



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

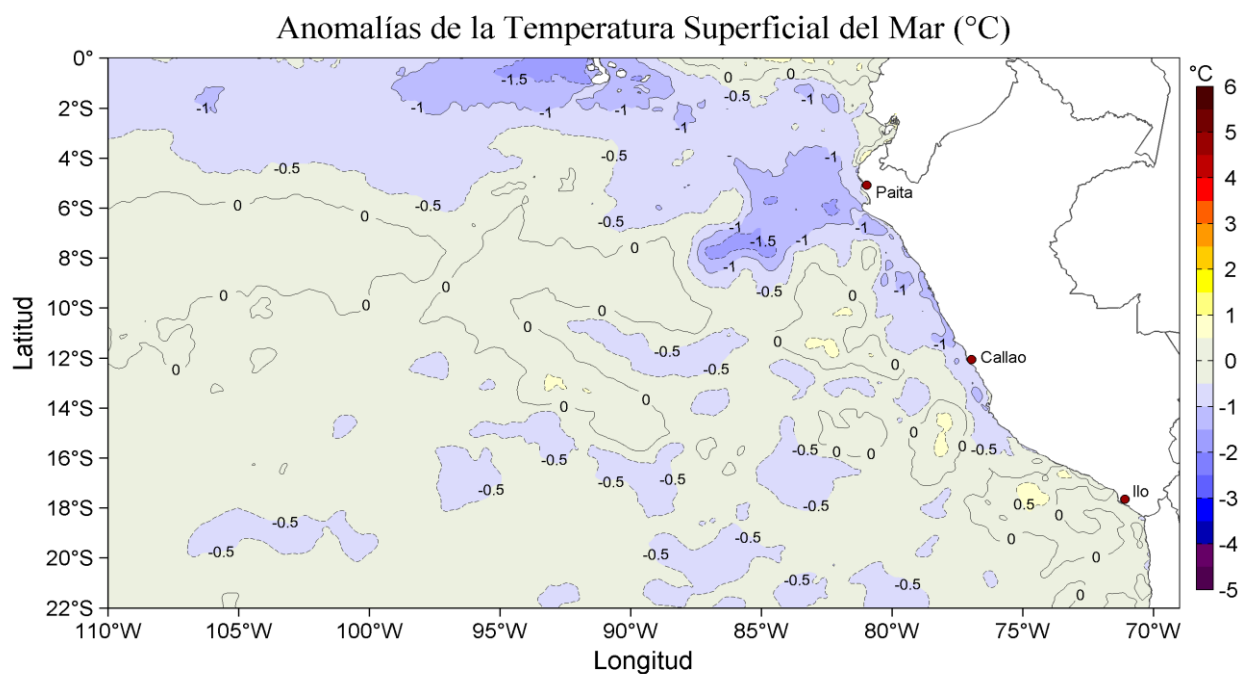
Programa Presupuestal por Resultados N°068

“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 JULIO 2019



Julio, 2019

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Julio 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
Julio 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 julio usando datos de re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 95 °W, 27,5 °S con una intensidad máxima de ~1025 hPa, encontrándose ubicado en su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en 2 hPa (Figuras 1 y 2). Así mismo, se observaron anomalías de presión de cerca de +4 hPa en el Pacífico subtropical oriental y un núcleo de anomalías positivas de presión de +14,0 hPa en el Pacífico central extratropical. Frente a la costa peruana predominaron 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 MJJ 2019 el IAPS presentó un valor de +1,4 hPa, mayor que su valor anterior (+0,8 hPa), aún dentro del rango neutro del APS. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en junio fue de +2 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +1,3° y +1,8° para el trimestre MJJ, respectivamente, indicando que el núcleo del APS se encontró ubicado ligeramente al noreste de su posición promedio en el último trimestre. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal fueron de +0,8° y +1,8° 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. En el Pacífico noreste entre 120° W y 80° W se presentaron valores positivos (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 150° 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 condiciones neutras y anomalías negativas. En el Pacífico central permanecieron zonas con anomalía positiva débil, disminuyendo en extensión (Figura 6). La anomalía de TSM en la región Niño 4, varió alrededor de +1 °C, llegando a mostrar un descenso abrupto de corta duración en junio, que luego se restableció en julio, mientras que en las regiones Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, la anomalía de la TSM continuó exhibiendo una tendencia descendente. 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 +1 °C; +0,5 °C; -0,2 °C y -0,5 °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) tuvo un pulso ascendente, alcanzando una anomalía positiva mensual equivalente a +0,13 °C (Figura 8). Esto estuvo asociado al desarrollo de un núcleo de anomalías de +1 °C desde la superficie hasta más de 150 m entre 170°E y 150°W, aunque permanecieran zonas con anomalías negativas en el Pacífico occidental, así como en el Pacífico oriental al este de los 140°W y encima de los 150 m (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, procedente del proyecto COPERNICUS corregido en base a información del satélite ASCAT (Correa et al., 2016), mantuvo velocidades de 4,0 m s⁻¹ a 9,0 m s⁻¹ durante casi todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 5,0 m s⁻¹ y 8,0 m s⁻¹, con máximos valores durante la segunda quincena del mes (Figura 10). A lo largo de la costa entre Chicama y Pisco la velocidad del viento presentó predominancia de anomalías negativas. Mar adentro frente a Pisco y San Juan se presentaron anomalías positivas de velocidad de viento durante la segunda quincena. Durante la última semana a lo largo de la costa peruana y fuera de la costa la velocidad del viento presentó anomalías negativas (-1,0 m s⁻¹) y positivas (1 m s⁻¹), respectivamente. Sin embargo, anomalías negativas entre Pisco y Callao se mantuvieron durante todo el mes (Figura 11).

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre 3,0 m s⁻¹ y 8,0 m s⁻¹ (Figura 12), tendiendo a aumentar conforme a su estacionalidad. Predominaron anomalías negativas a condiciones neutras a lo largo de la costa durante las tres primeras semanas. La semana del día 25 se presentaron anomalías positivas con un núcleo intenso alrededor de los 15°S (Figura 13). El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección al sur de Paita, mientras que al norte de Paita predominaron anomalías del norte.

El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, persistió durante todo el mes entre Talara y San Juan, con excepción de la zona entre Huacho y Pisco. Frente a Talara y Paita el índice de afloramiento (IAC) estuvo entre 400 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 500 m³ s⁻¹ 100m⁻¹. Entre los 5°S y los 13°S, el IAC presentó valores por debajo de 200 m³ s⁻¹ 100m⁻¹. Frente a Pisco y San Juan el IAC mostró valores ligeramente superiores al mes anterior (250 m³ s⁻¹ 100m⁻¹) (Figura 14).

2.2 Aspectos oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel del mar (ANM)

Frente a la costa peruana, la ANM mostró diferencias latitudinales. Frente al norte, a inicios de mes predominaron valores alrededor de +10 cm, que se fueron debilitando hasta mostrar en la última semana valores cercanos a cero frente a Tumbes y Salaverry, así como una amplia expansión de valores menores a +5 cm en toda la costa. Frente a la costa sur, permanecieron vórtices de menor extensión, con giro anticiclónico (anti-horario) de +10 cm y vórtices de giro ciclónico (horario; < +5 cm) que tendieron a expandirse hacia zonas oceánicas en la última semana (Figura 15).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, durante la primera quincena se detectó la propagación de norte a sur de ANM entre +5 cm y +10 cm a inicios de mes, mientras que en la segunda quincena se observó la disminución de las ANM a valores neutros o ligeramente negativos (Figura 16). La variación temporal mostró una tendencia descendente casi simultánea en la costa peruana y la zona de Galápagos (Figura 17).

Por otro lado, en base a la información de altimetría satelital, se ha evaluado 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. En el hemisferio sur de acuerdo al giro pueden ser ciclónicos generando divergencia, y anticiclónicos provocando 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 por debajo de lo observado en junio. En cuanto a la polaridad, la disminución del nivel del mar favoreció a la formación de remolinos ciclónicos sobre los anticiclónicos, con una ligera preponderancia de 55,4% (Figura 18 a). La distribución del radio y la energía cinética (EKE) diarias muestra que los valores han oscilado en promedio entre 60 - 80 km y 60 - 260 cm²s⁻²; con una mayor frecuencia en 65 km y 140 cm²s⁻², respectivamente. El tamaño de los remolinos en función de la latitud indica que el radio tendió a aumentar en dirección noroeste, siendo 123 km (8°S) el valor máximo para julio.

La intensificación de los vientos al sur de Pisco en la segunda quincena del mes, favoreció al incremento del tamaño de los remolinos, presentando radios y amplitudes mayores al escenario típico (Chaigneau *et al.* 2008). De esta manera, en comparación al mes anterior, el radio promedio de julio (~69 km) fue ligeramente superior. La energía cinética continuó presentando un comportamiento irregular, con valores elevados (>100 cm²s⁻²) durante la primera semana, seguido de valores menores al promedio del mes (~132 cm²s⁻²), y valores atípicos de hasta 270 cm²s⁻² al término del periodo, asociados a la presencia de un remolino ciclónico de gran tamaño (~90 km) frente a Chimbote (Figura 18 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. Las anomalías promedio en la mayoría de las estaciones fue negativa excepto en Tumbes.

La TSM mensual varió entre 15,2 °C (Ilo) y 26,2 °C (Tumbes), mientras que las anomalías variaron entre -1,5 °C (San José) y +1,1 °C (Tumbes) (Tabla 1).

A nivel diario, predominaron durante todo el mes anomalías negativas de TSM desde Ilo a Paita y positivas en Tumbes. Las anomalías de mayor intensidad se presentaron en San José, Huanchaco y Huacho con valores negativos que alcanzaron hasta -2 °C y en Tumbes con valores positivos por encima de +1,5 °C (Figura 19).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de -0,14 °C para el trimestre MJJ del 2019 y un valor mensual de julio de -0,29 °C, siendo menor al valor observado durante junio 2019 (+0,08 °C) (Figura 20).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y sus anomalías

La TSM en general continuó descendiendo. En la zona norte aguas de 21 °C se expandieron en forma de lengua hasta la zona de Galápagos. En el sur, frente a Ilo, las aguas de 17 °C cubrieron todo el codo Perú-Chile. Desde Punta Falsa hasta Ilo, las aguas con 16 °C y 17 °C se observaron replegadas hacia la costa, alcanzando su mayor expansión hacia zonas oceánicas frente a Pisco (Figura 21).

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 °C, aunque en la segunda quincena alcanzaron hasta -3 °C frente a Paita. Las zonas oceánicas ubicadas frente a la costa centro y sur variaron entre condiciones neutras y débiles anomalías negativas (Figura 22).

En la franja de 60 mn, las anomalías negativas de -1 °C que se encontraban a inicios de mes en la costa centro-norte, se atenuaron ligeramente a mediados de mes. En la segunda quincena las anomalías negativas se expandieron a lo largo de toda la costa desde la zona ecuatorial hasta los 16°S. Desde Atico (16°S) hacia el sur, se mantuvo la condición neutra durante todo el mes (Figura 23).

El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016), presentó un valor de -0,5 para el trimestre mayo a julio 2019, indicando una condición fría en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de julio fue -1, más negativo respecto al mes anterior (Figura 24).

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 y a mediados de mes habrían llegado hasta Sechura. 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) y la última semana se habrían expandido hacia el norte hasta los 2°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 se habrían alejado fuera de las 200 mn, sugiriendo mezcla con las aguas del afloramiento en la franja costera. Frente a la costa sur las aguas costeras frías del afloramiento (ACF) con salinidad < 35,1 ups se presentaron desde Atico a Callao, y en la última semana se habrían expandido hasta los 10°S (Huarmey).

Las ACF permanecieron frente a Ilo y desde la tercera semana de junio se presentaron dentro de las 10 mn desde Pisco hacia el sur; al finalizar el mes se habrían expandido hasta unas 30 mn de la costa entre Pisco y San Juan (Figura 25).

2.2.4 Secciones oceanográficas

2.2.4.1 Paita (24-25 de julio)

La TSM presentó valores alrededor de 17 °C en toda la sección; las isoterms de 17 °C, que se encontraban a 30 mn a fines de junio, se desplazaron hasta las 20 mn. Se estimaron anomalías de TSM de -1,0 °C dentro de las 30 mn (Figura 26 a, b, Figura 27 a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 °C a 17 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 90 m y 150 m de profundidad, similar al mes de junio (Figura 27 d). Sobre los 50 m se registraron anomalías térmicas negativas de -1,0 °C dentro de las 30 mn y a 70 - 100 mn, y un núcleo de +1,0 °C a 50 - 75 mn, y debajo de estas hasta los 500 m las condiciones térmicas fueron normales (Figura 26 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad sugirió la presencia de aguas de mezcla entre ASS y las aguas costeras frías (ACF) en toda la sección ($S < 35,1$ ups), valores de acuerdo a su estacionalidad (Figura 27 c, Figura 26 c, d). Por otra parte, los datos sugieren presencia de aguas de mezcla entre ASS y aguas ecuatoriales subsuperficiales (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 mL L⁻¹, asociada a la oxiclina, se superficializó de 180 m a 150 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a junio (Figuras 26 e y 27 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL L⁻¹), se detectó a 170 - 200 m de profundidad en toda la sección. En los primeros 25 metros se estimaron flujos geostroficados hacia el norte con una velocidad de hasta 30 cm s⁻¹, en toda la sección. Asimismo, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur entre los 30 m y 450 m a 30 - 100 mn, con velocidades de hasta 30 cm s⁻¹ (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (20-21 de julio)

La TSM presentó valores entre 17 °C y 20 °C en toda la sección, con la isoterma de 20 °C a 65 mn frente a la costa. Las condiciones térmicas superficiales fueron normales en la zona costera, mientras que por fuera de las 50 mn se presentaron anomalías de +1,0 °C, desde la superficie hasta los 70 m (Figura 28 a, b; Figura 29 a, b). Asimismo, la isoterma de 15 °C se ubicó a 100 m de profundidad por fuera de las 40 mn, y en la zona costera presentó una superficialización de 110 m a 40 m, con respecto a junio (Figura 28 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 dentro de las 30 mn, y de ASS fuera de las 30 mn, asociada a anomalías salinas de hasta +0,20 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 29 c, Figura 28 c, d). La distribución del OD exhibió un leve ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹ se presentó a unos 20 - 100 m de profundidad, en promedio similar a junio (Figura 29 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 25 - 130 m (Figura 28 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostroficados con dirección hacia el norte sobre los 50 m dentro de las 80 mn de hasta 30 cm s⁻¹, disminuyendo en intensidad y grosor hacia la costa (Figura 28 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 16 °C y 19 °C, en Chicama entre 15 °C y 17 °C, en Callao entre 14 °C y 16 °C, en Atico entre 14 °C y 15 °C y en Ilo entre 13 °C y 16 °C. En general en todas las estaciones fijas se evidenció un ascenso de las isotermas (Figura 30). En Paita, se detectó pequeños pulsos de anomalías de +1,0 °C, en promedio, durante la primera semana del mes, asociado al paso de una onda Kelvin cálida (ENFEN, 2019 a), posteriormente se observó una transición a condiciones térmicas neutras y hacia una anomalía de -1,0 °C en la capa superficial en la segunda quincena. En Chicama se observó anomalías térmicas de -1,0 °C sobre los 40 m en la segunda quincena de julio y condiciones térmicas neutras en el resto de la columna; en Callao se detectó una clara transición de condiciones térmicas neutras a negativas en toda la columna de agua, con valores de hasta -1,0 °C sobre los 20 m hacia finales de julio (Figura 31). En general la presencia de anomalías térmicas negativas en las estaciones fijas hacia finales de julio está asociado al paso de una onda Kelvin fría y la intensificación de los vientos (ENFEN, 2019 a).

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 se observó el paso de aguas de mezcla entre ASS y ACF a ACF, hacia fines de julio. En Atico e Ilo se observó el predominio de ACF (Figura 32).

En cuanto al OD, se detectó una ligera elevación de la iso-oxígena en Paita, Chicama y Callao, mientras que en Atico e Ilo las iso-oxígenas profundas mostraron una ligera profundización respecto al mes de junio. La iso-oxígena de 0,5 mL L⁻¹ no se registró en Paita y se determinó a 40 - 60 m en Chicama, a 15 - 20 m en Callao, a 80 m en Atico y a 50 - 100 en Ilo durante el mes, en promedio (Figura 33).

2.2.6 Fertilidad y productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

Los nutrientes se incrementaron respecto al mes anterior en las estaciones fijas costeras de la zona centro.

Los nitratos presentaron mayor concentración en la costa central y menor concentración en la costa norte y sur. En las estaciones de Paita e Ilo (Figura 34 a y d), se presentaron con valores menores a 10 µmol L⁻¹, indicando una disminución en toda la columna respecto al mes anterior. En Chicama (Figura 34 b), en la capa superficial hasta los 20 m se mantuvo entre 10 a 15 µmol L⁻¹, pero por debajo de los 20 m las concentraciones se elevaron a más de 15 µmol L⁻¹. En la estación de Callao (Figura 34 c), las concentraciones altas que estuvieron a inicios de mes por encima de 20 µmol L⁻¹, disminuyeron en toda la columna a mediados de mes a menos de 15 µmol L⁻¹, luego hacia finales de mes se recuperó hasta valores de 15 µmol L⁻¹.

Los silicatos mostraron un ascenso paulatino de concentraciones altas hacia la capa superficial durante el mes en todas las estaciones. Es así que en Paita se detectó el ascenso de la isolínea de 15 µmol L⁻¹ a la capa superficial en la segunda quincena, mientras que en el resto de estaciones ascendieron las isolíneas de 15 µmol L⁻¹ y 20 µmol L⁻¹ (Figura 35).

