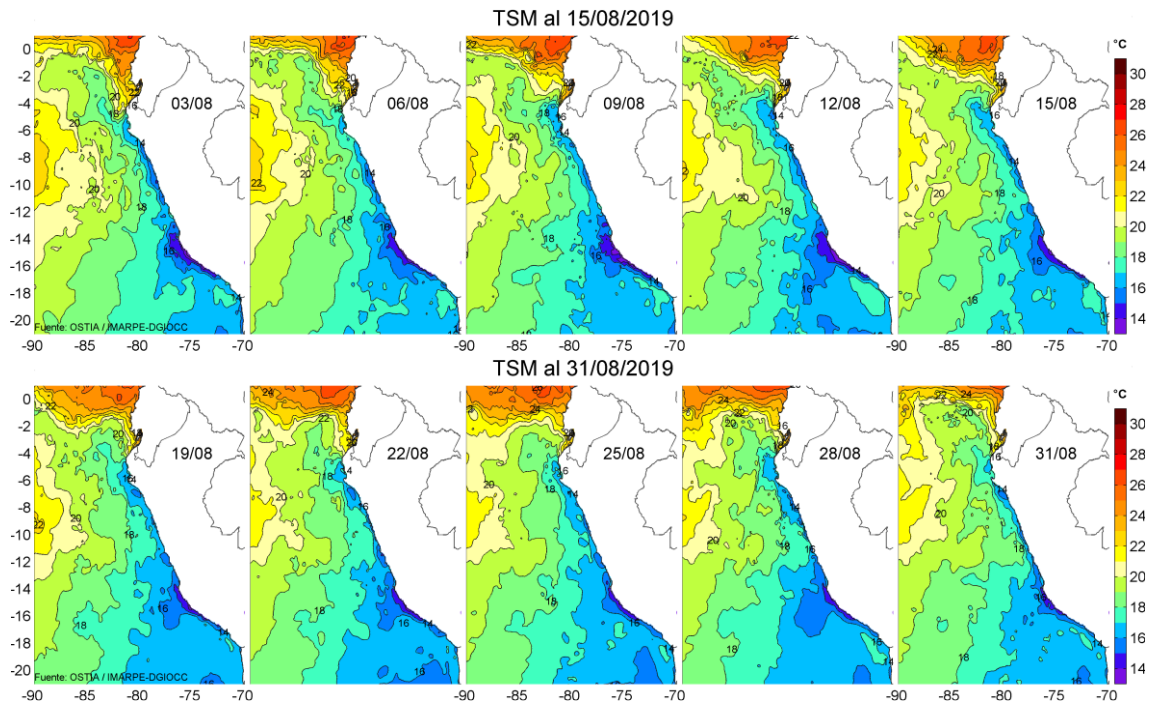


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante agosto del 2019. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

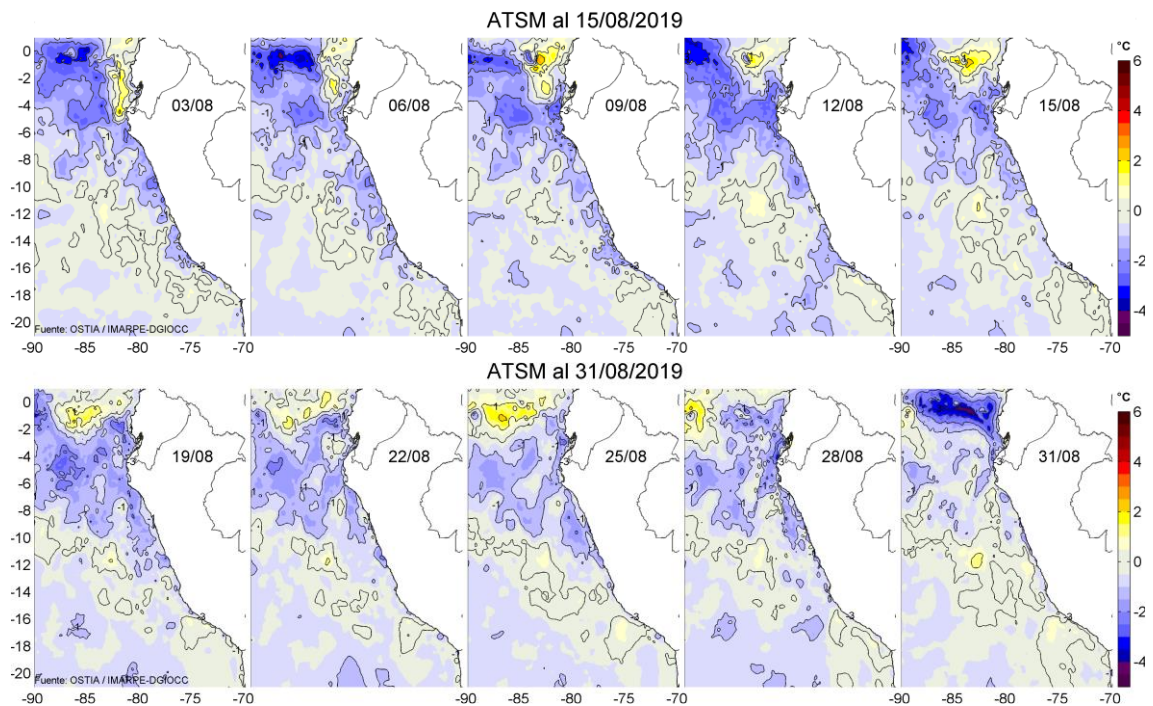


Figura 21. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante agosto del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

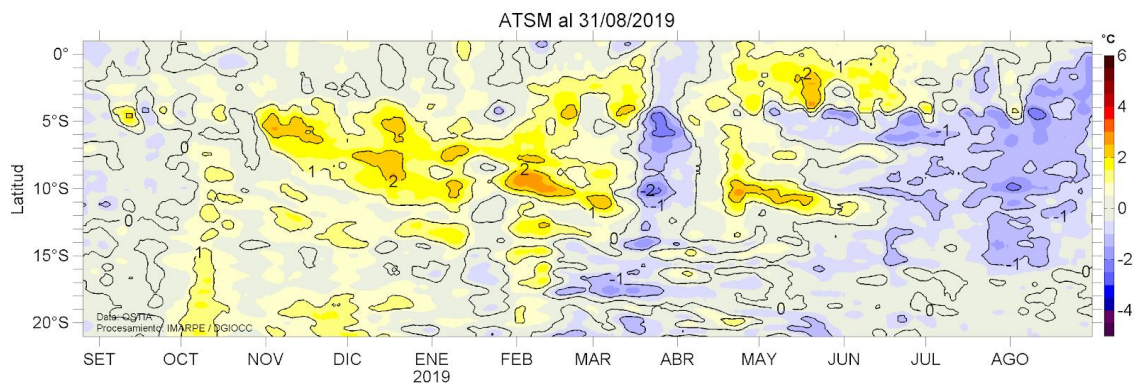


Figura 22. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 31 de agosto del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

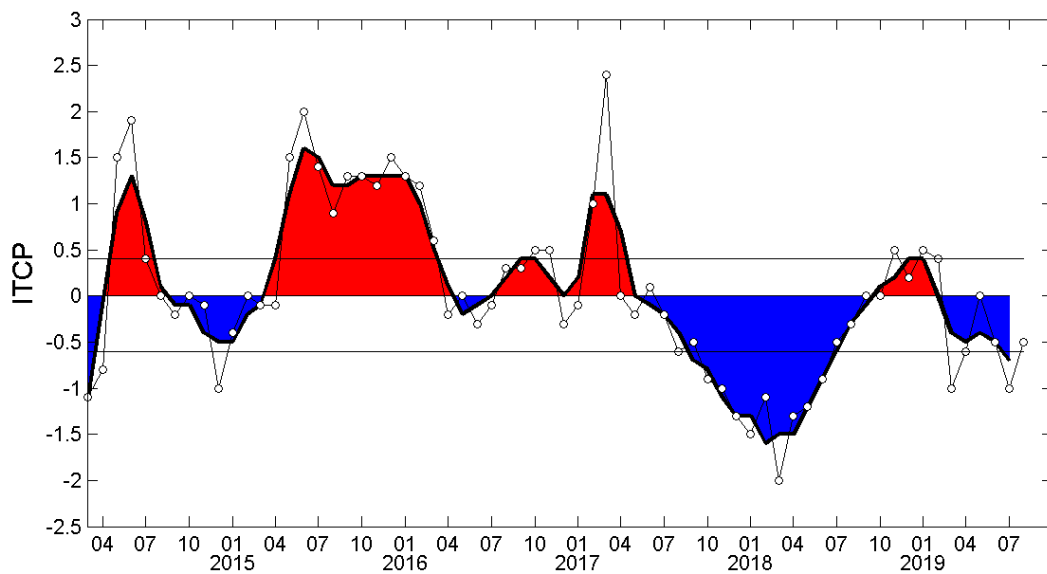


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre MJJ 2019. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