Los fosfatos en el norte continuaron presentando bajas concentraciones, mientras que en la costa centro-sur mantuvieron altas concentraciones. En Paita y Chicama en toda la columna durante la mayor parte del mes predominaron fosfatos $<1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 36 a, b). En Callao, la isolínea de $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ ascendió a la capa superficial en la última semana (Figura 36.c), mientras que en Ilo, las concentraciones fluctuaron entre $2,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ y $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ en la mayor parte de la columna de agua ($> 10 \text{ m}$, Figura 36.d).

2.2.6.2 Clorofila-a satelital

La concentración de clorofila-a satelital mensual proveniente de la unión de todos los satélites que registran clorofila-a superficial (www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/), mostró que a lo largo de la costa dentro de las 60 mn, predominaron valores de $\sim 1 \mu\text{g L}^{-1}$. Al sur de Chimbote su distribución se vio en áreas discontinuas que se distribuyeron entre Pisco e Ilo hasta unas 90 mn fuera de la costa, presentando pequeñas zonas con mayor productividad en la Bahía Pisco e Ilo, donde habrían sobrepasado los $3 \mu\text{g L}^{-1}$, mientras que frente a Paita y Tumbes áreas con valores entre 1 a $2 \mu\text{g L}^{-1}$ se expandieron hasta más allá de las 150 mn de la costa (Figura 37 a). En términos de anomalía, el promedio mensual mostró que en el sistema costero predominaron condiciones normales, con presencia de pequeñas zonas con anomalía positiva frente a Ilo y frente a Pisco, así como anomalías negativas dentro de las 50 mn entre el sur de Paita y Chimbote (Figura 37 b).

A escala diaria se ha utilizado 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 6°S a 16°S , confirmó que las concentraciones variaron alrededor de lo normal (Figura 37 d). Latitudinalmente, en la franja costera predominaron condiciones normales con ausencia de información entre los 11°S a 13°S ; débiles anomalías negativas ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$) se detectaron entre los 6.5°S a 9°S , mientras que las anomalías positivas se observaron durante la segunda quincena entre los 13°S a 14°S (Figura 37 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 80 %, en gran parte de la costa. Sin embargo, frente a Paita y Tumbes dentro de las 60 mn la cobertura nubosa fue menor de 50 %, así como en la zona ubicada entre Pisco y San Juan dentro de las 30 mn y algunas zonas aisladas dentro de las 10 mn entre San José y Supe (Figura 37 c).

2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

Frente a Paita se encontró a *Protoperdinium obtusum*, especie indicadora de ACF, distribuida en todo el perfil, a excepción de a 60 mn, relacionada a valores de TSM entre $17,6$ y $18,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 38).

La comunidad de fitoplancton estuvo conformada por diatomeas neríticas como *Detonula pumila* y *Lithodesmium undulatum*, ambas especies alcanzaron abundancias relativas de categoría "Muy Abundante", distribuidas ampliamente entre 5 y 100 mn de la costa, junto a dinoflagelados de distribución cosmopolita tales como *Tripos furca*, *T. dens* y *T. fusus*, *Protoperdinium depressum* y *P. conicum*, que mostraron abundancias relativas 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 y 17,1 °C. También se registró a *Ceratium breve* var. *parallelum* especie indicadora de AES, ubicada a distancias entre 60 y 100 mn, con TSM entre 20,0 y 20,1 °C, respectivamente. La comunidad de fitoplancton estuvo conformada por diatomeas neríticas, tales como *Coscinodiscus perforatus*, *C. concinnus* y *C. centralis* con abundancias relativas de categoría “Muy Abundante” y “Abundante” (Figura 39).

Entre las 60 y 100 mn predominaron diatomeas oceánicas como *Thalassiothrix longissima*, *Lioloma delicatulum*, *Rhizosolenia castracanei* y *R. bergonii*, que obtuvieron abundancias relativas de categoría “Abundante”. Los dinoflagelados termófilos presentaron una alta riqueza de especies destacando *Ceratium gibberum* var. *dispar*, *Pyrocystis lunula*, *P. fusiformis*, *Protoperdinium murrayi*, *P. oceanicum*, *P. grande*, *Dinophysis dorphorum*, *D. cuneus*, *Tripos macroceros*, *T. limulus*, y *Triadinium polyedricum*, todas estas especies obtuvieron abundancias relativas de categoría “Presente”.

2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Paita

Frente a Paita el copépodo *Centropages brachiatus*, indicador de ACF, se determinó en casi toda el área evaluada con abundancias que fluctuaron entre 3 Ind 100m³ y 3543 Ind 100m³, en el presente periodo no se determinó especies asociadas a masas de ASS y AES. Respecto al ictioplancton, los huevos y larvas de anchoveta registraron similar distribución, ambos estadios se localizaron dentro de las 30 mn de la costa, con abundancias entre 13 huevos 100m³ y 16368 huevos 100m³ y entre 2 larvas 100m³ y 9 larvas 100m³ (Figura 40).

Chicama

Frente a Chicama se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus* localizado dentro de las 45 mn y a 100 mn de la costa, con concentraciones que oscilaron entre 3 Ind 100m³ y 9975 Ind 100m³, mientras que los copépodos *Acartia danae*, *Oncaea conífera* y *Calocalanus pavo* especies indicadoras de ASS se registraron por fuera de las 30 mn con abundancias que fluctuaron entre 2 y 46 Ind./100m³. El copépodo *C. furcatus* especie indicadora de AES se localizó a 80 mn de la costa, con una abundancia de 2 Ind 100m³. Respecto al ictioplancton, los huevos de anchoveta estuvieron distribuidos dentro de las 45 mn de la costa con valores entre 2 huevos 100m³ y 20671 huevos 100m³, mientras que las larvas de anchoveta solo se determinaron a 30 mn de la costa con valor de 2 larvas 100m³ (Figura 41).

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 primera temporada de pesca de anchoveta 2019 en la región norte – centro de la costa peruana, que se inició el 28 abril, finalizó el 30 de julio. En el periodo comprendido entre el 01 de enero al 30 de julio del 2019, la flota industrial de cerco desembarcó aproximadamente 2 034 020 toneladas correspondiente al 97% de la cuota otorgada (2 100 000 t).

Los desembarques durante julio, presentaron una tasa de captura promedio de 7 mil toneladas. La anchoveta estuvo distribuida hasta las 30 millas de la costa desde Paita (05°S) hasta Huarmey (10°S), con las mayores capturas frente a Bayovar, Chicama y Chimbote. La estructura de tallas de la anchoveta estuvo en el rango de 8,0 a 17,5 cm LT, con modas de 13,0 cm. Los ejemplares <12,0 cm alcanzaron alrededor del 8,7% (Figura 42).

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), de acuerdo al patrón histórico de julio, mostraron el incremento de población en procesos de maduración gonadal y desove. Los valores actuales presentaron similar comportamiento al año anterior (Figura 43).

La RM 324-2019-PRODUCE dio inicio a la segunda temporada de pesca de la anchoveta en la región sur a partir el 1 de agosto, asignando una cuota de 540 mil toneladas.

3.2. Especies Indicadoras

En la pesca dirigida a la anchoveta en la región norte, se registró como captura incidental de recursos transzonales al jurel (*Trachurus murphy*) y caballa (*Scomber japonicus*), asociados al frente térmico y halino registrado entre Salaverry y Casma dentro de las 30 m, mientras que en la región centro, se capturó incidentalmente al invertebrado múnida (*Pleuroncodes monodon*), indicador de aguas frías que estuvieron distribuidas dentro de las 20 mn frente (Figura 44).

3.3. Avistamiento de aves marinas

En julio la mayor abundancia se registró dentro de las 15 mn con mayores observaciones en el grado 8°S (Figura 45 a). Se avistó hasta el grado 5° (frente a Paita) al petrel de barba blanca, indicador de aguas frías, similar al mes anterior. Las aves guaneras (piquero, pelícano y guanay) y aves residentes como el zarcillo mostraron una mayor asociación con las ACF, con una TSM promedio de 17,4 °C (Figura 45 b).

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, julio 2019), indican una condición neutra del ENSO hasta fines de año (Figura 46 y 47).

Especialmente, para el trimestre OND 2019, 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 de anomalías neutras. Además, para el mismo periodo, en la región costera frente a Perú, el modelo CFSv2 pronosticó las mayores anomalías negativas (-0,5 °C a -0,25 °C) pero dentro del rango neutral (Figura 47).

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) habría alcanzado el extremo del Pacífico ecuatorial oriental en julio 2019. Asimismo, una onda Kelvin cálida (modo 1) se habría generado debido a las anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial occidental en junio 2019 y llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en agosto 2019 (Figura 48).

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 agosto a noviembre del 2019. Cabe indicar que estos modelos mostraron una tendencia descendente desde fines del verano del 2019, en correspondencia con los valores observados (Figuras 49 y 50).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico Ecuatorial Oriental, las anomalías térmicas, continuaron en condición neutra y fría, mientras que en el Pacífico Central las zonas con anomalía positiva débil se fueron disipando. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó ubicado ligeramente al noreste de su posición normal con una intensidad mayor a su valor climatológico en 2 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 incremento, alcanzando una anomalía de +0,13 °C.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección al sur de Paita, mientras que al norte de Paita predominaron anomalías del norte. Durante las tres primeras semanas del mes las anomalías entre 3°S y 7°S presentaron valores neutros y negativos, mientras que en la semana del 25 de julio se presentaron anomalías positivas (2-3 m s⁻¹).

- El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, persistió durante todo el mes entre Talara y San Juan, con excepción de la zona entre Huacho y Pisco. Frente a Talara y Paita el índice de afloramiento (IAC) se estuvo entre $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ y $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$.
- La actividad de mesoescala se caracterizó por la disminución de la cantidad de remolinos detectados y una ligera preponderancia (55,4 %) de los remolinos ciclónicos sobre los anticiclónicos. En cuanto al tamaño y energía promedio de los remolinos detectados; resaltó el ligero incremento del radio promedio (~69 km) asociado a la intensificación del viento durante la segunda quincena del mes, mientras que, la energía cinética se incrementó por encima del promedio mensual, alcanzando $270 \text{ cm}^2\text{s}^{-2}$ al término del periodo, posiblemente debido a una intensificación de los vientos a lo largo de la costa.
- En la zona costera dentro de las 60 mn, la zona con anomalías negativas de la TSM de $-1 \text{ }^\circ\text{C}$ se expandió de norte a sur hasta los 16°S (Atico), mientras que hacia el sur de los 16°S las condiciones térmicas superficiales se presentaron dentro del rango normal.
- Frente a Paita, a lo largo de las 100 mn de la costa predominaron condiciones térmicas neutras sobre los 50, aunque se detectaron anomalías de hasta $-1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ dentro de las 10 mn en la última semana, posiblemente debido al arribo de una onda Kelvin fría. Entre los 50 y 500 m la temperatura y la salinidad mostraron valores de acuerdo a su estacionalidad. También se observó, respecto a junio, un ascenso de la iso-oxígena de $1,0 \text{ mL L}^{-1}$ en la zona costera, asociada a la presencia de flujos geostroficó hacia el norte sobre los 50 m dentro de las 30 mn.
- Frente a Chicama, se detectaron anomalías térmicas de $+1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ en promedio sobre los 70 m entre las 50 y 100 mn, asociadas al acercamiento de ASS, mientras que en la zona costera se observaron condiciones térmicas neutras y aguas de mezcla entre ASS y ACF, siendo normal para la época. Además, se observó un ligero ascenso de la isoterma de $15 \text{ }^\circ\text{C}$ respecto a junio.
- Las estaciones fijas costeras mostraron un ascenso de las isotermas. En Paita, Chicama y Callao se observó el desarrollo de anomalías térmicas negativas en la columna de agua (<100 m) durante la segunda quincena del mes. En las estaciones fijas de Paita y Chicama se registró el predominio de aguas de mezcla ASS-ACF. En Callao se detectó una transición de aguas de mezcla ASS-ACF a ACF. En 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 $\sim 1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, detectados hasta fuera de las 150 mn frente a Paita y Tumbes; y en zonas ubicadas desde Pisco a Ilo hasta unas 90 mn de manera fragmentada. Las concentraciones correspondieron en general al rango normal, con núcleos de anomalía positiva $< +4 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Ilo y Pisco, así como de anomalías negativas de $-1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ desde el sur de Paita a Chimbote.
- La anchoveta de la región norte - centro presentó una distribución hasta las 30 mn de la costa, ubicándose la principal zona de pesca frente a Bayovar, Chicama y Chimbote. Los índices reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro indicaron que el recurso viene mostrando un aumento en el proceso de maduración gonadal y desove, acorde al patrón histórico.

- Según el modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE, una onda Kelvin fría habría alcanzado el extremo del Pacífico ecuatorial oriental en julio 2019. Se prevé que una onda Kelvin cálida de modo 1 llegaría en agosto del 2019.
- Para el trimestre OND 2019, 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 indicaron condiciones neutras de agosto a noviembre 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 Gisolme 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°.09 -2019, junio 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.
- 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 - julio 2019.

Estación	TSM Jun. (°C)	TSM Jul. (°C)	ATSM Jul. (°C)
Tumbes	27.53	26.16	1.06
Paíta	17.64	17.46	-0.04
San José	18.47	17.39	-1.51
Chicama	17.28	16.57	-0.23
Huanchaco	17.24	16.49	-0.31
Chimbote	18.88	17.88	-0.82
Huacho	16.64	15.32	-1.38
Callao	16.70	15.72	-0.38
Pisco	20.05	18.08	-0.22
Ilo	15.87	15.18	-0.12

8. FIGURAS

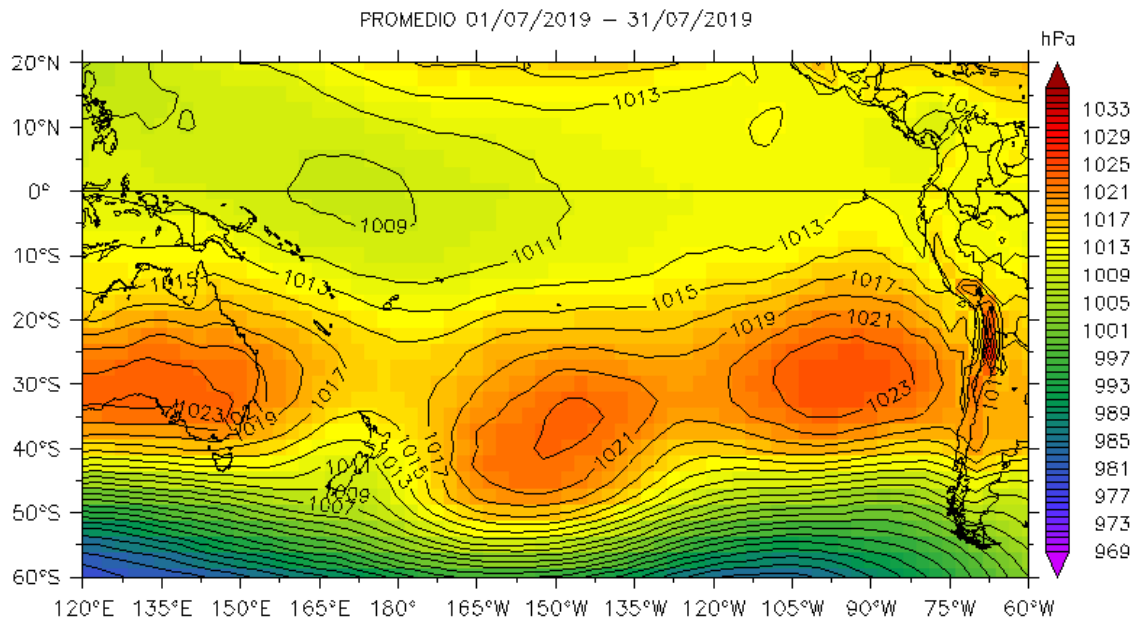
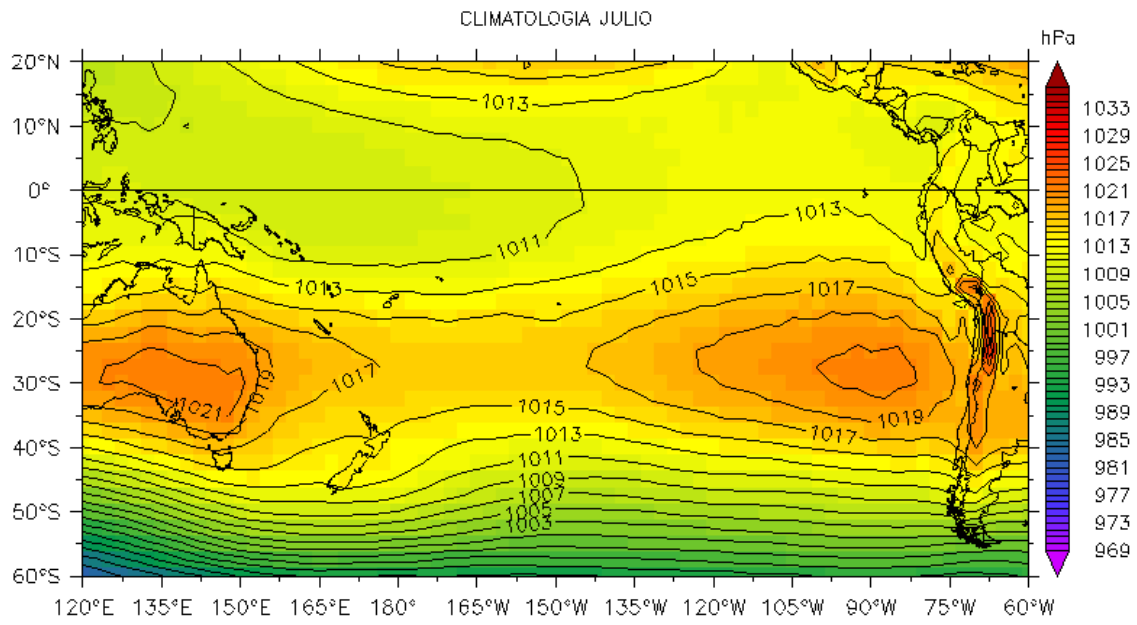


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 julio, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

a)



b)

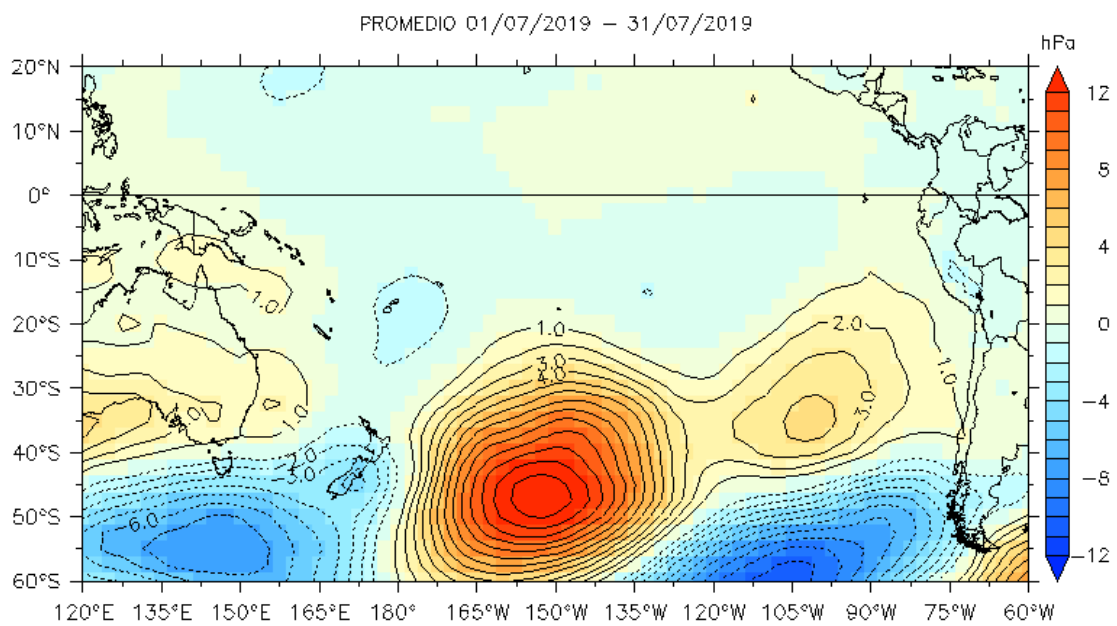


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de julio 2019. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

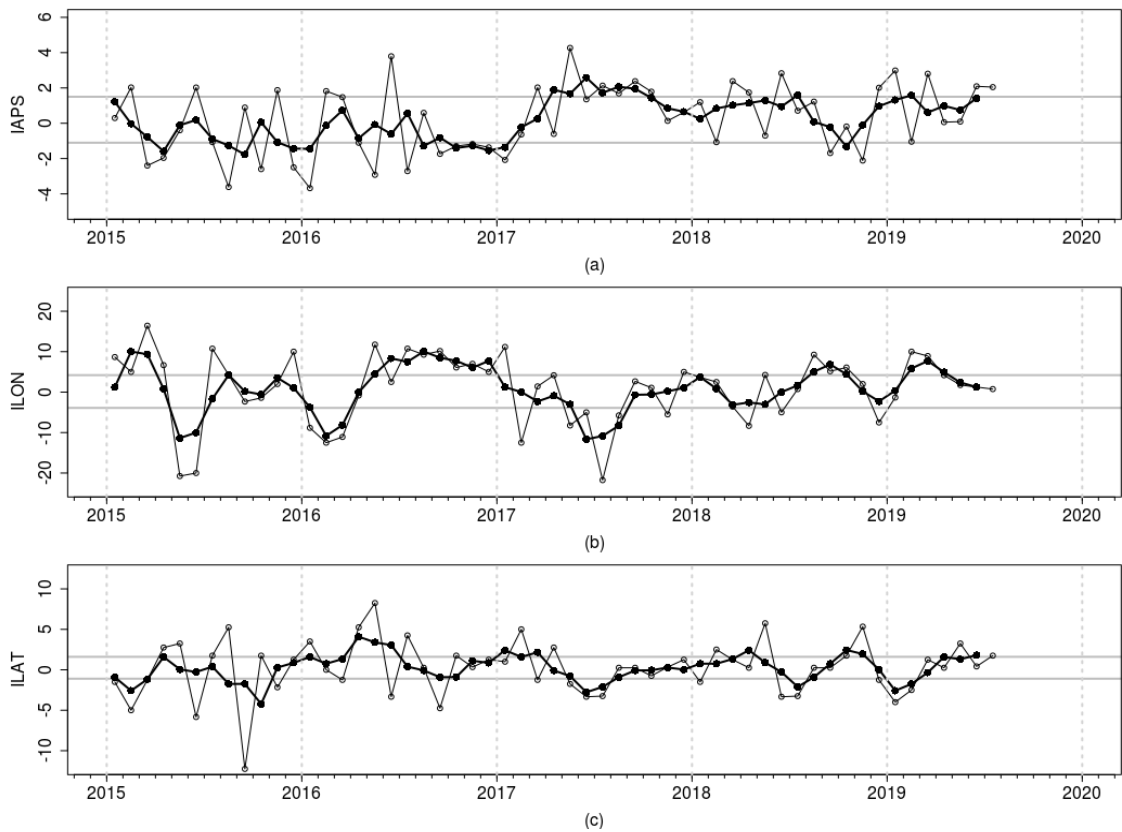


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre AMJ 2019 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2015 – julio 2019.

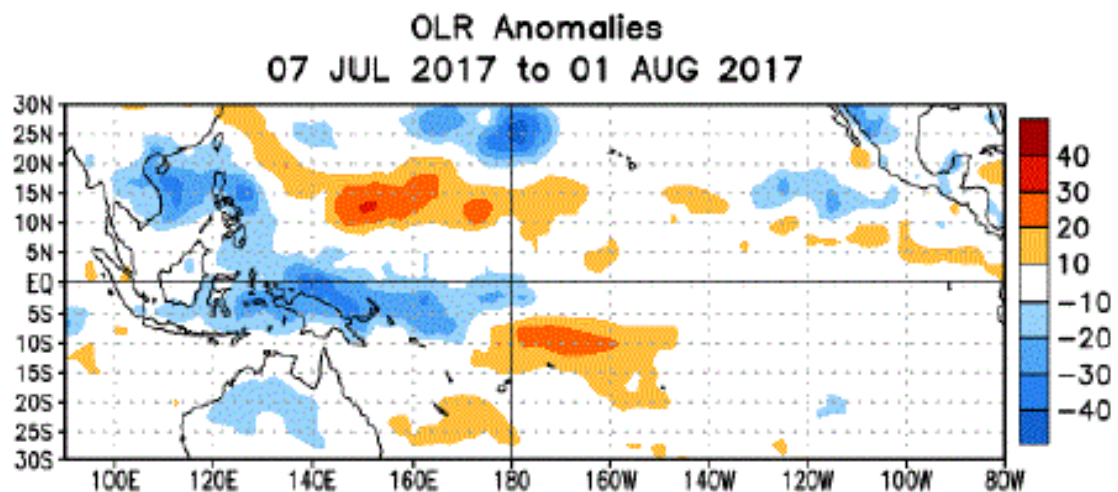


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de julio de 2019. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

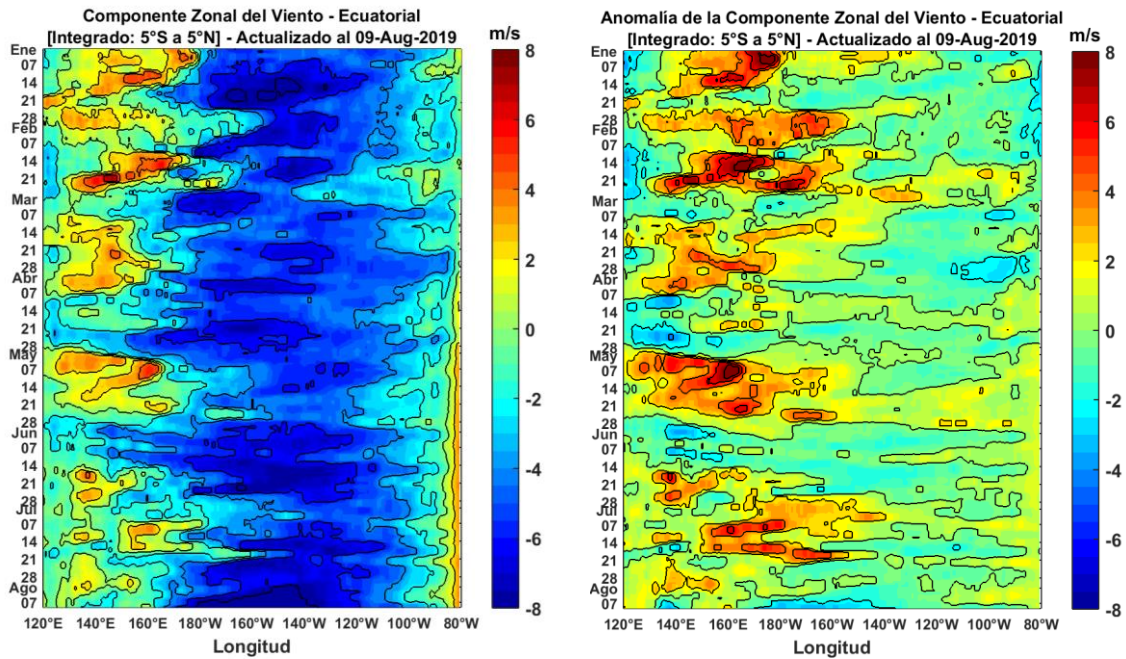


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 09/08/2019.

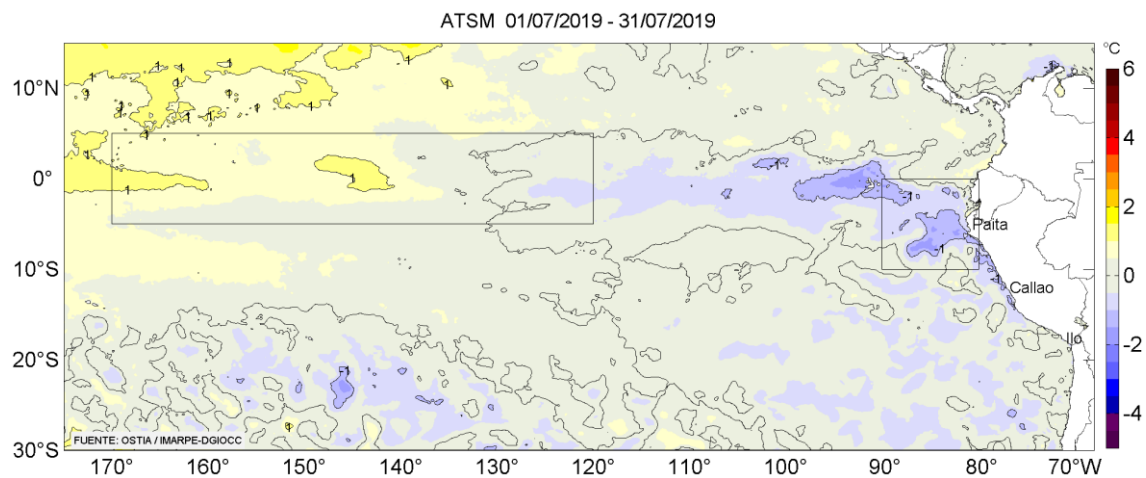


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de julio 2019. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

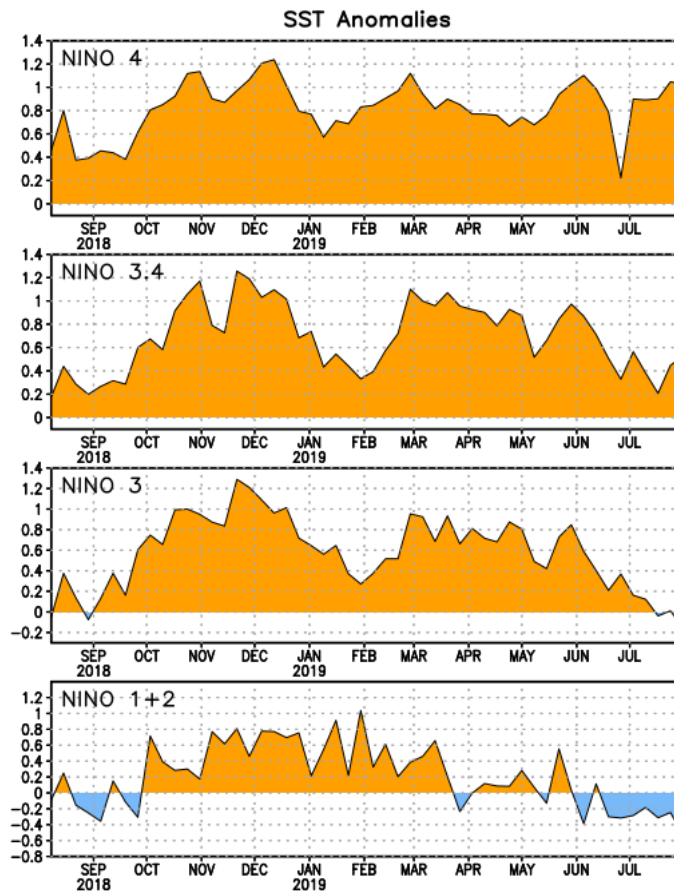


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de julio del 2019. Fuente CPC/NOAA.

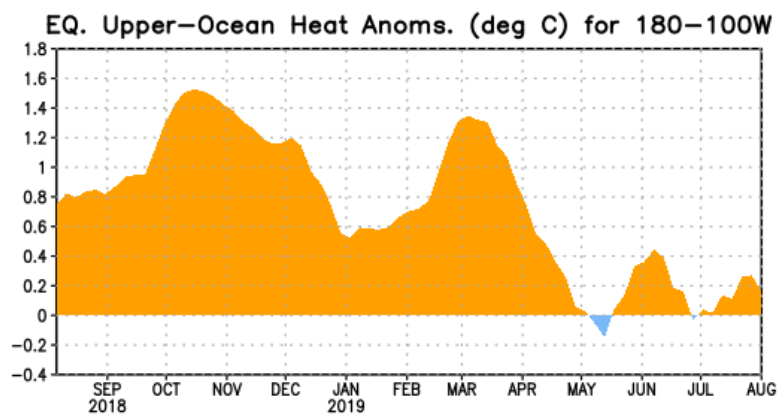


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

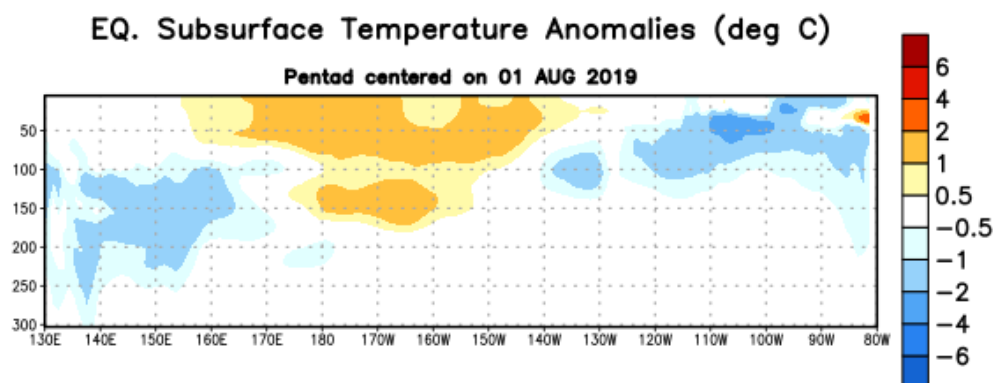


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del Océano Pacífico Ecuatorial, centradas en la semana del 1 de agosto del 2019. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

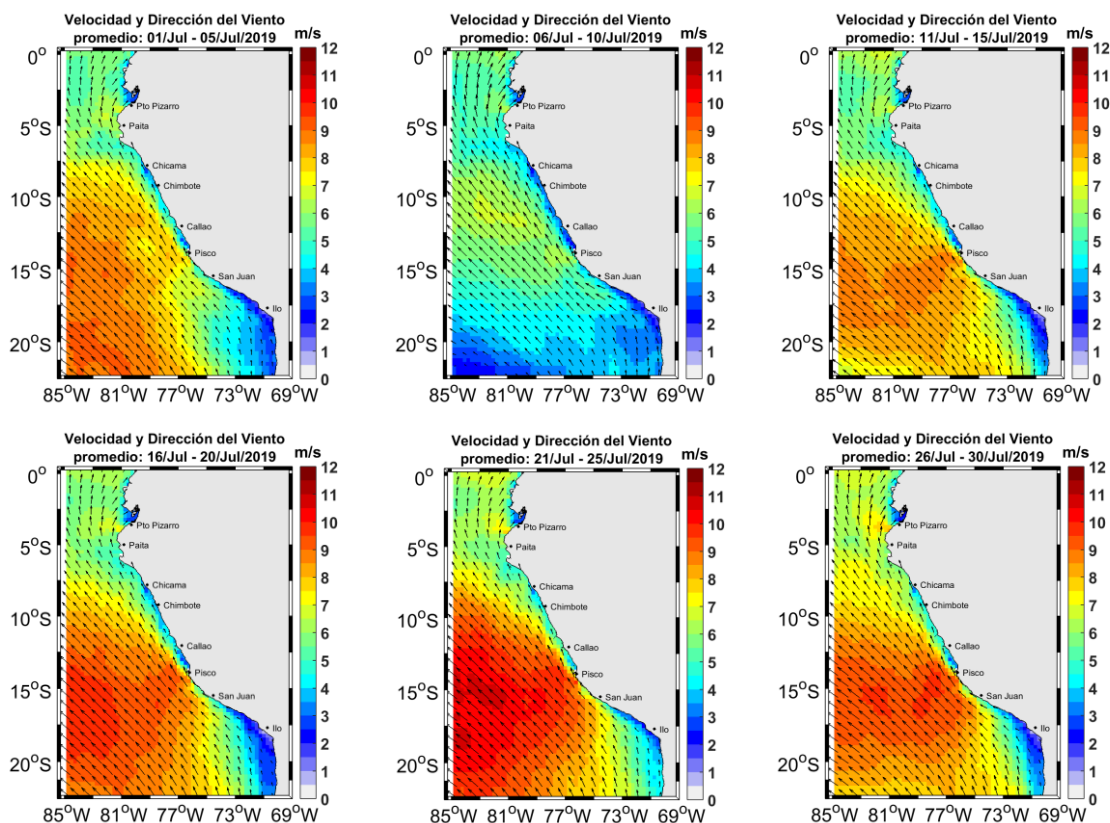


Figura 10. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2019. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo del 2019 por lo cual la información fue completada con el producto del proyecto COPERNICUS, previa validación de acuerdo a Correa et al. 2016). Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/07/2019.