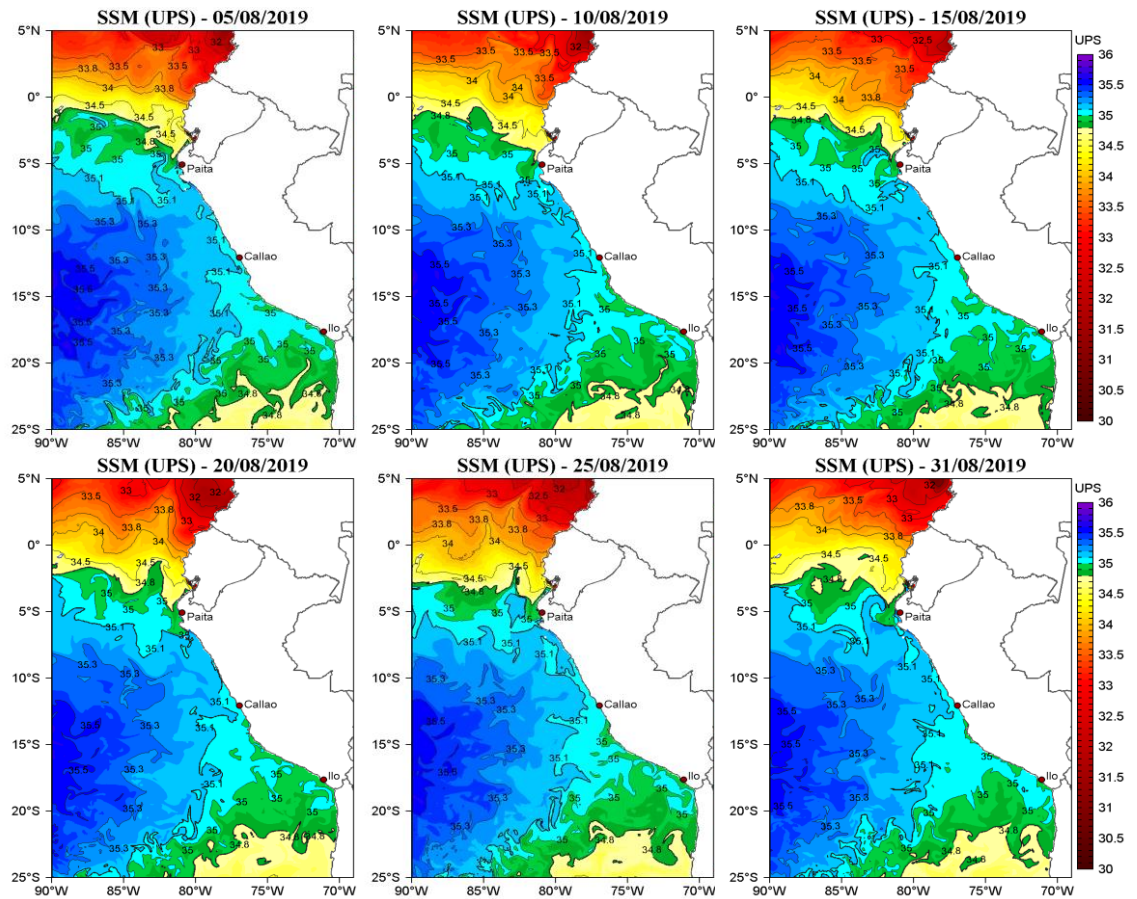


Figura 24. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de agosto del 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIICC-IMARPE.

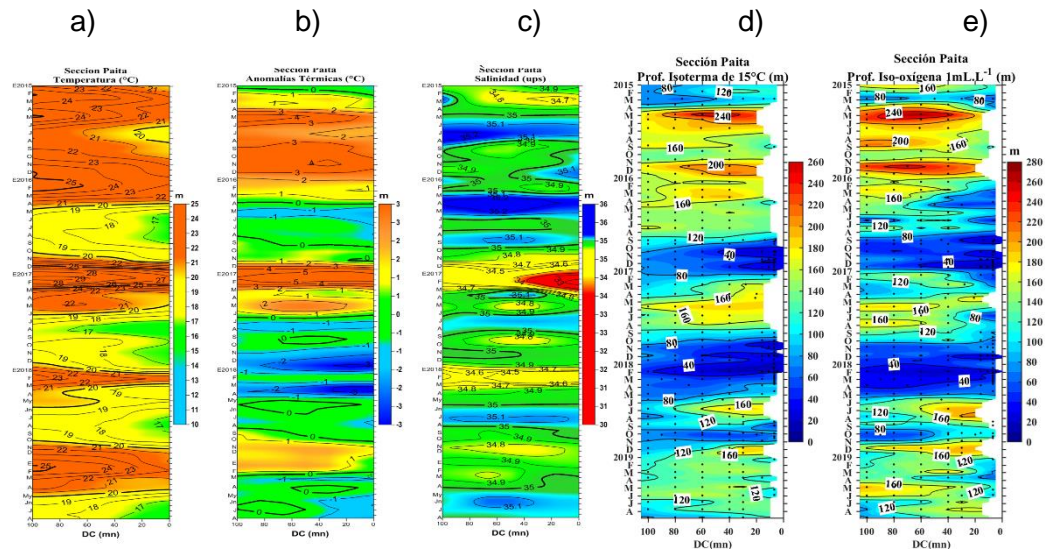


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta agosto del 2019.

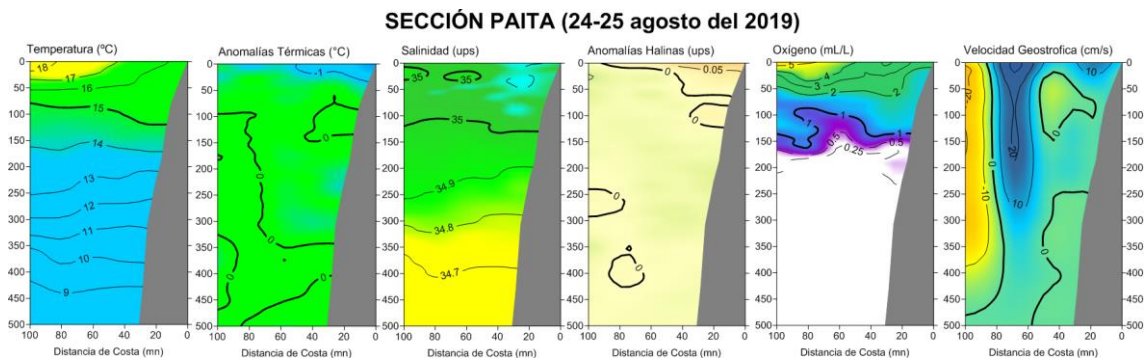


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 - 25 de agosto de 2019. Fuente: IMARPE.

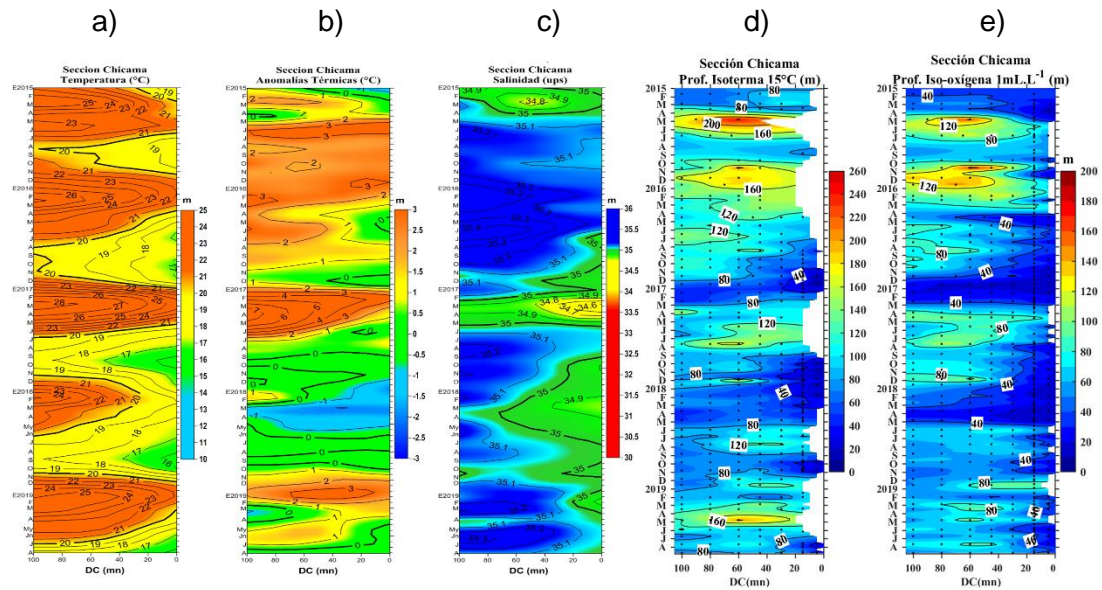


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta agosto de 2019.

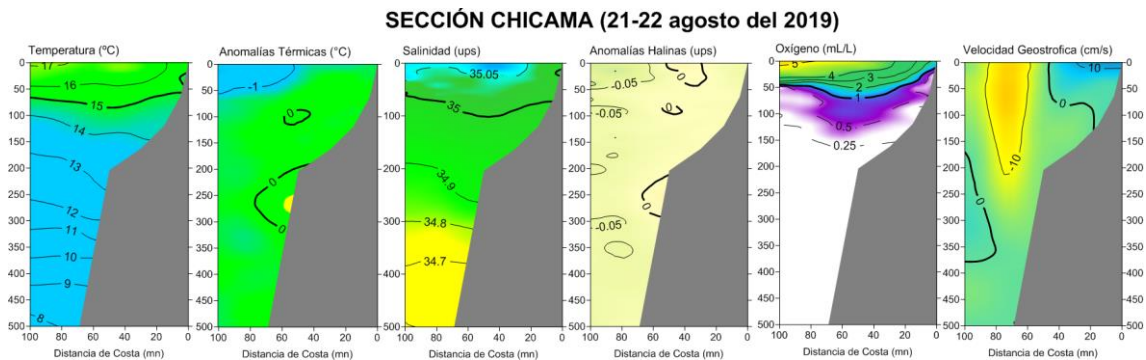


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalia de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalia de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 21 - 22 de agosto de 2019. Fuente: IMARPE.

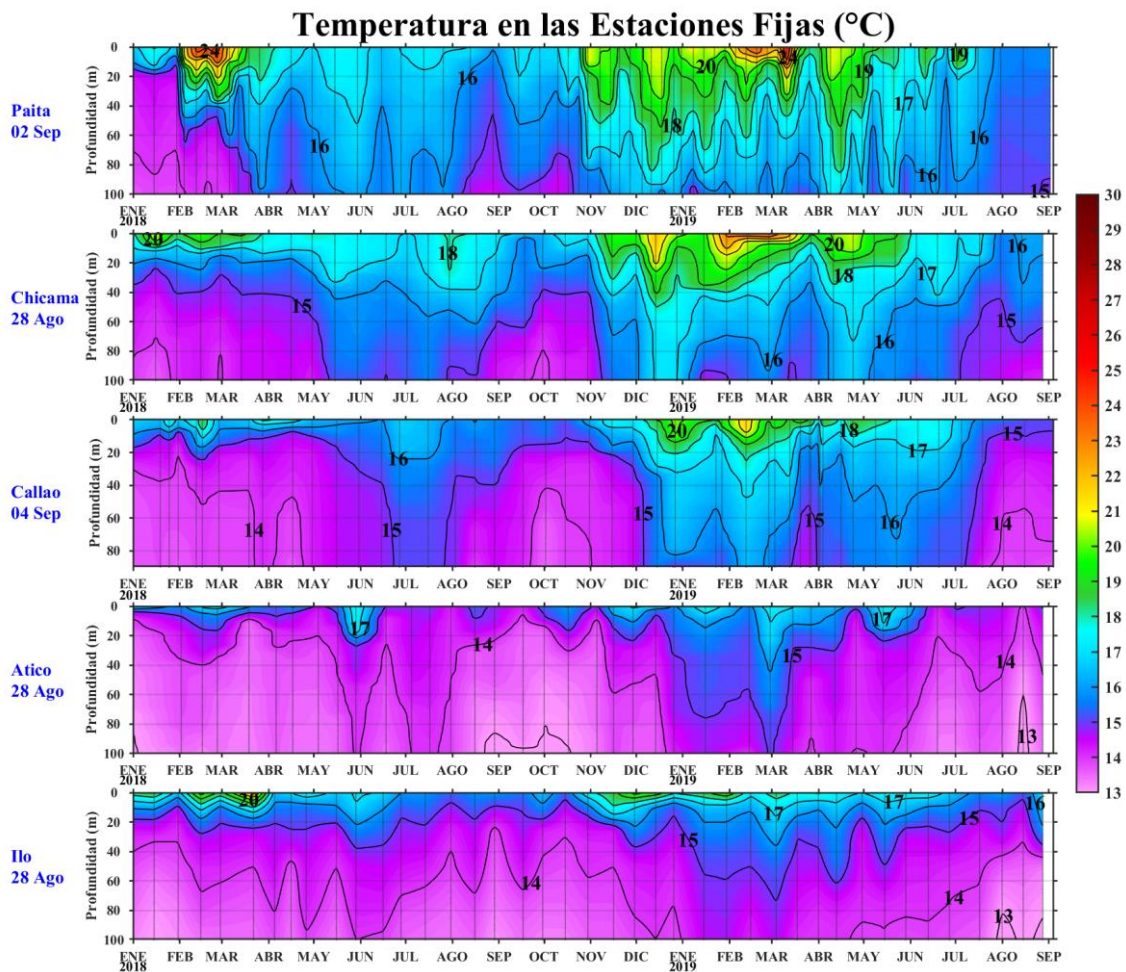


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2018 a agosto de 2019.

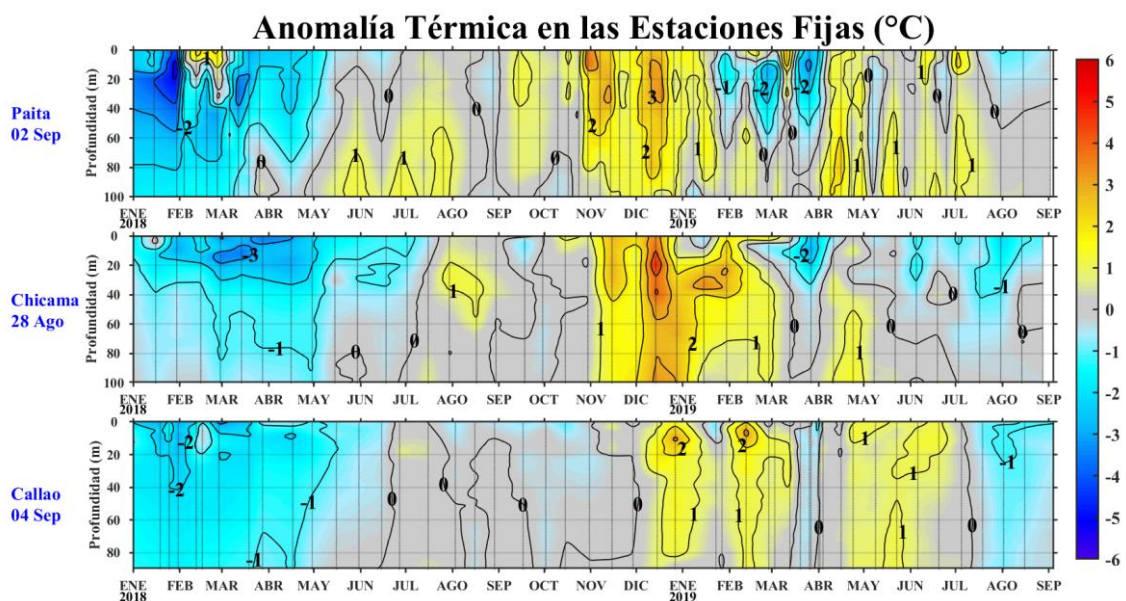


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao de enero de 2018 a agosto de 2019.