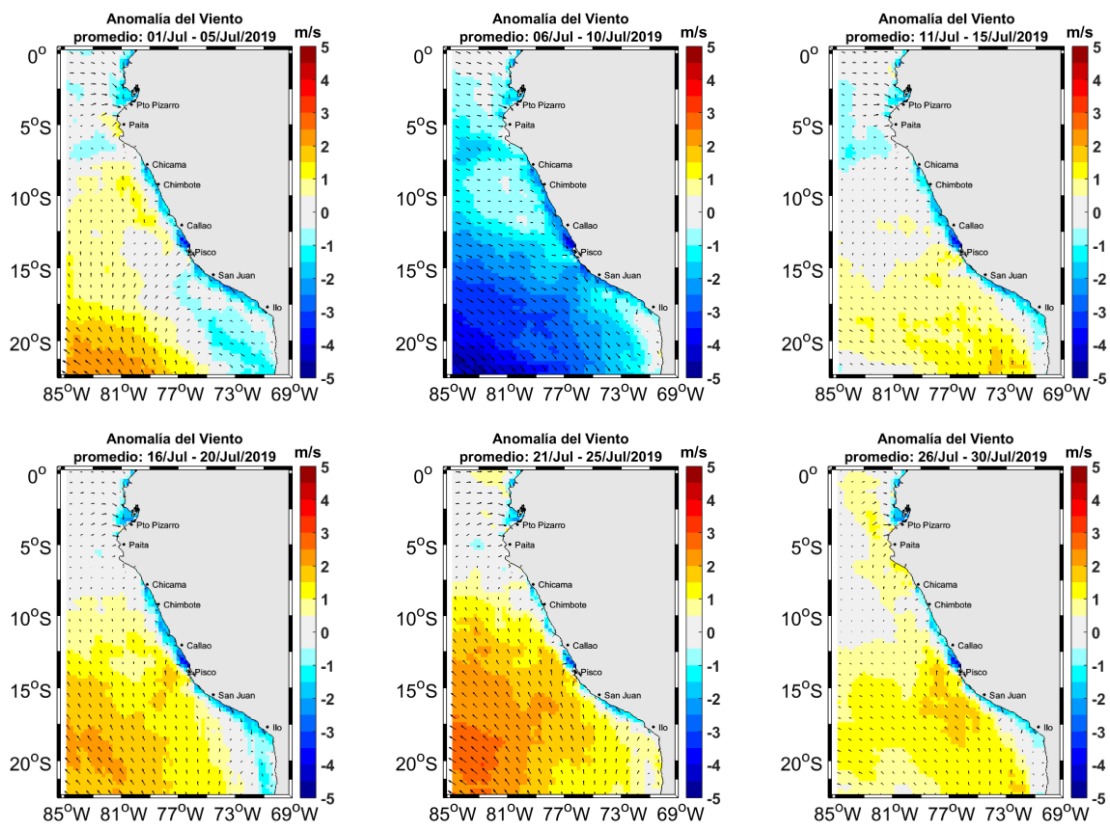


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2019. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 30/07/2019.

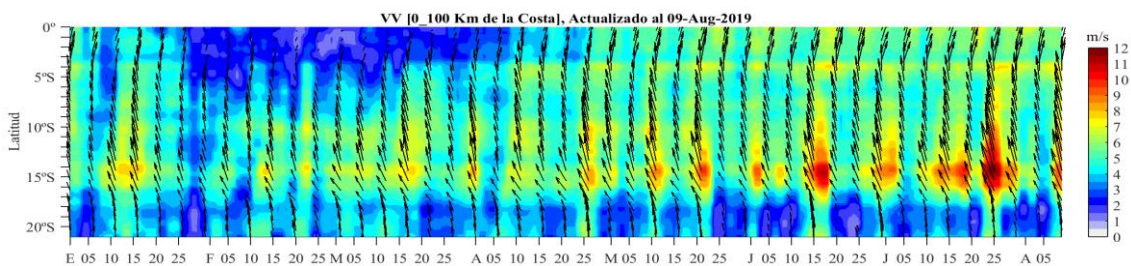


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 05/08/2019.

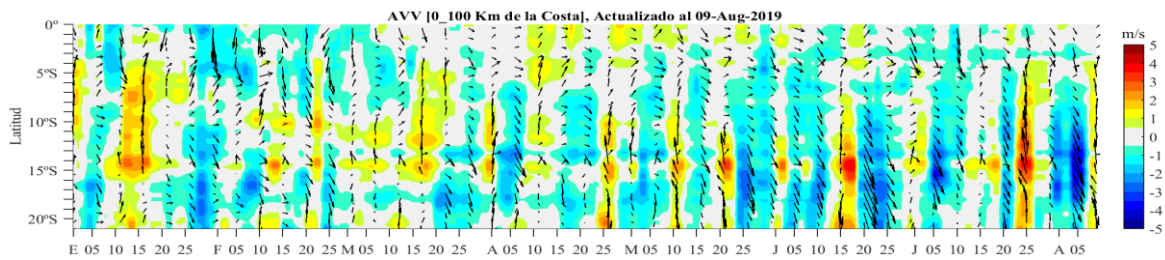


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT y productos del producto COPERNICUS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 05/08/2019.

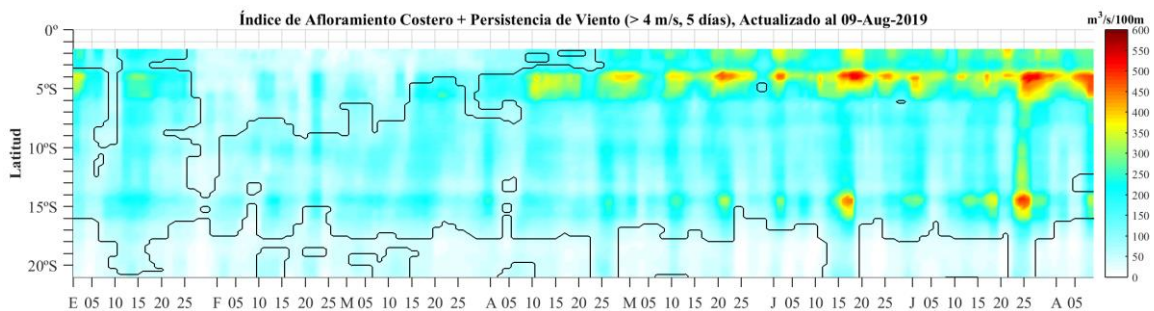


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad diciembre a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 05/08/2019.

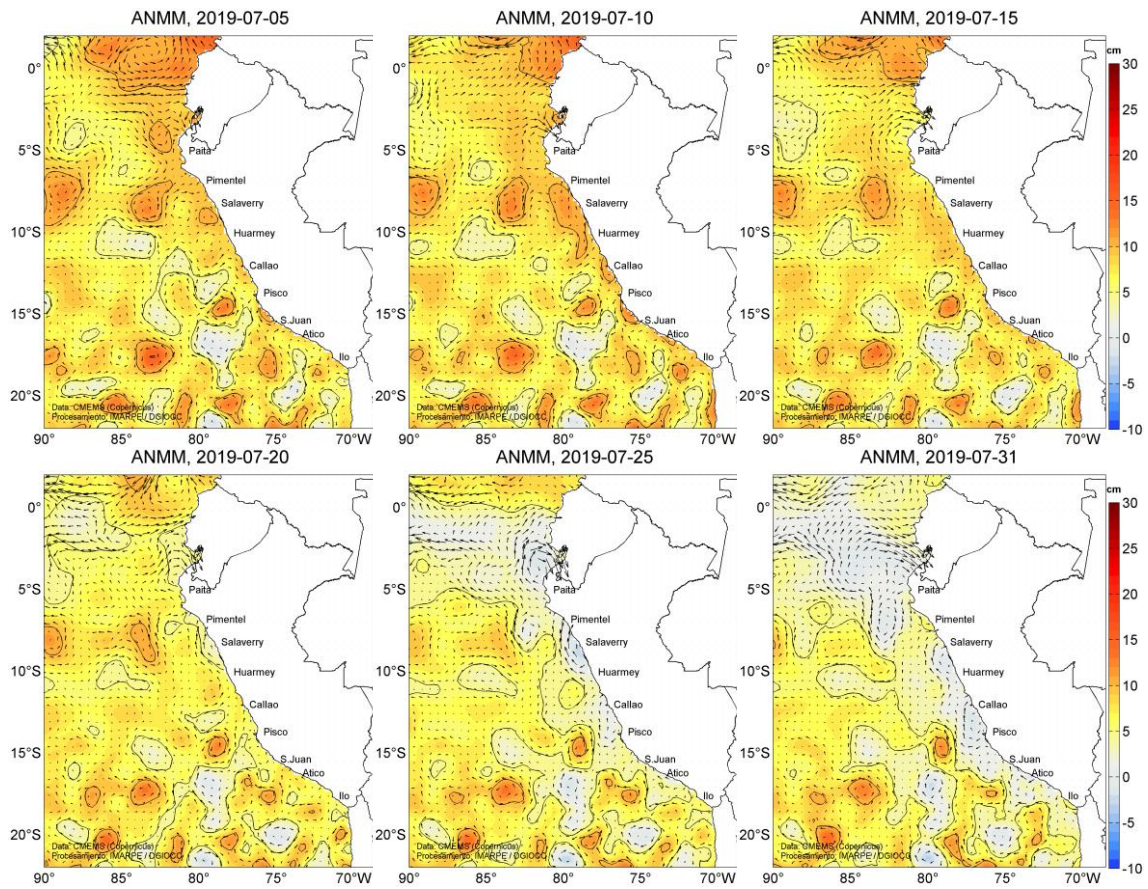


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y flujos geostróficas, cada cinco días para el mes de julio de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

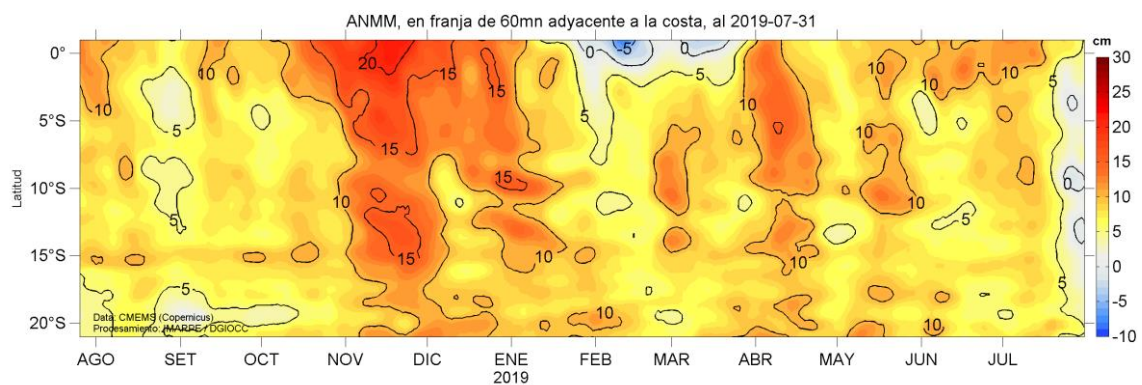


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 31 de julio del 2019, para la franja de 60 mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

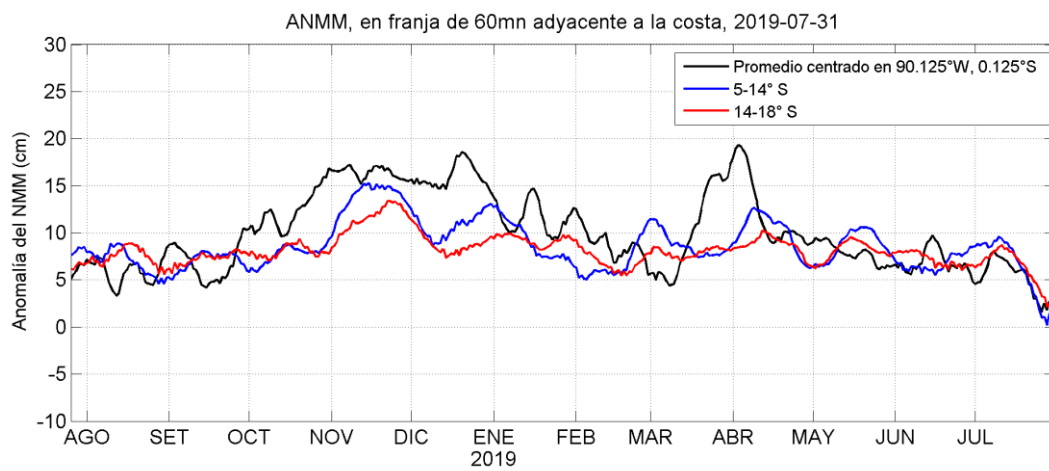


Figura 17. Variación temporal de la ANM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de julio del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

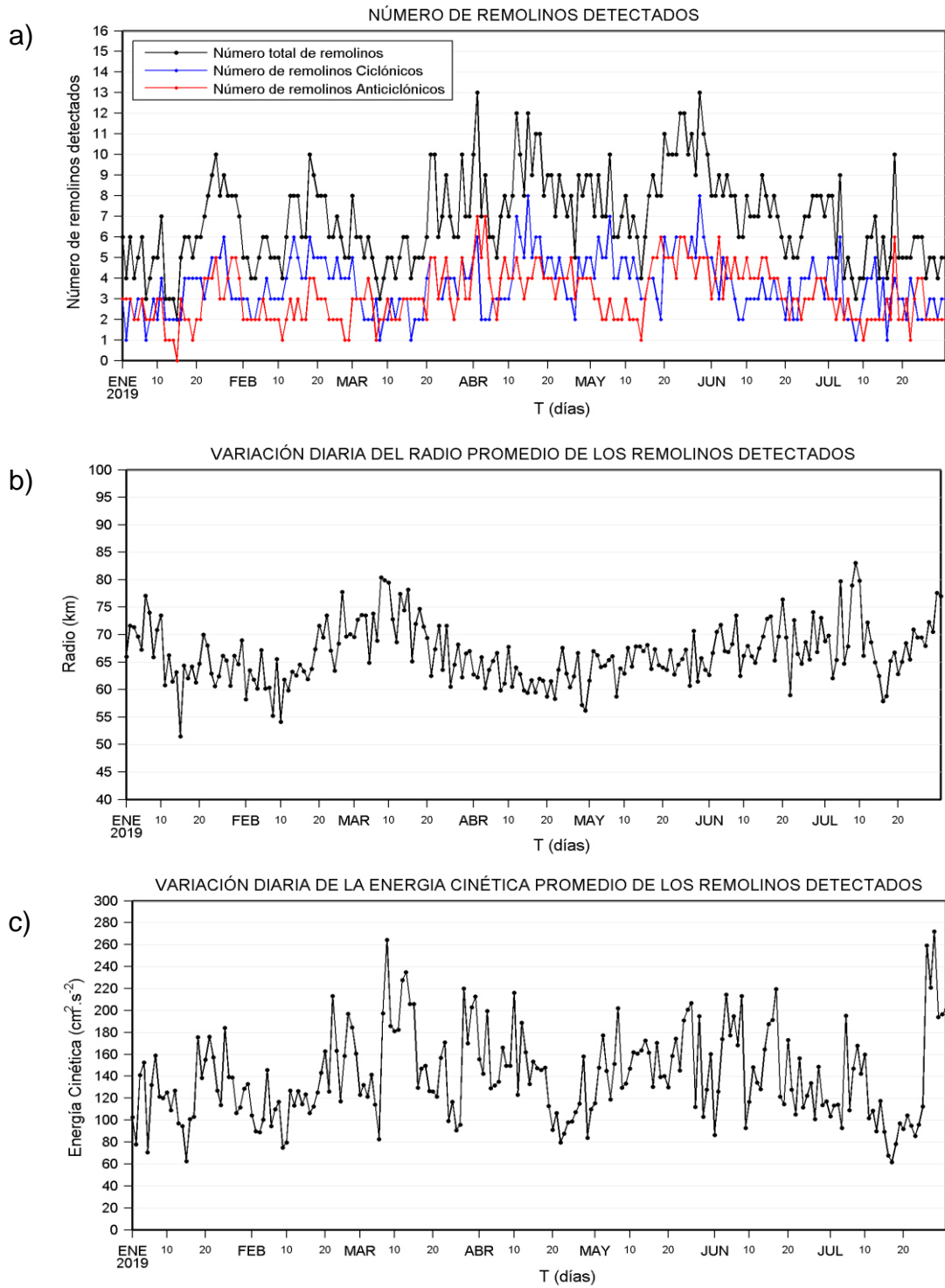


Figura 18. Variación diaria del a) número de remolinos detectados, b) radio promedio y c) la energía cinética promedio, en la zona costera del Perú [70°-84°W, 3°-18°S], desde enero hasta julio del 2019 Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