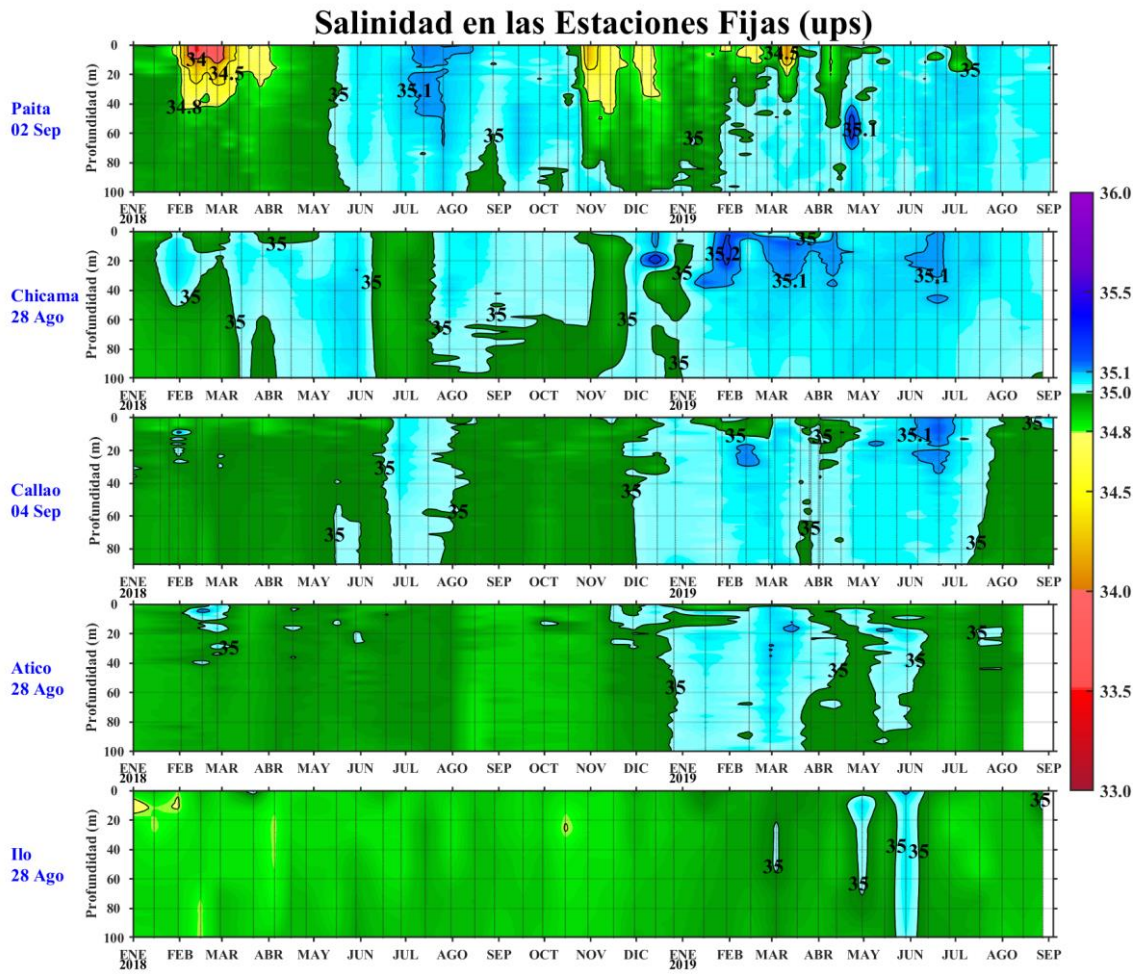


Figura 31. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en los Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2018 a agosto de 2019.

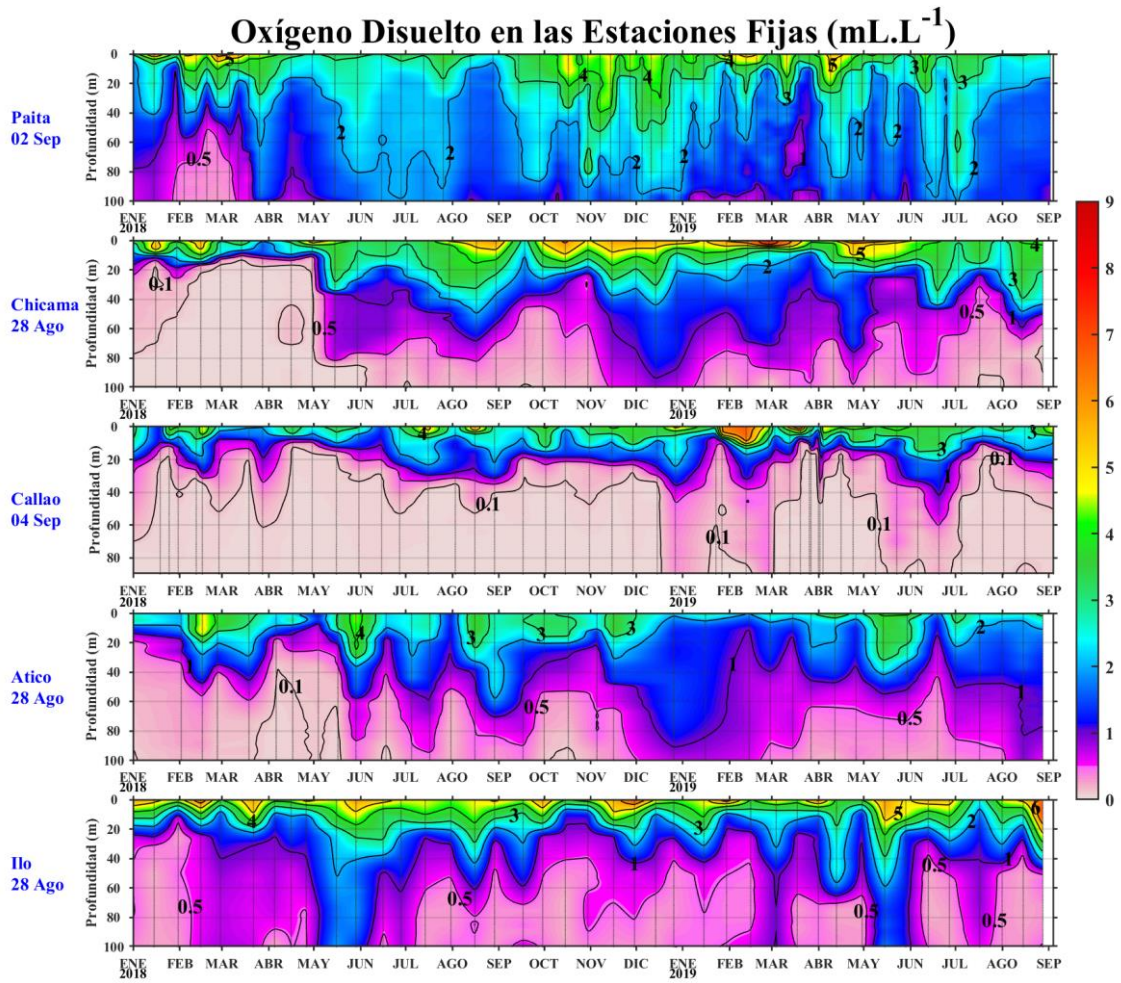


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2018 a agosto de 2019.

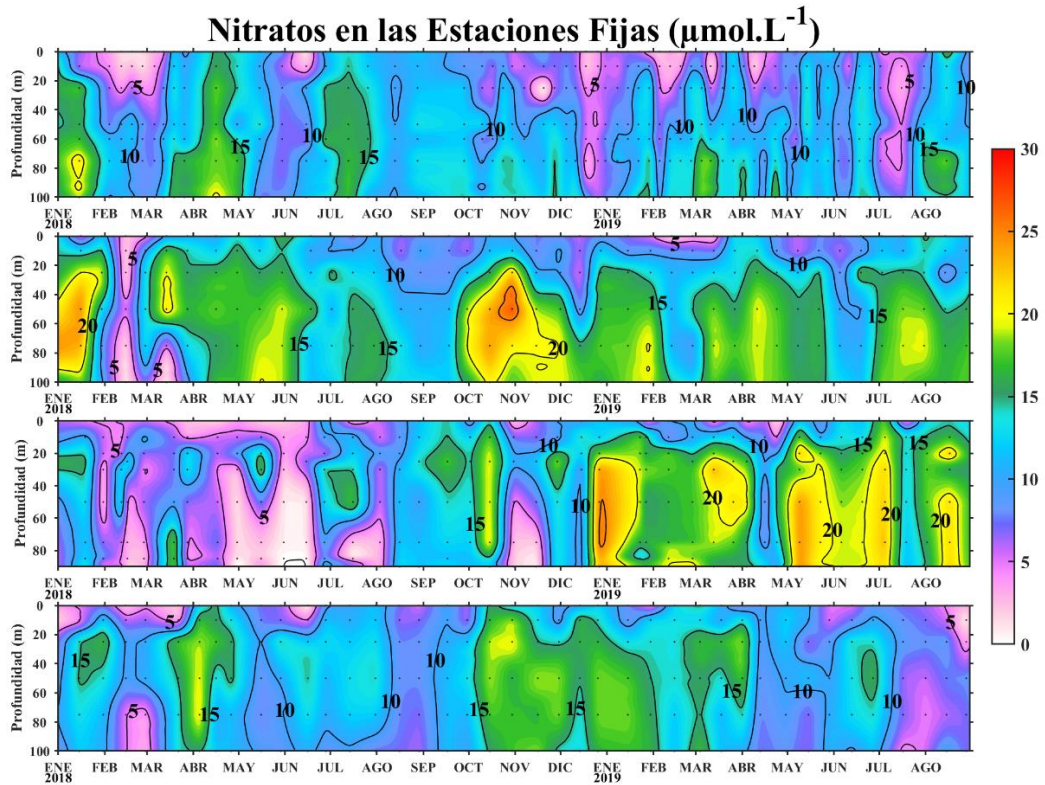


Figura 33. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas: a) Paita, b) Chicama, c) Callao y d) Ilo de IMARPE entre enero 2018 a agosto 2019.

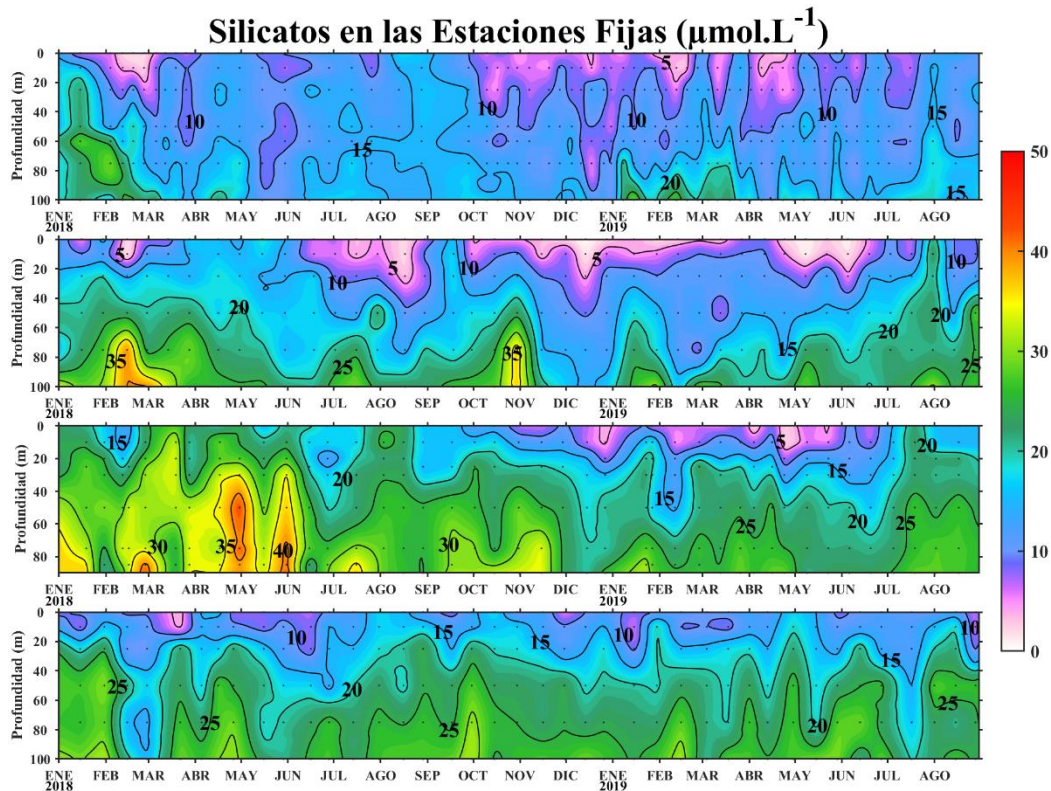


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas: a) Paita, b) Chicama, c) Callao y d) Ilo de IMARPE entre enero 2018 a agosto 2019.

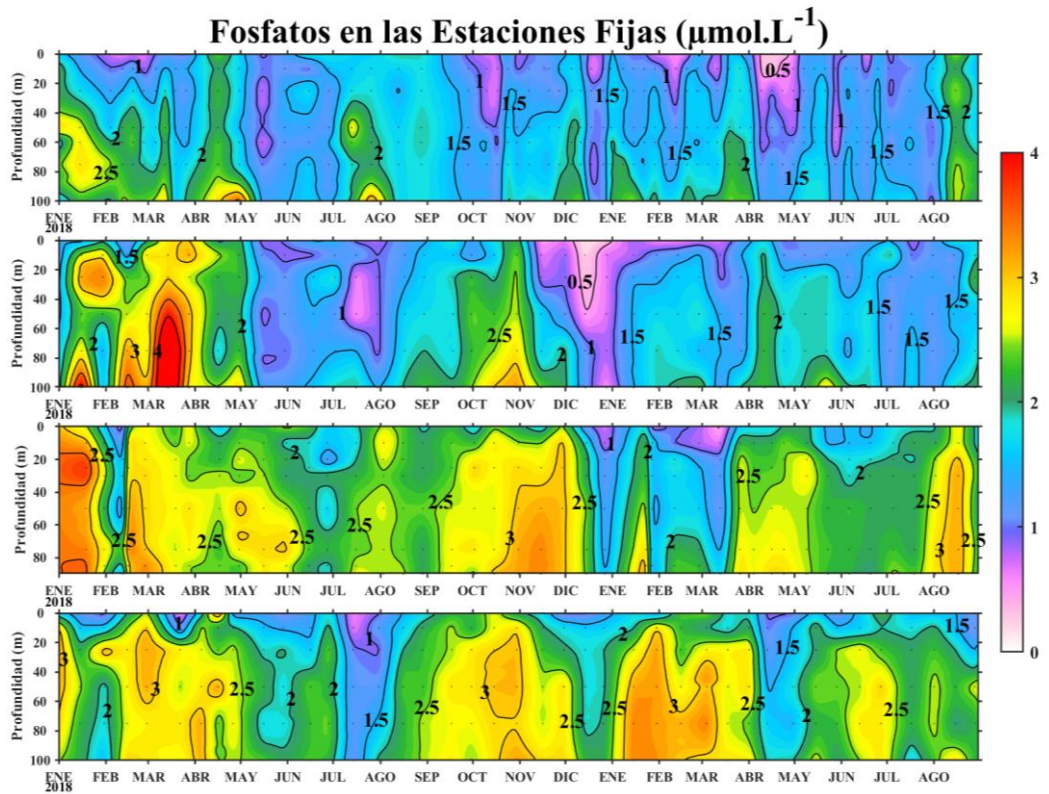


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas: a) Paita, b) Chicama, c) Callao y d) Ilo de IMARPE entre enero 2018 a agosto 2019.

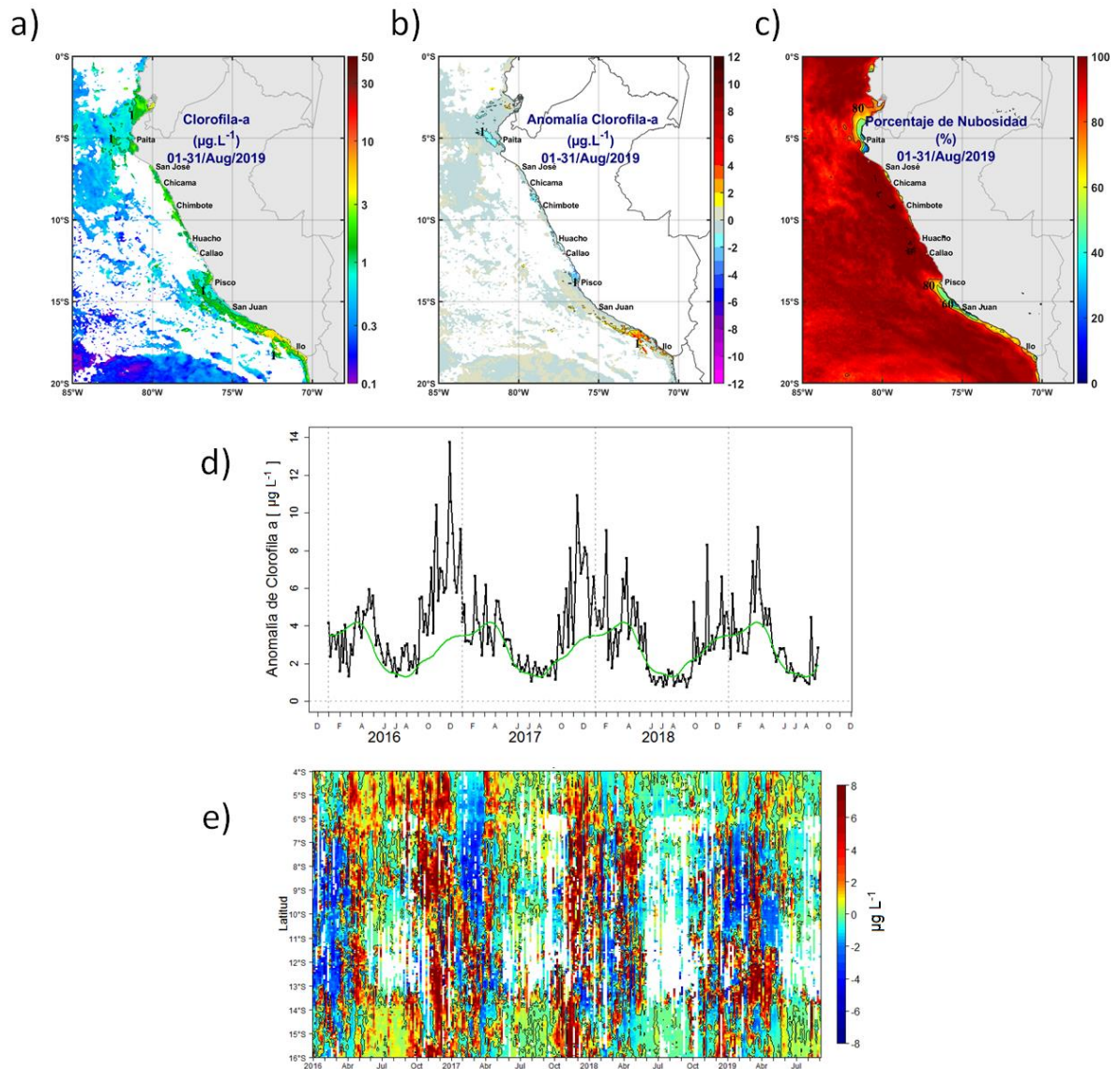


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante agosto 2019 (en $\mu\text{g L}^{-1}$). Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a 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.