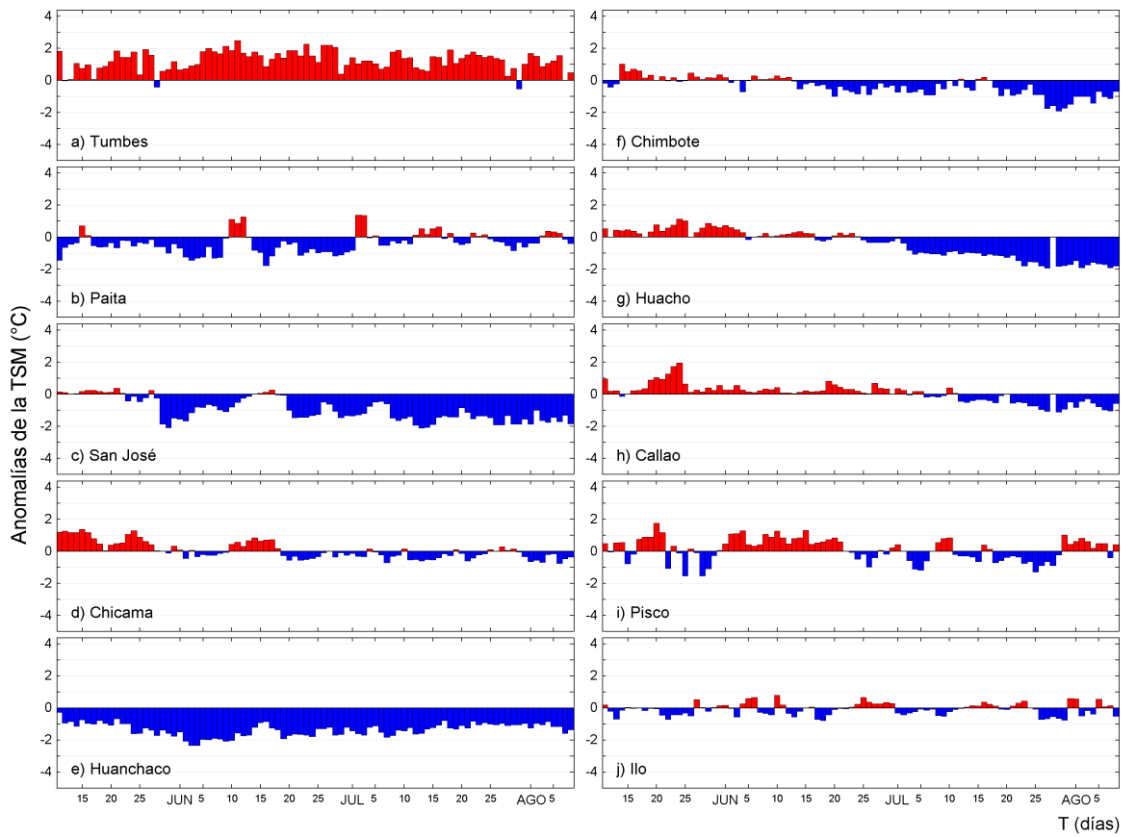


Figura 19. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

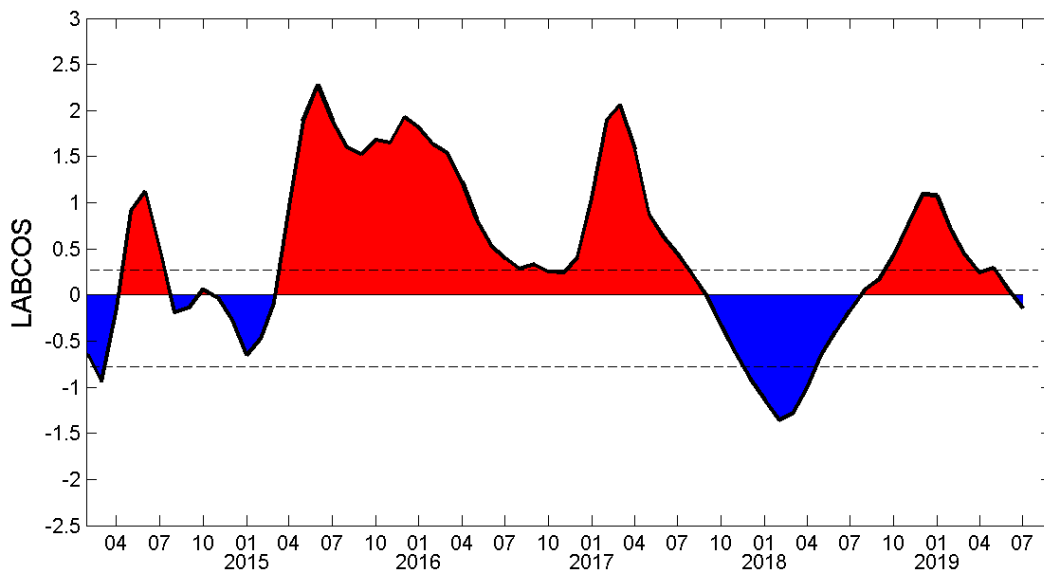


Figura 20. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo marzo 2014 - julio 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

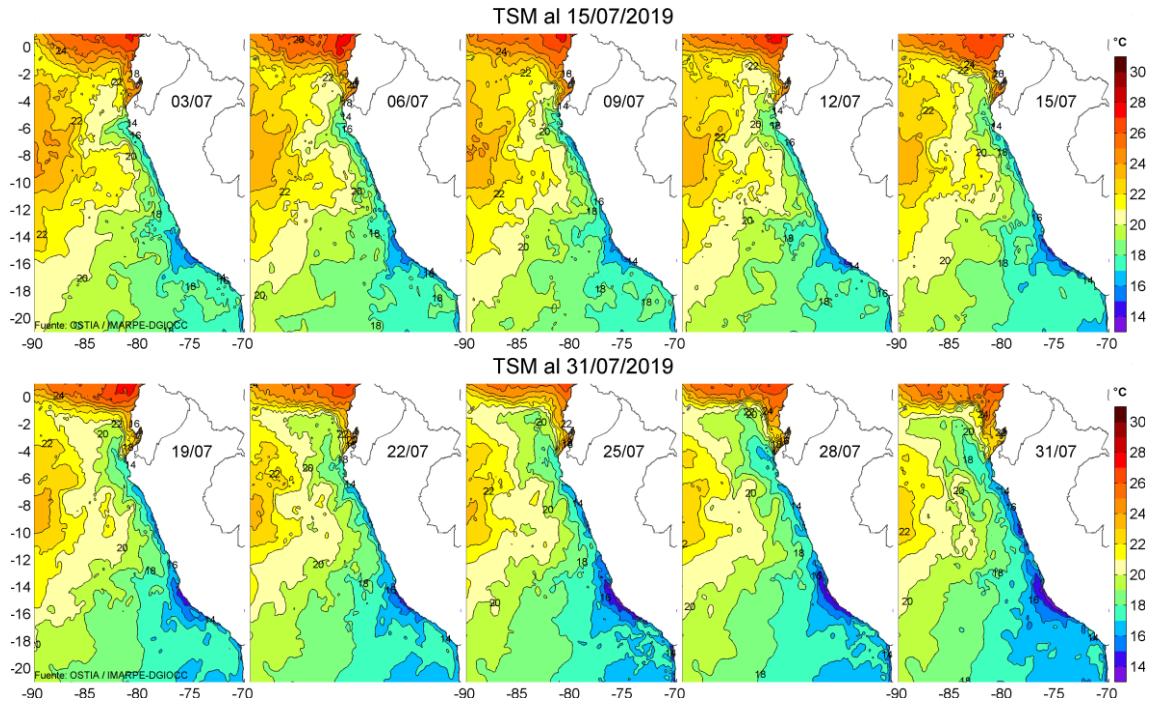


Figura 21. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante julio del 2019. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

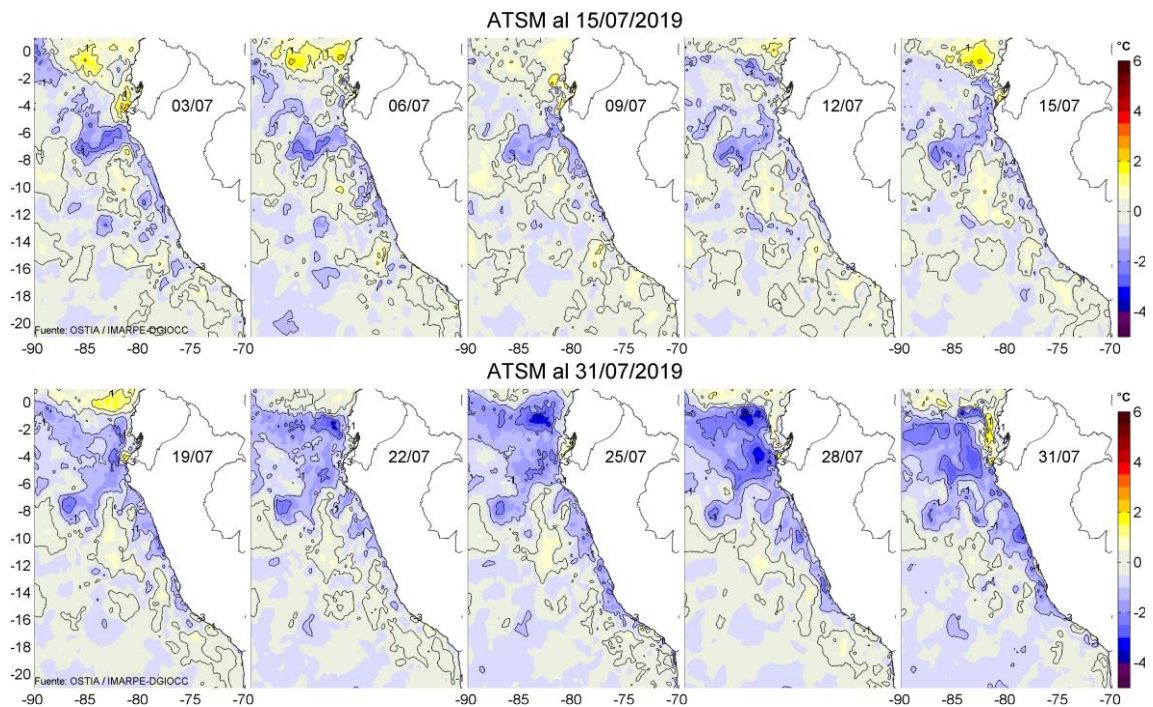


Figura 22. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante julio del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

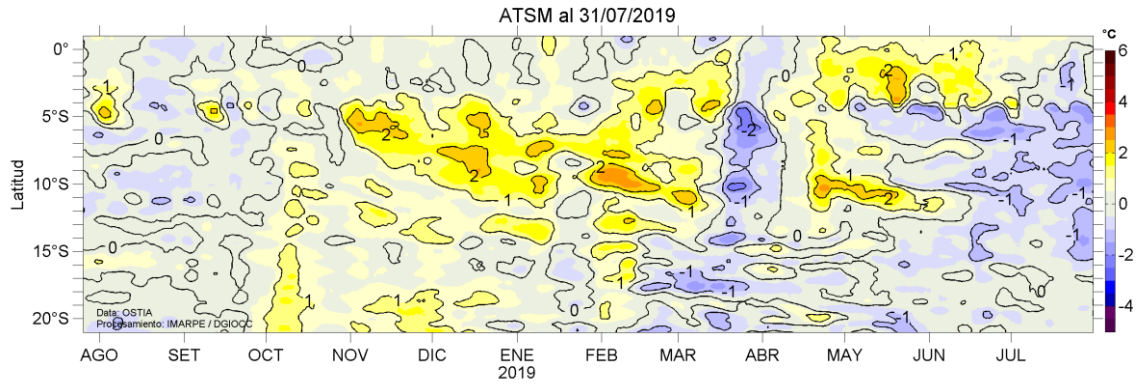


Figura 23. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 31 de julio del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

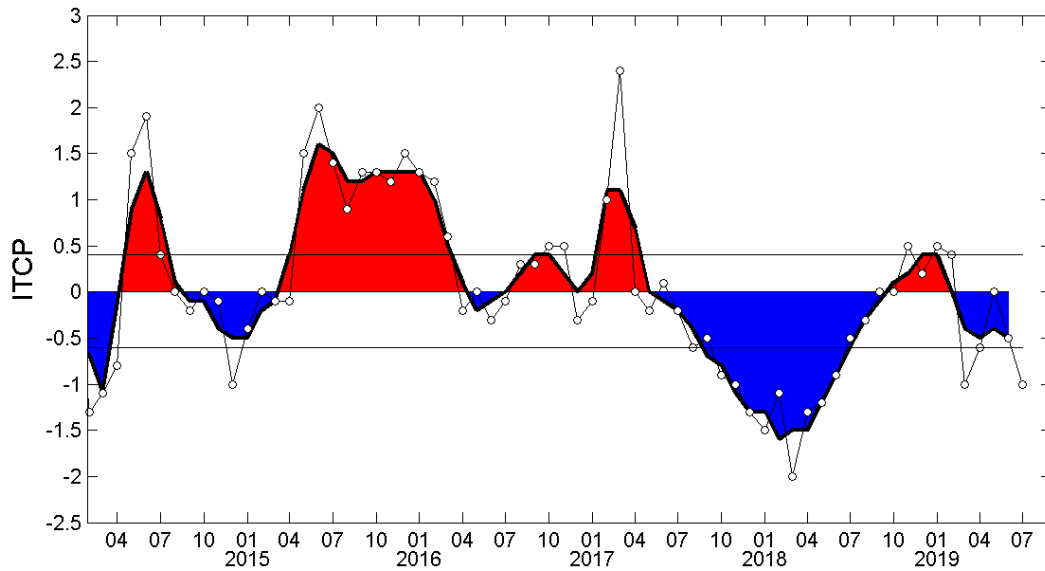


Figura 24. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre MJJ 2019. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

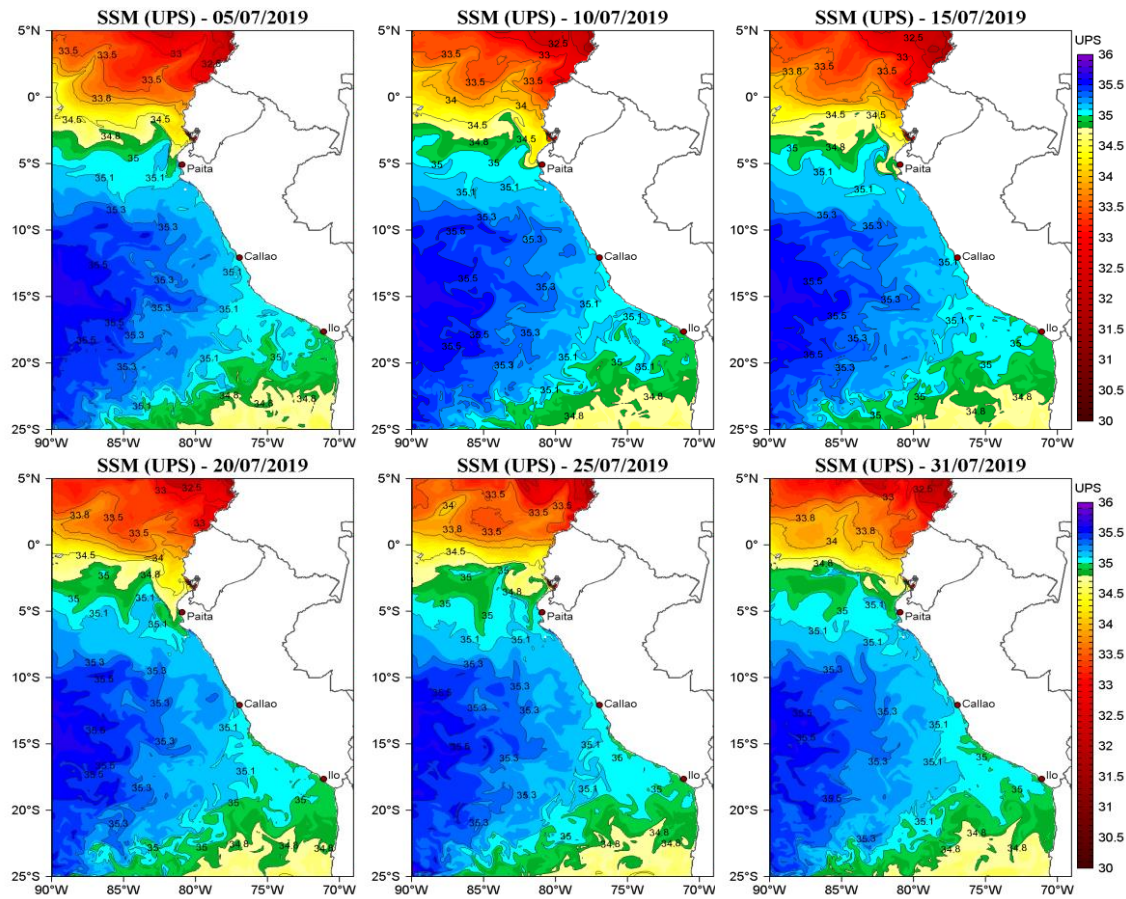


Figura 25. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de julio del 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