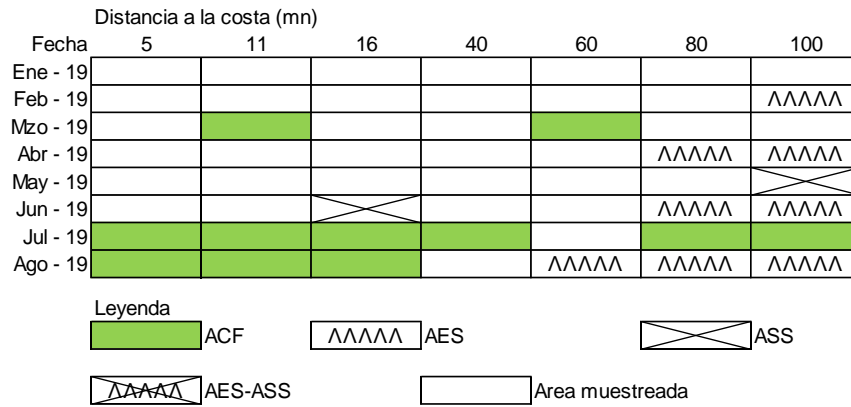


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paíta 1908.

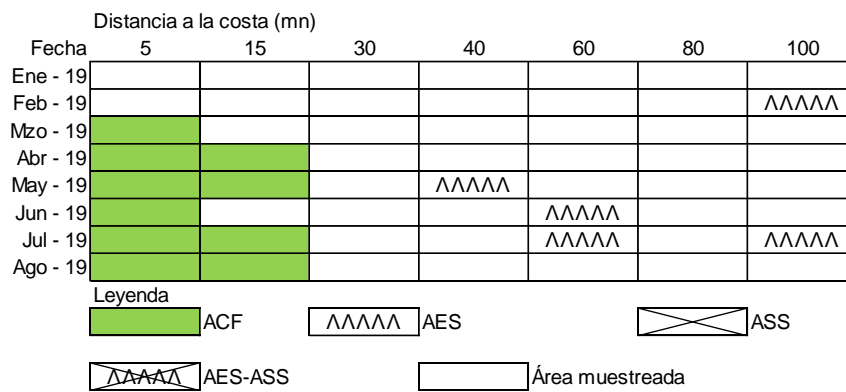


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1908.

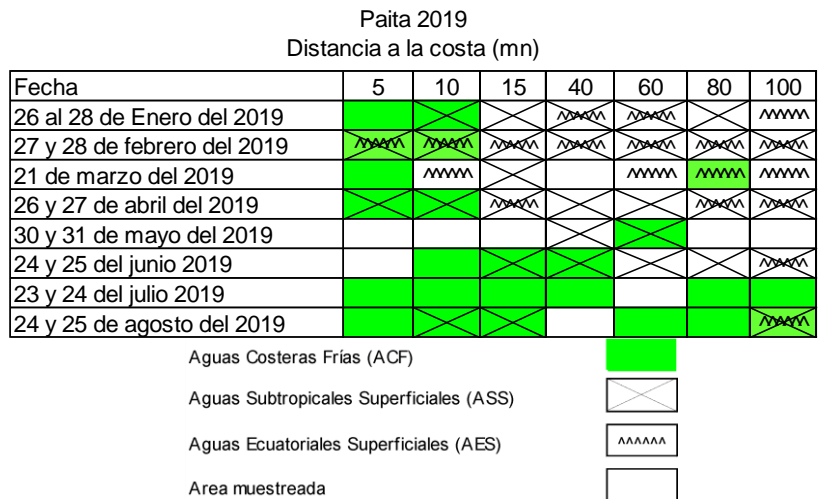


Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paíta 1908.

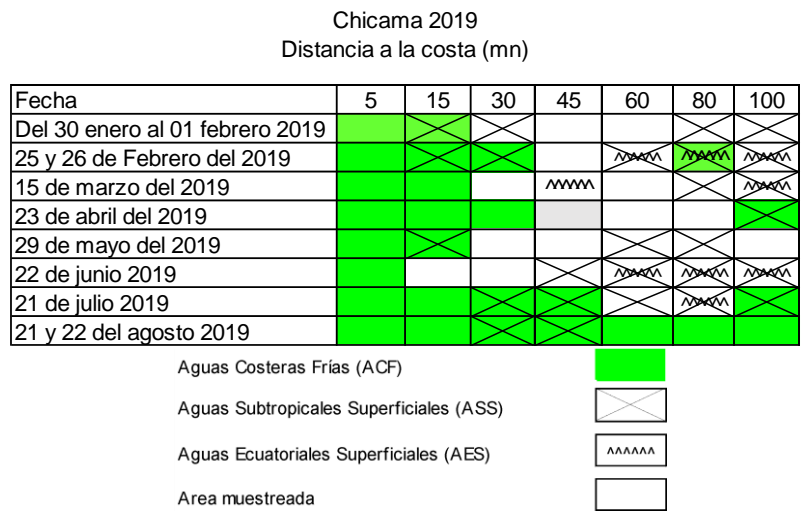


Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1908.

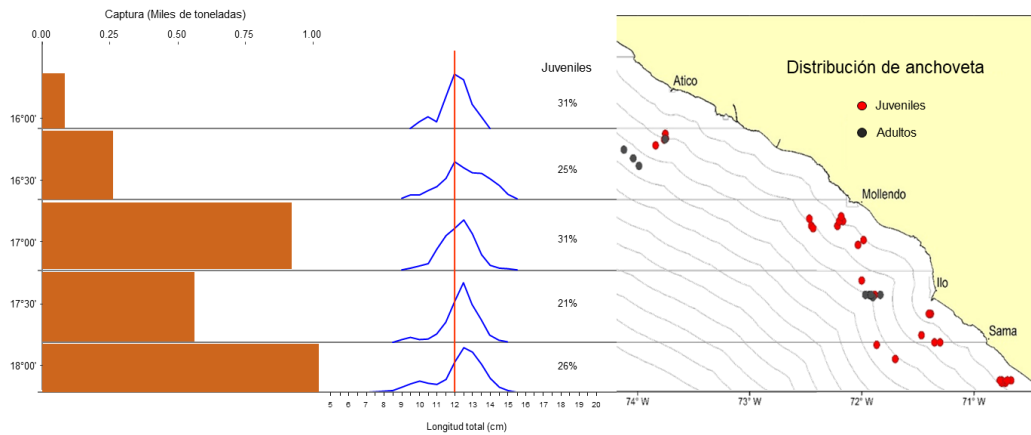


Figura 41. Distribución de mayores desembarques de captura de anchoveta y estructura por tamaños de anchoveta según el gradiente latitudinal, distribuidos en el mar peruano (Puntos negros: adultos, puntos rojos: juveniles); durante agosto 2019. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