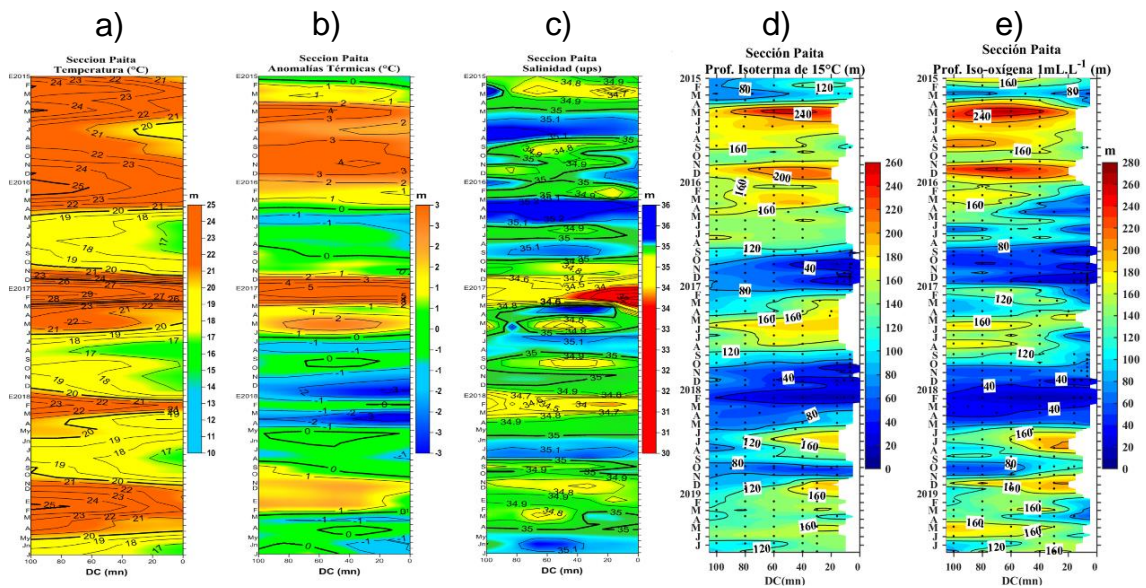


Figura 26. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta julio del 2019.

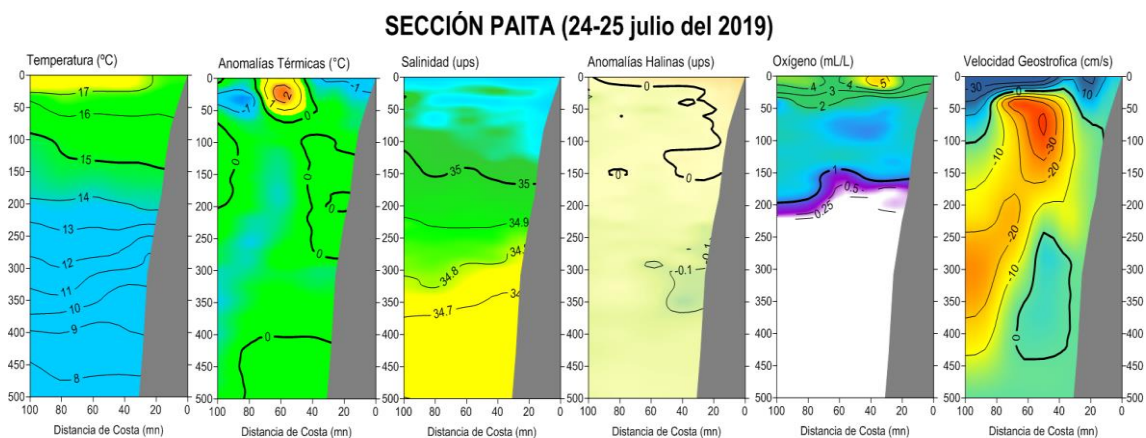


Figura 27. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 - 25 de julio de 2019. Fuente: IMARPE.

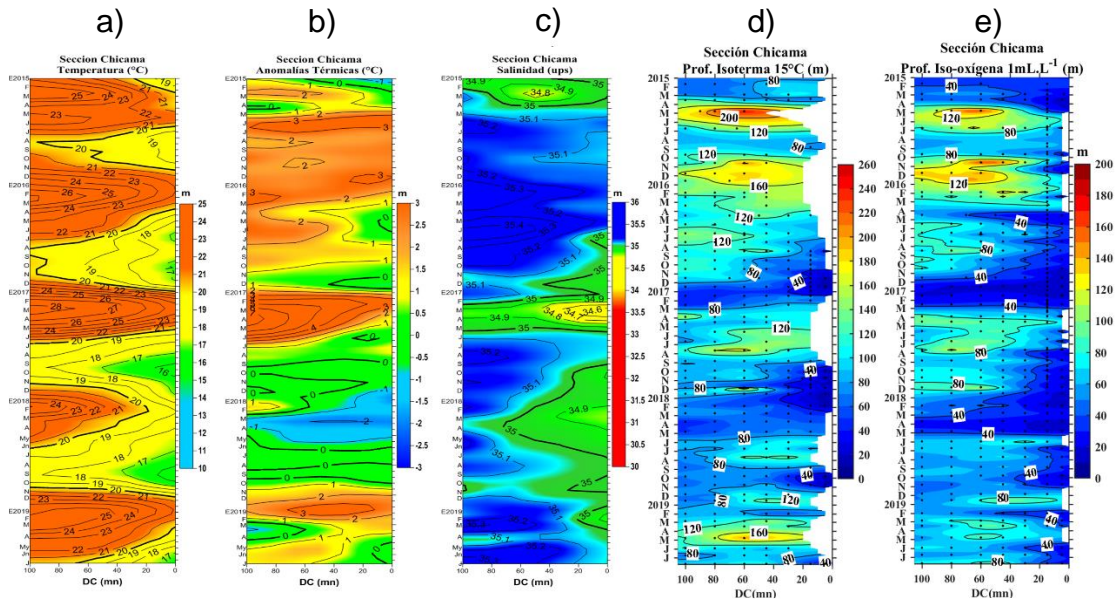


Figura 28. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta julio de 2019.

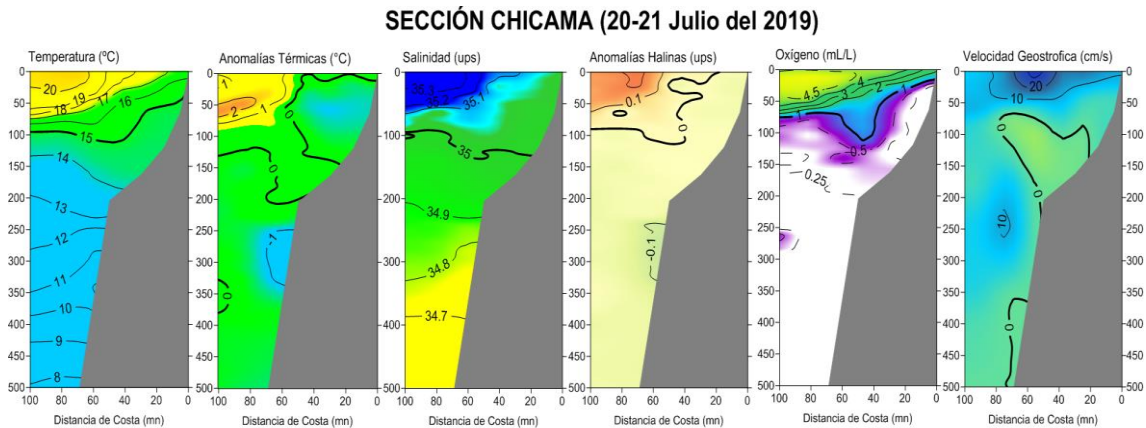


Figura 29. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalia de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalia de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 20 - 21 de julio de 2019. Fuente: IMARPE.

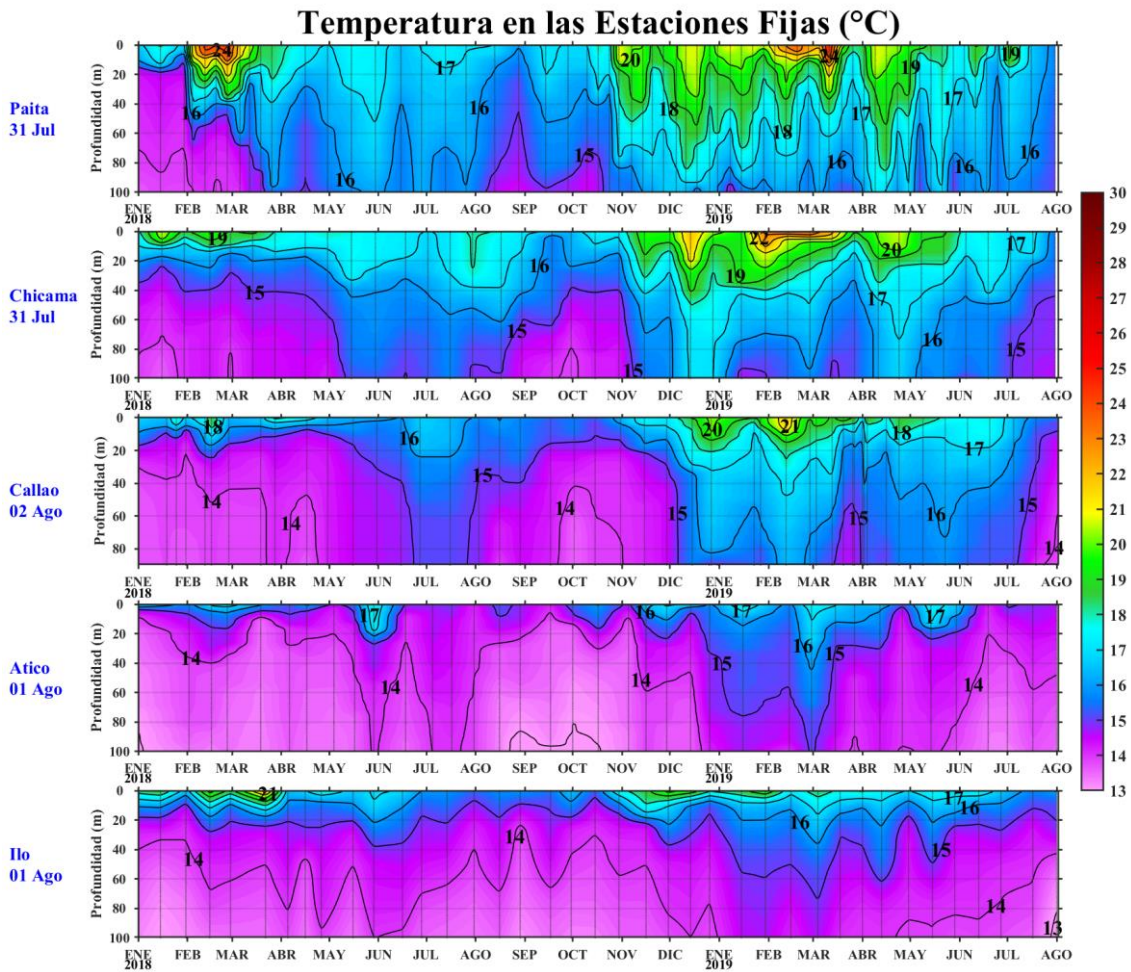


Figura 30. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las Estaciones Fijas de: a) Paíta, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2018 a julio de 2019.

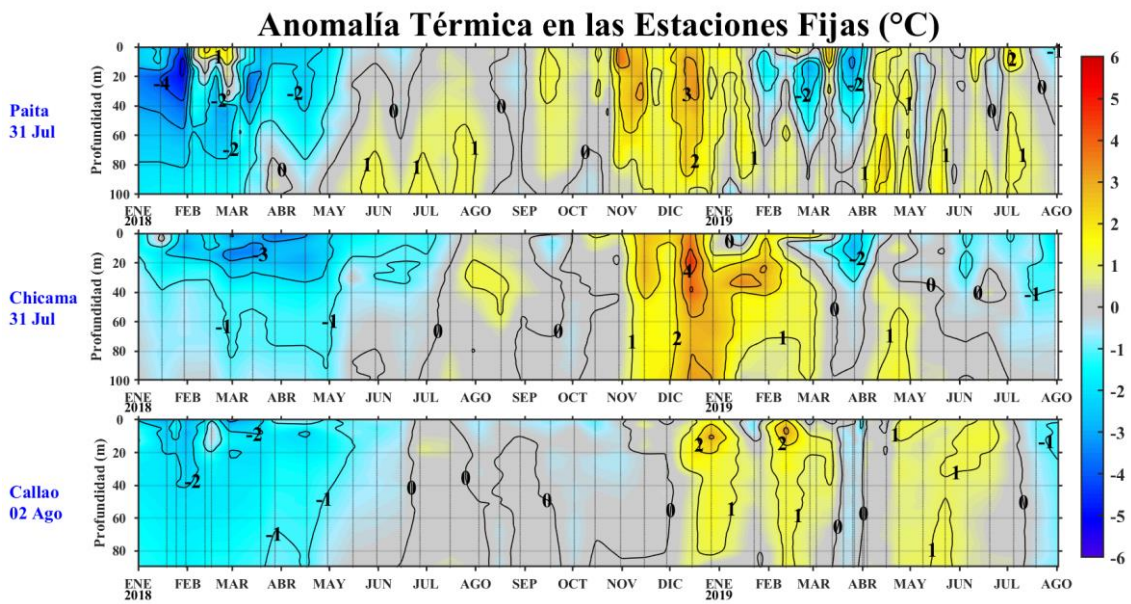


Figura 31. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las Estaciones Fijas de: a) Paíta, b) Chicama, c) Callao de enero de 2018 a julio de 2019.

Salinidad en las Estaciones Fijas (ups)

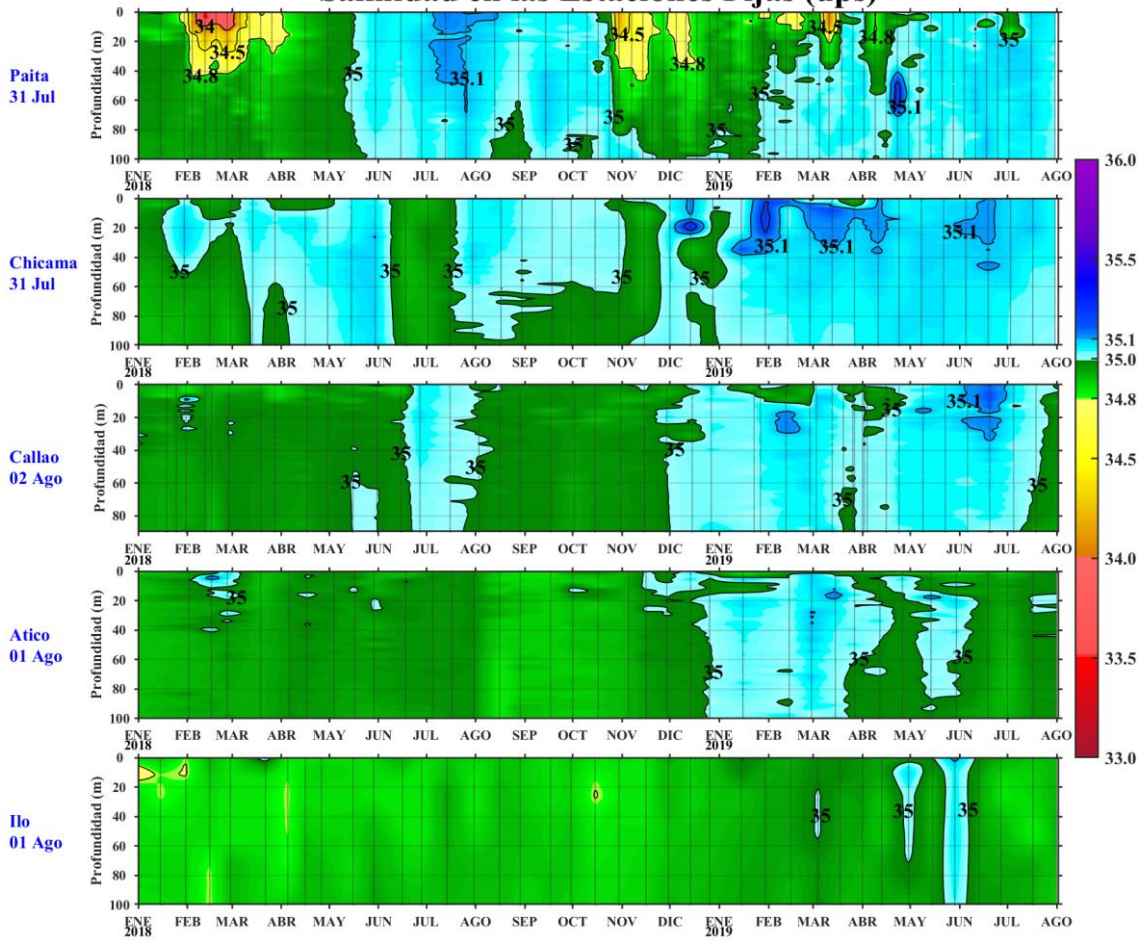


Figura 32. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2018 a julio de 2019.