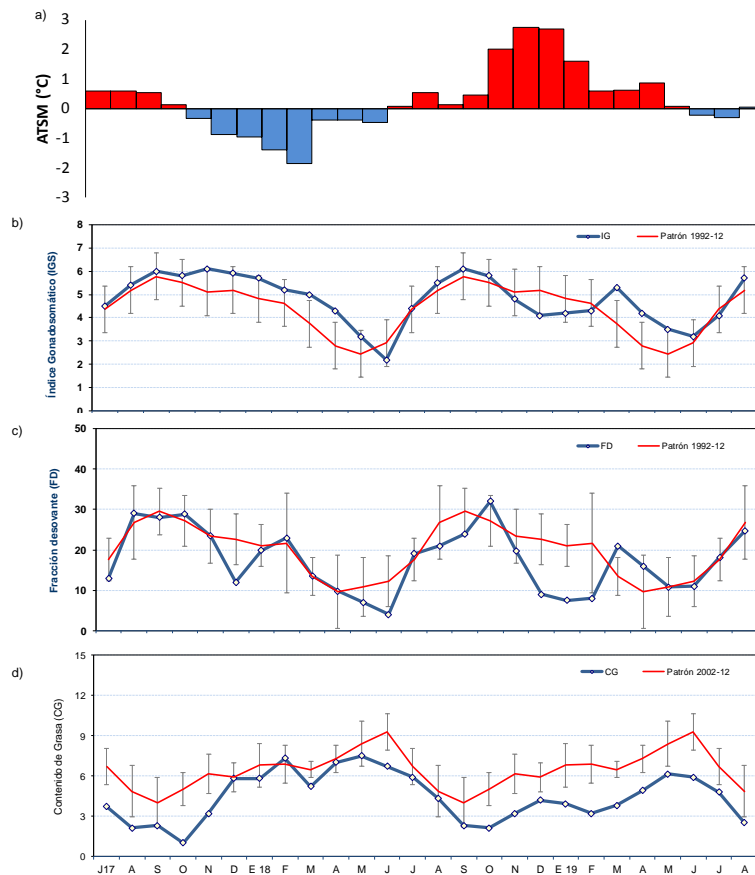


Figura 42. a) Anomalía de la TSM ($^{\circ}\text{C}$) de Chicama. Indicadores reproductivos, b) Índice Gonadosomático (IG), c) Fracción Desovante (FD) y d) contenido graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – agosto 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

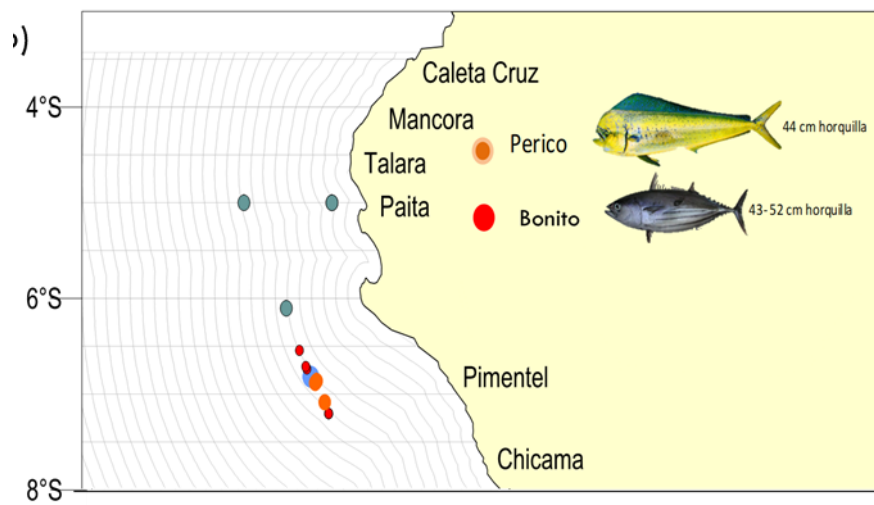


Figura 43. Distribución de peces oceánicos indicadores de masas de agua durante agosto 2019. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.

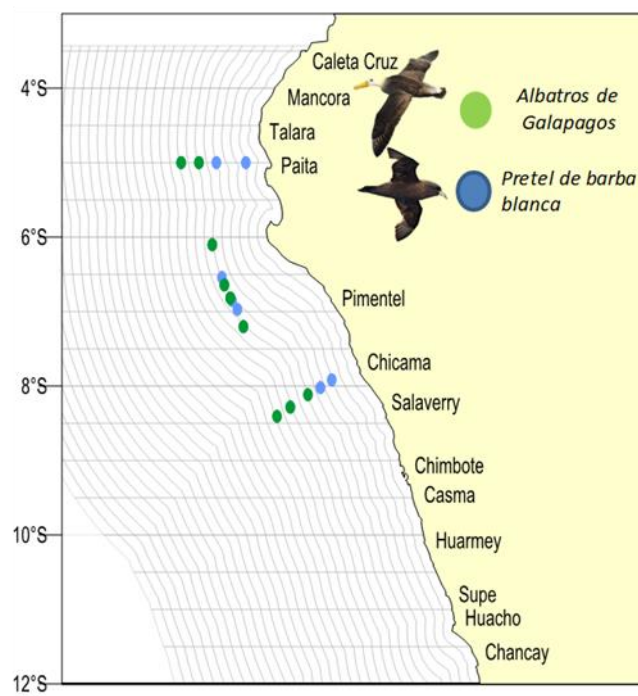


Figura 44. a) Distribución espacial de aves marinas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Líneas Chicama Paita en el mes de agosto.

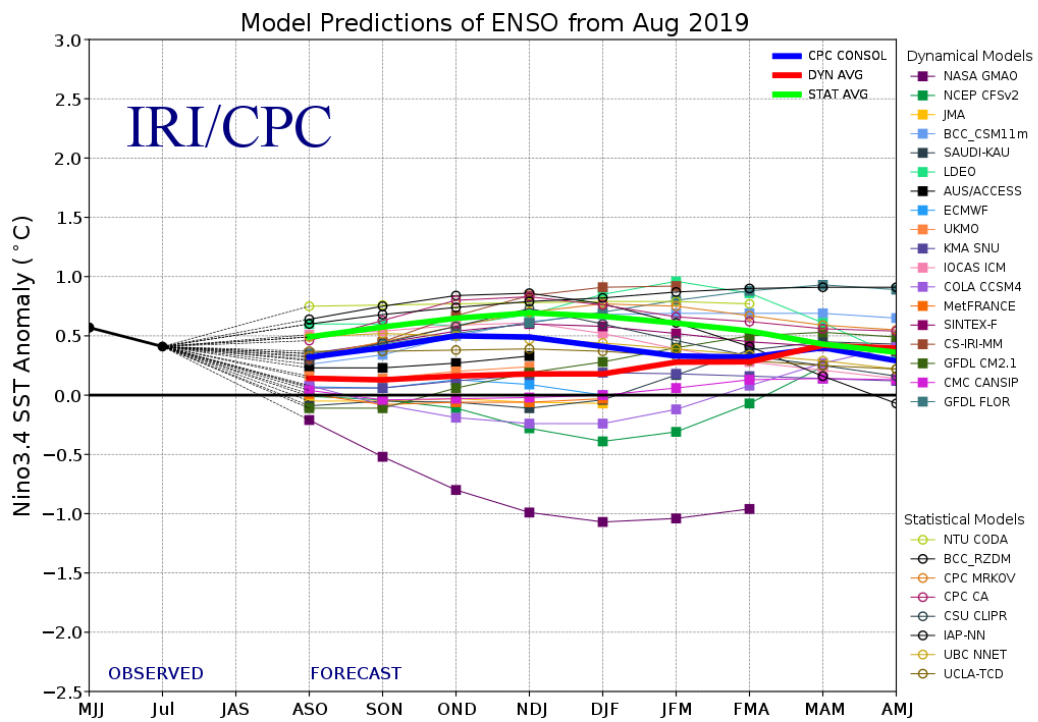


Figura 45. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, agosto 2019

EUROSIP multi-model seasonal forecast
 Mean forecast SST anomaly
 Forecast start reference is 01/09/19
 Variance-standardized mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France/NCEP/JMA
 NDJ 2019/20

NDE 2019

ECMWF

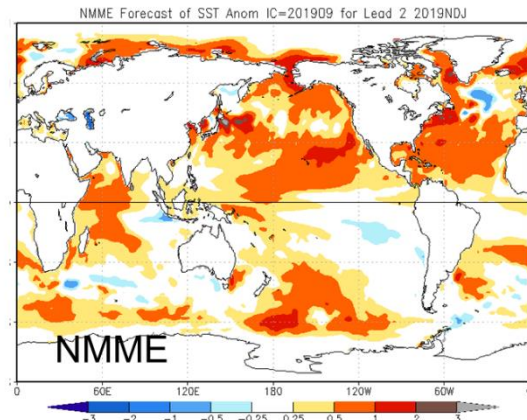
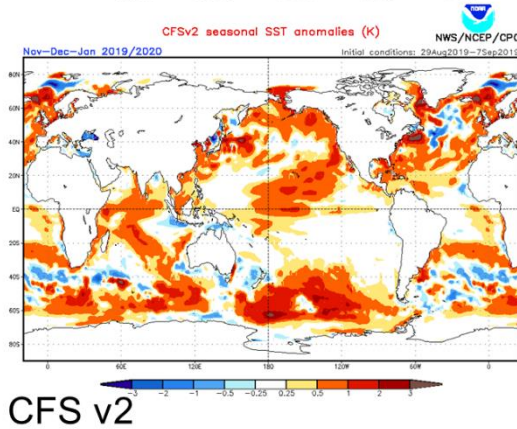
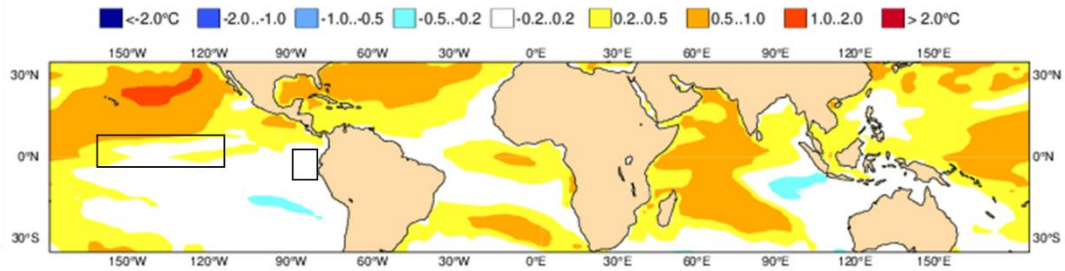


Figura 46. Pronóstico de la TSM para el trimestre NDE 2019 del modelo ECMWF (condiciones iniciales 01 set. 2019), CFSv2 (condiciones iniciales 29 ago. - 7 sep. 2019), y NMME (condiciones iniciales 01 sep. 2019). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

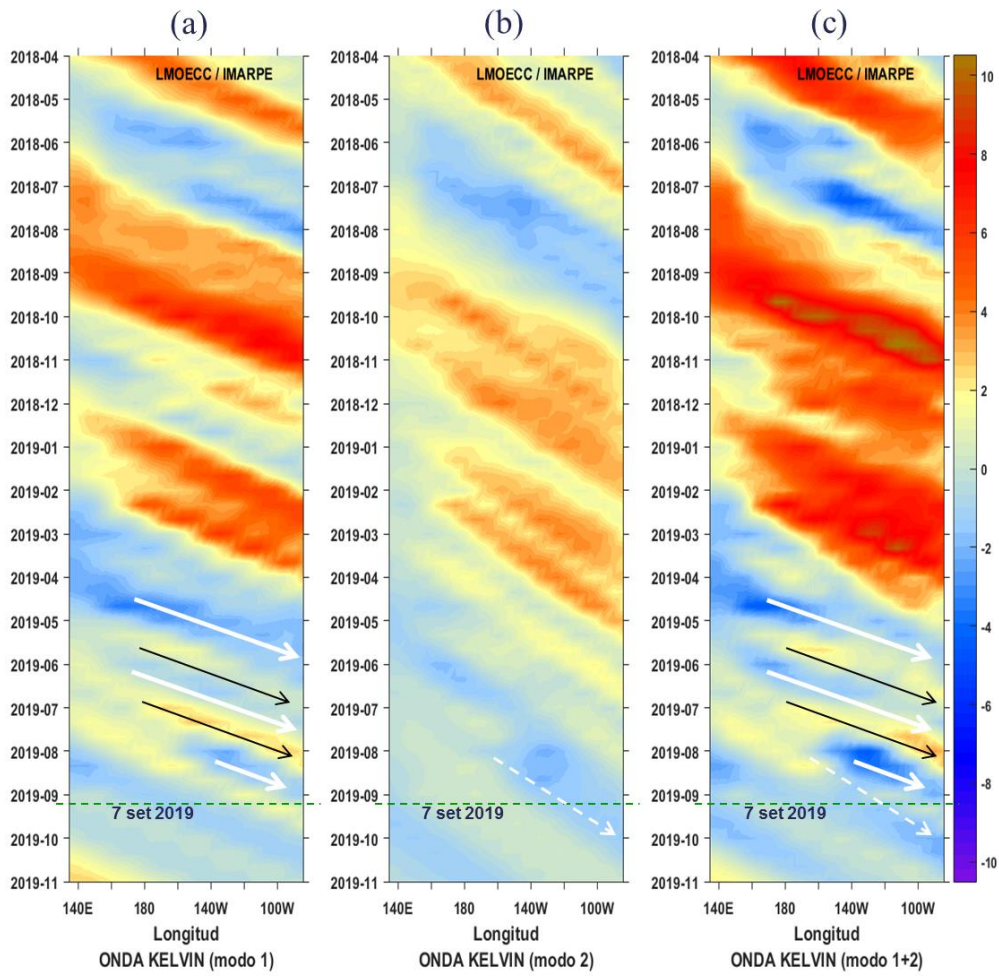


Figura 47. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

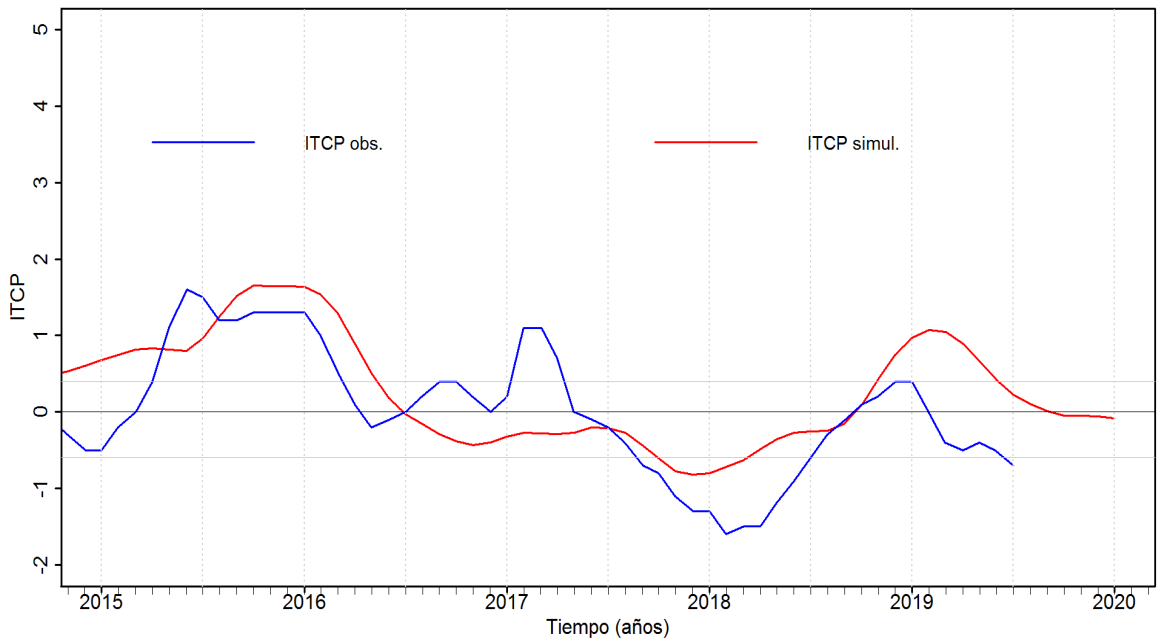


Figura 48. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

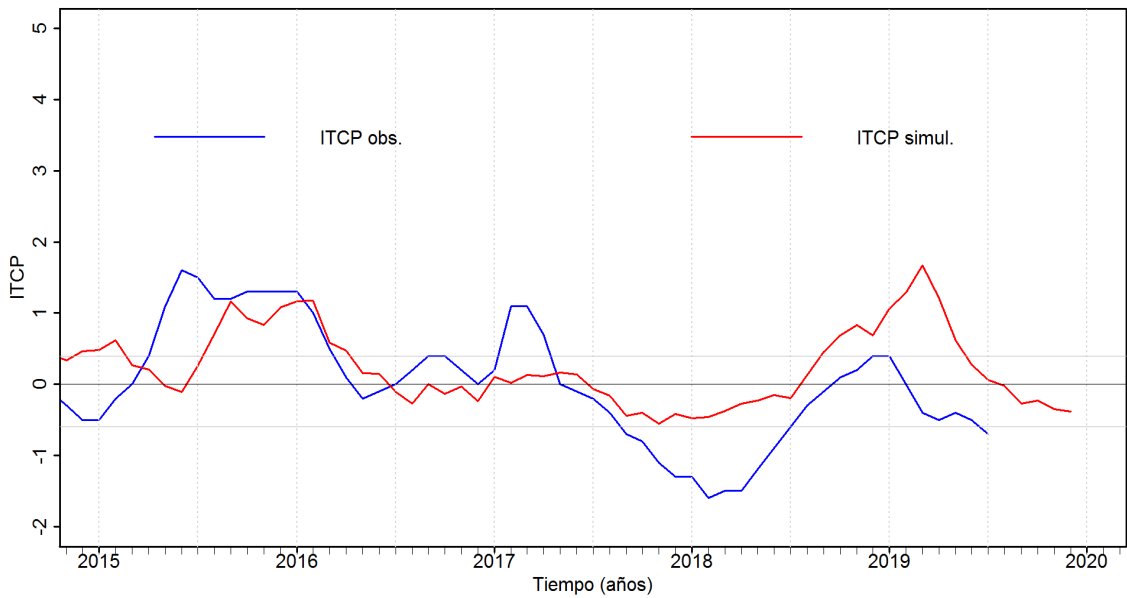


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.