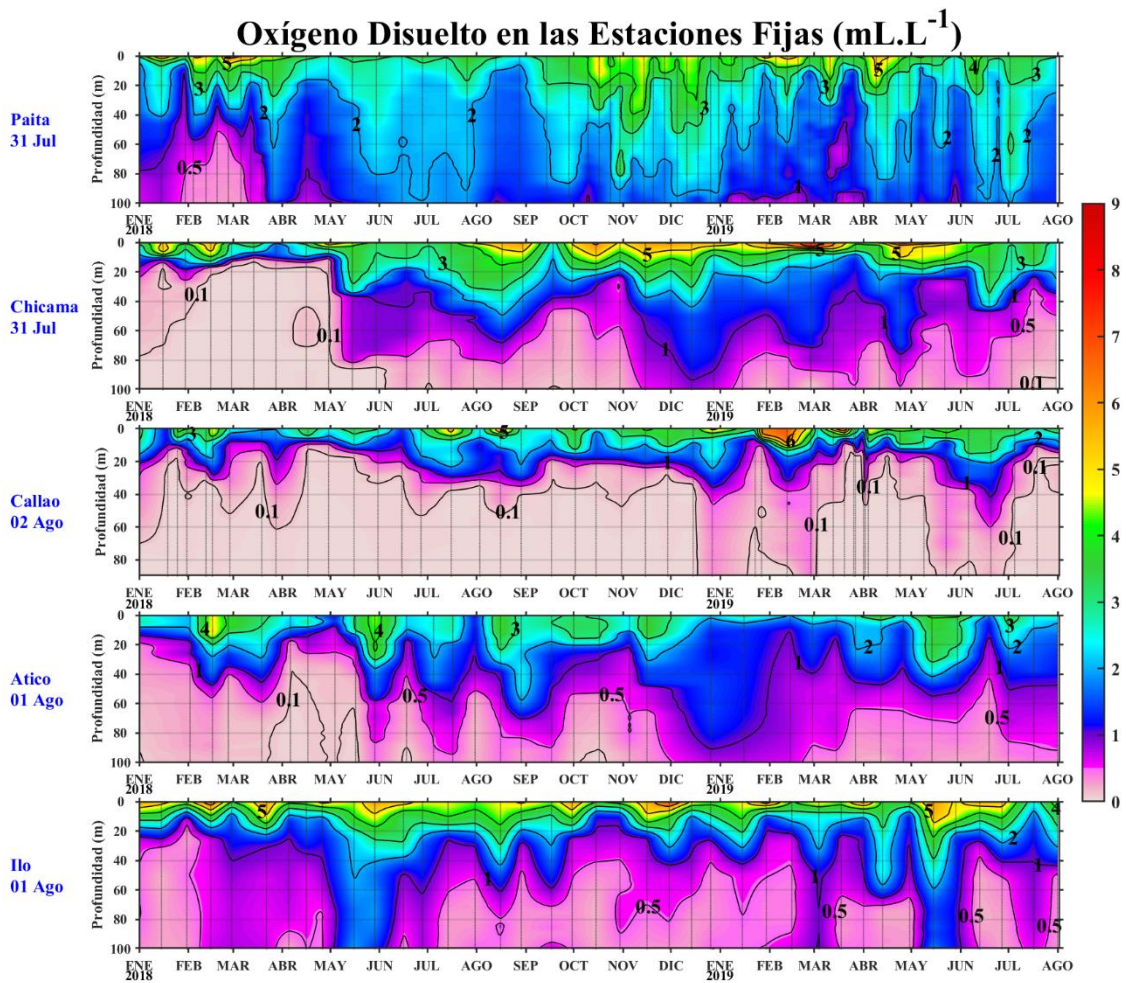


Figura 33. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2018 a julio de 2019.

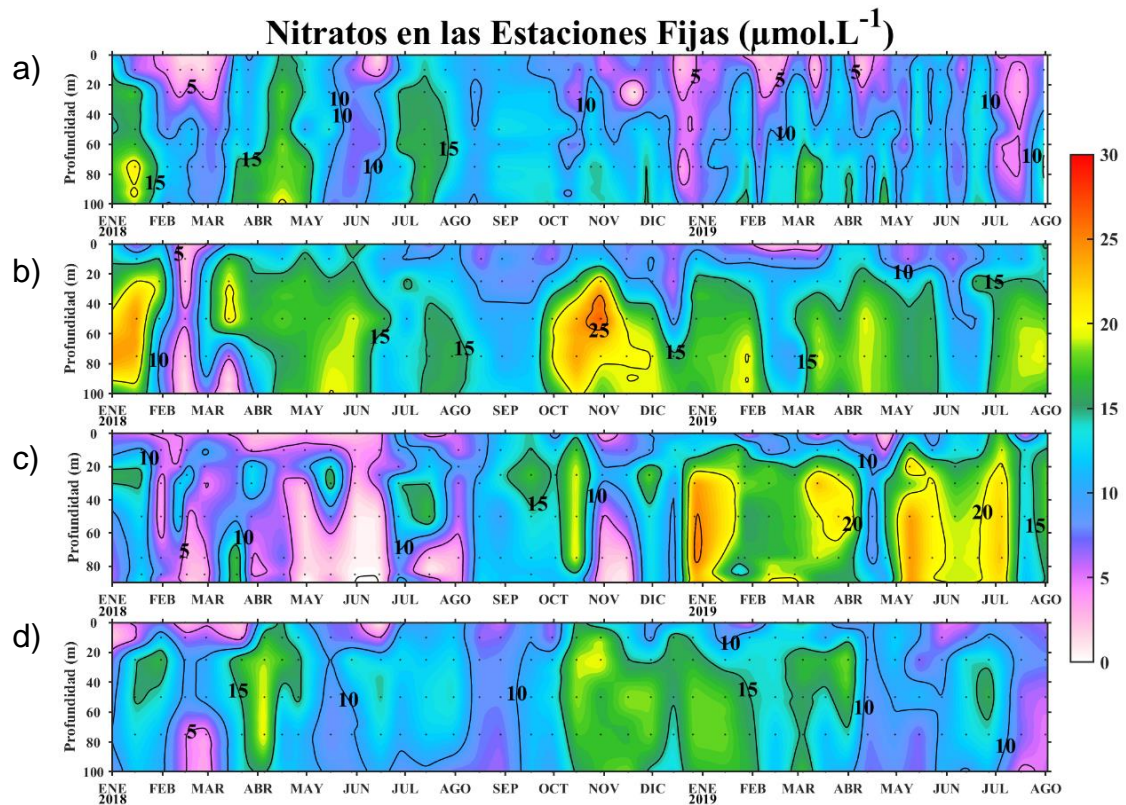


Figura 34. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao y d) Ilo de IMARPE entre enero 2018 a julio 2019.

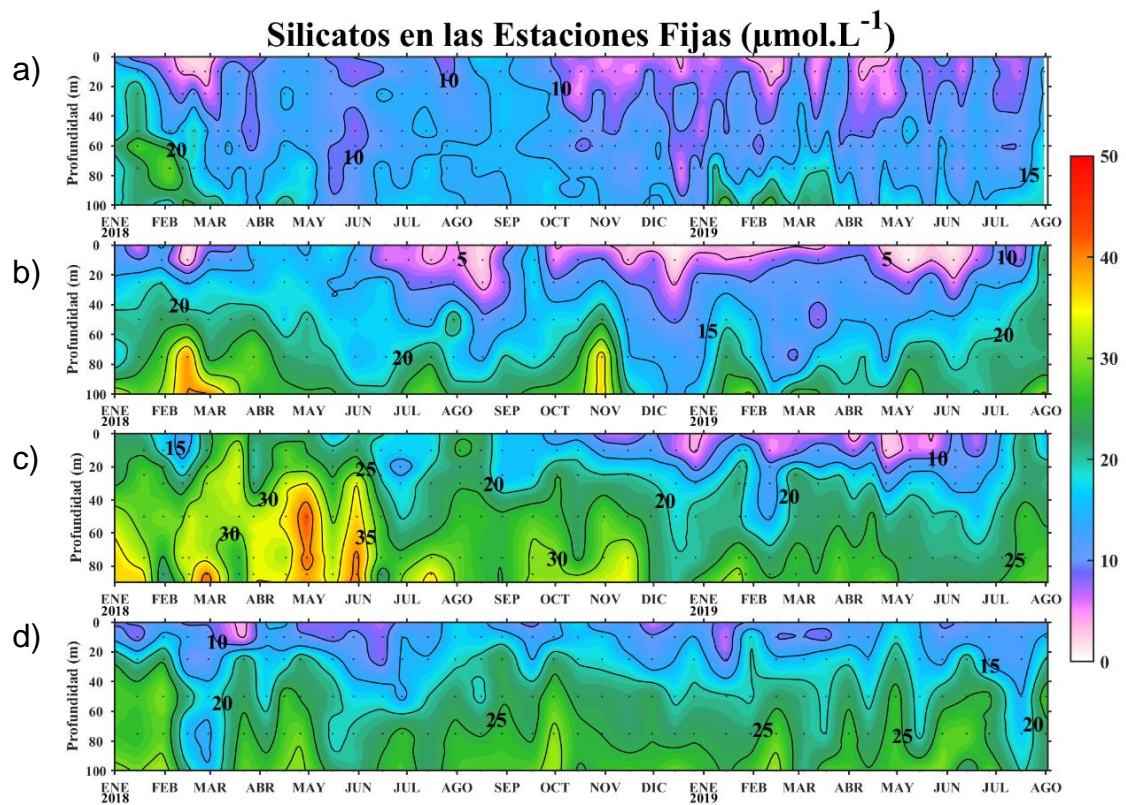


Figura 35. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao y d) Ilo de IMARPE entre enero 2018 a julio 2019.

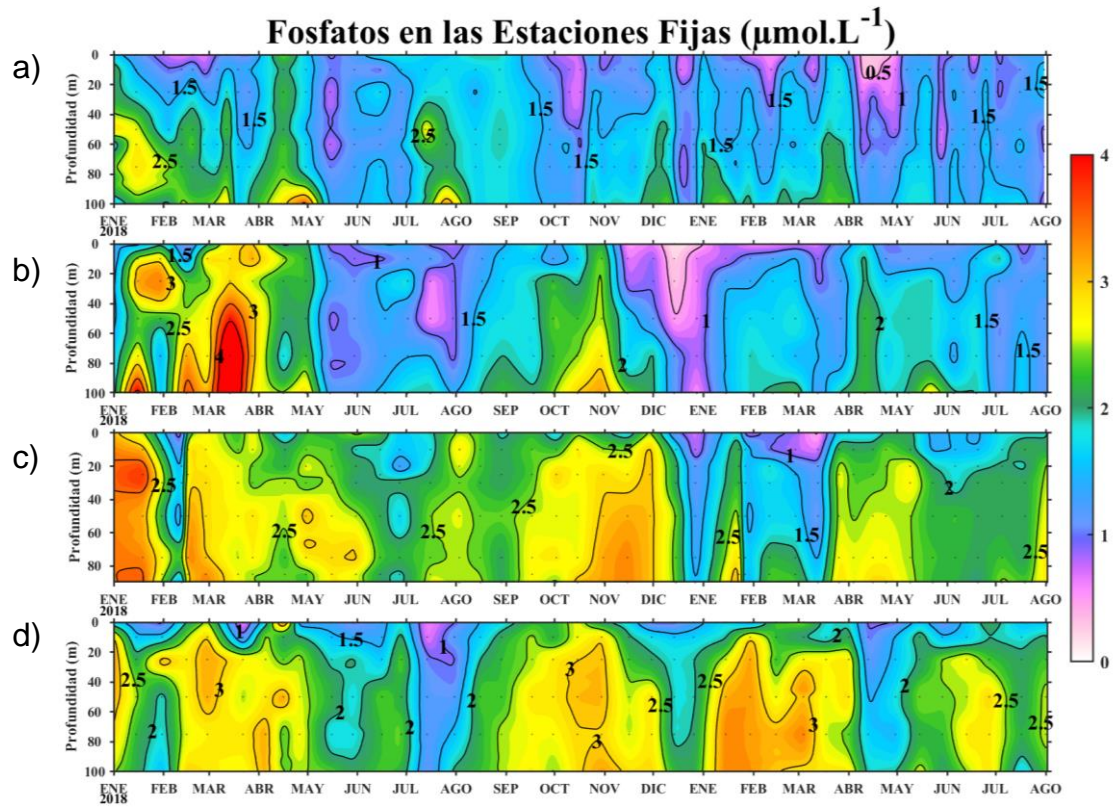


Figura 36. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas de: a) Paíta, b) Chicama, c) Callao y d) Ilo de IMARPE entre enero 2018 a julio 2019.

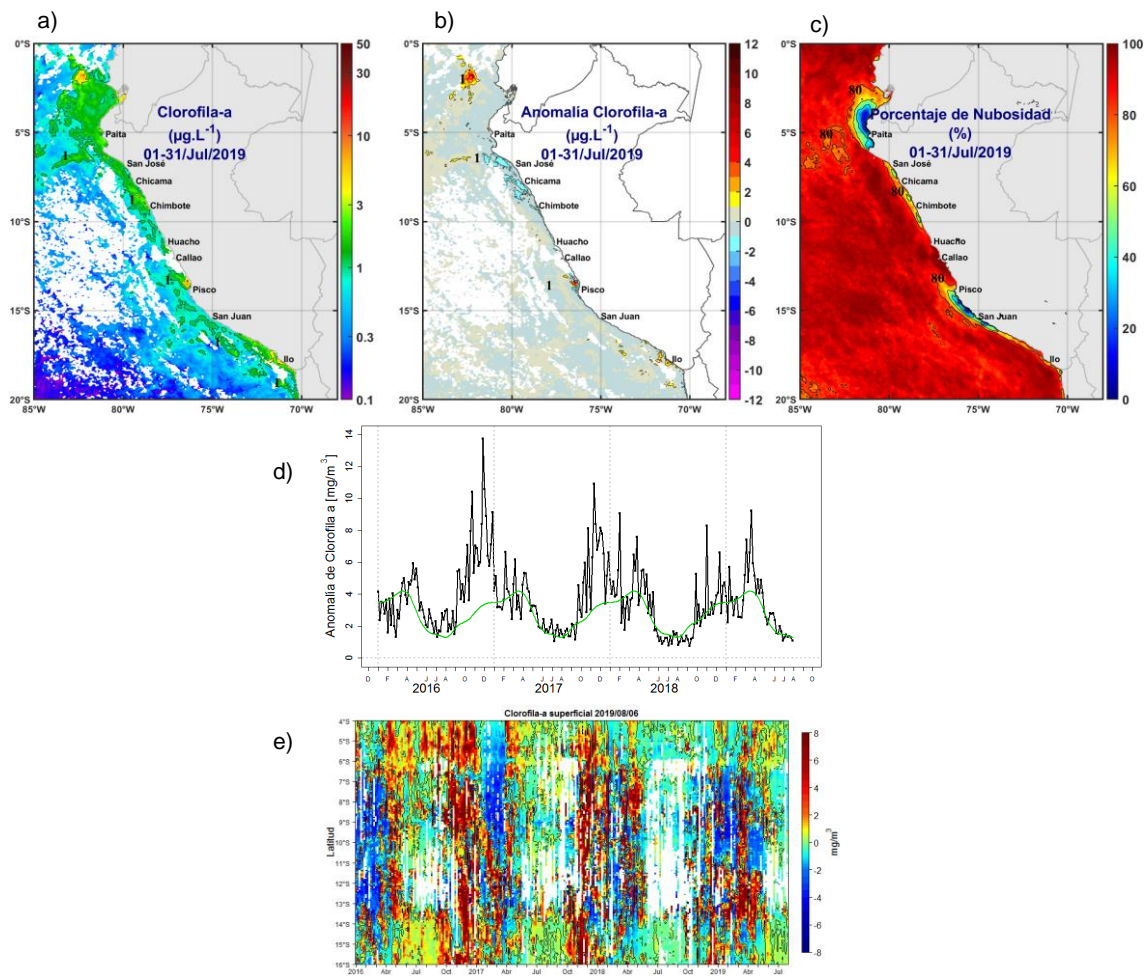


Figura 37. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante julio 2019 (en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

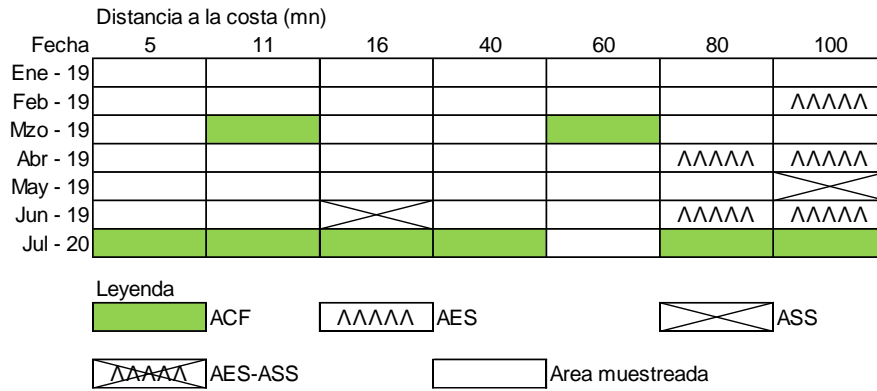


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1907.

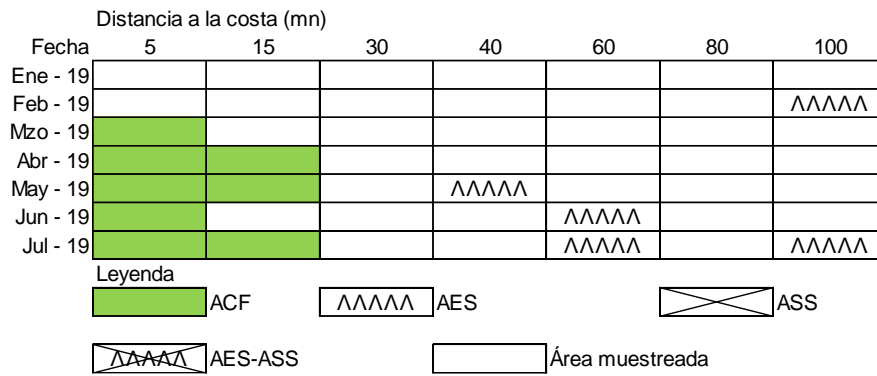


Figura 39. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1907.

Paíta 2019
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	10	15	40	60	80	100
26 al 28 de Enero del 2019		X	X	X	X	X	X
27 y 28 de febrero del 2019	X	X	X	X	X	X	X
21 de marzo del 2019		X	X	X	X	X	X
26 y 27 de abril del 2019	X	X	X	X	X	X	X
30 y 31 de mayo del 2019					X	X	X
24 y 25 de junio 2019			X	X	X	X	X
23 y 24 de julio 2019							

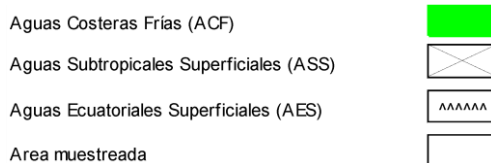


Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paíta 1907.

Chicama 2019
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	45	60	80	100
Del 30 enero al 01 febrero 2019		X	X	X	X	X	X
25 y 26 de Febrero del 2019		X	X	X	X	X	X
15 de marzo del 2019				X	X	X	X
23 de abril del 2019							X
29 de mayo del 2019							
22 de junio 2019					X	X	X
21 de julio 2019							

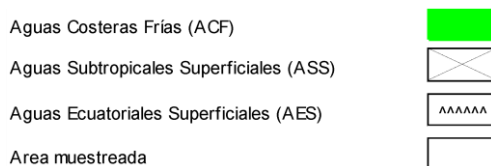


Figura 41. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1907.

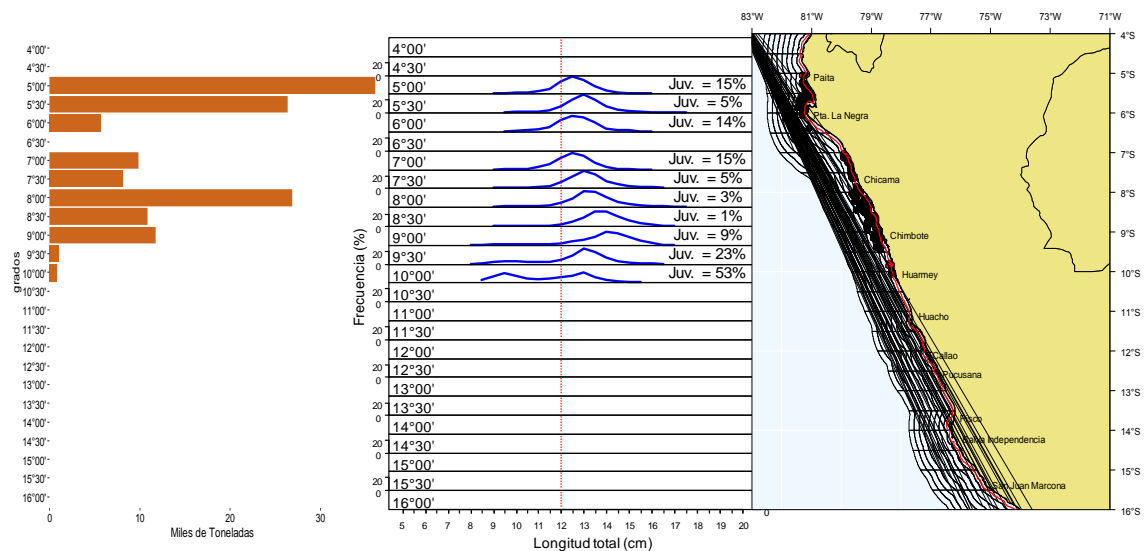


Figura 42. Distribución de mayores desembarques de captura de anchoveta y estructura por tamaños de anchoveta según el gradiente latitudinal, distribuidos en el mar peruano (Puntos negros: adultos, puntos rojos: juveniles); durante julio 2019. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

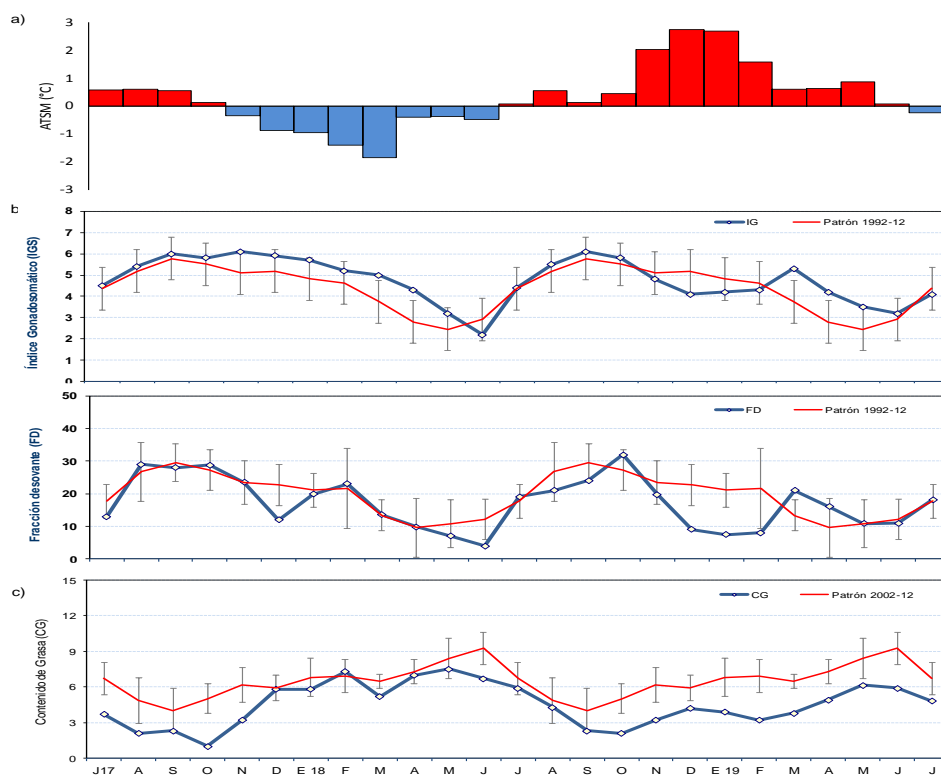


Figura 43. a) Anomalia de la TSM (°C) de Chicama. Indicadores reproductivos, b) Índice Gonadosomático (IG), c) Fracción Desovante (FD) y d) contenido graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – julio 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

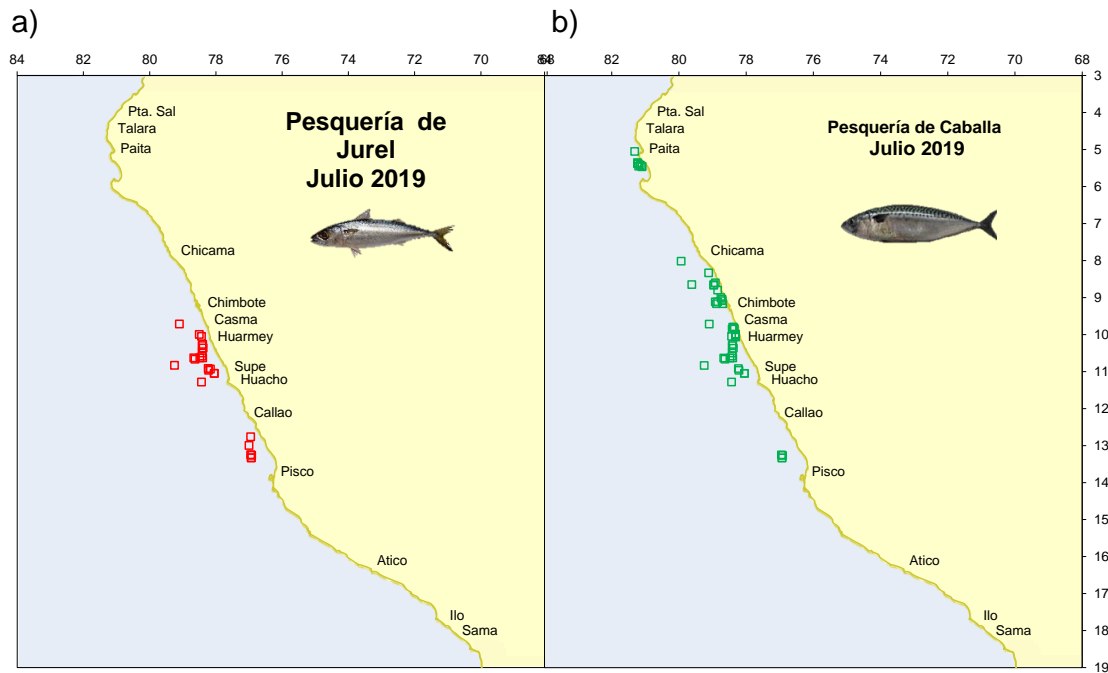


Figura 44. Distribución de peces incidentales en la pesca de anchoveta durante julio 2019, a) Jurel y b) Caballa. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.

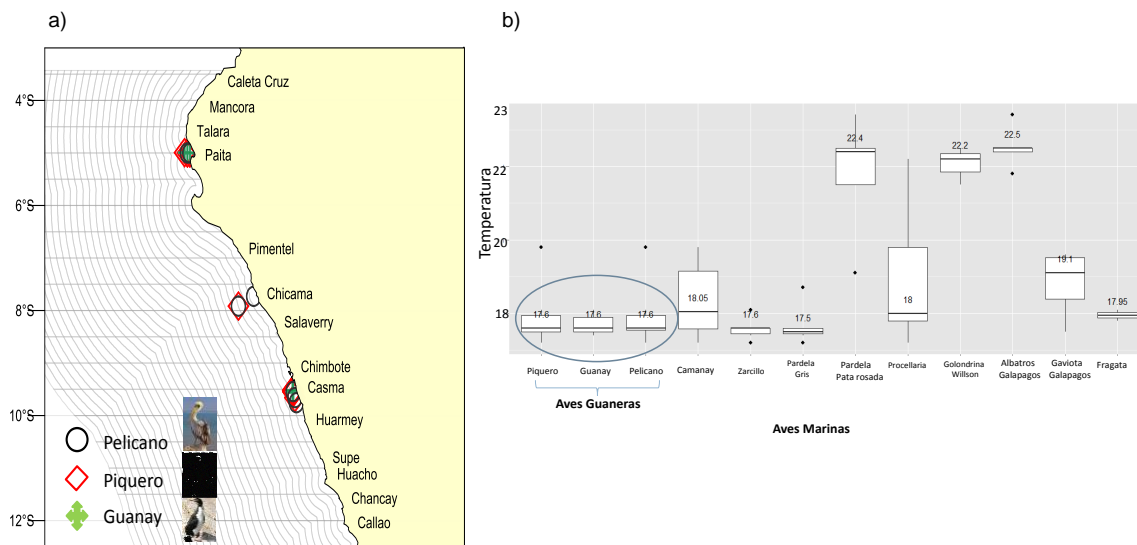


Figura 45. a) Distribución espacial de aves guaneras durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Líneas Chicama Paita en el mes de julio, y b) Presencia de las aves marinas en relación con la TSM durante julio 2019.

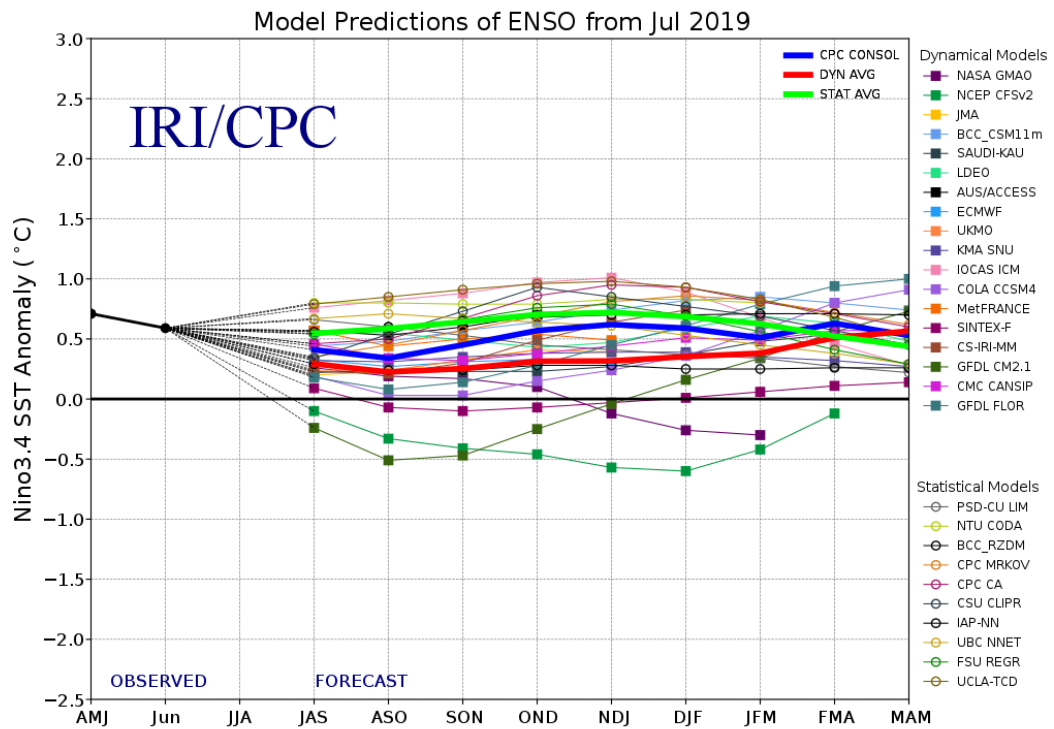


Figura 46. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, julio 2019

EUROSIP multi-model seasonal forecast
 Mean forecast SST anomaly
 Forecast start reference is 01/07/19
 Variance-standardized mean

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

OND 2019

ECMWF

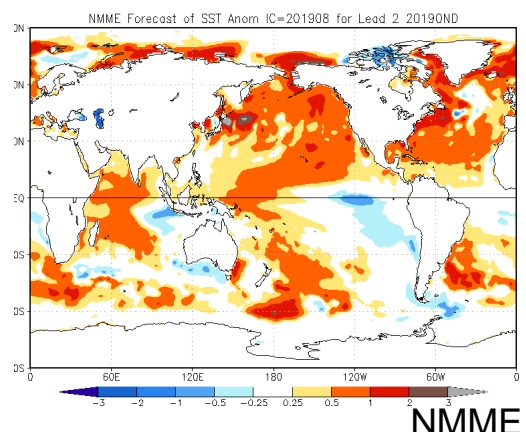
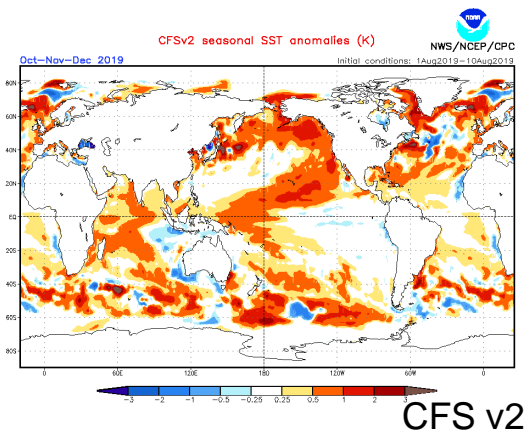
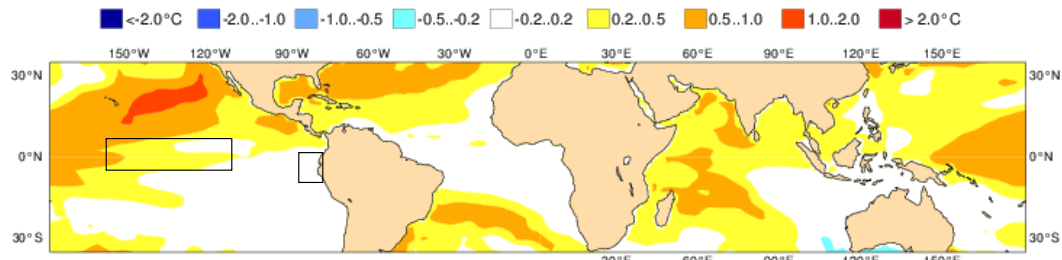


Figura 47. Pronóstico de la TSM para el trimestre OND 2019 del modelo ECMWF, CFSv2, y NMME (condiciones iniciales julio 2019). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

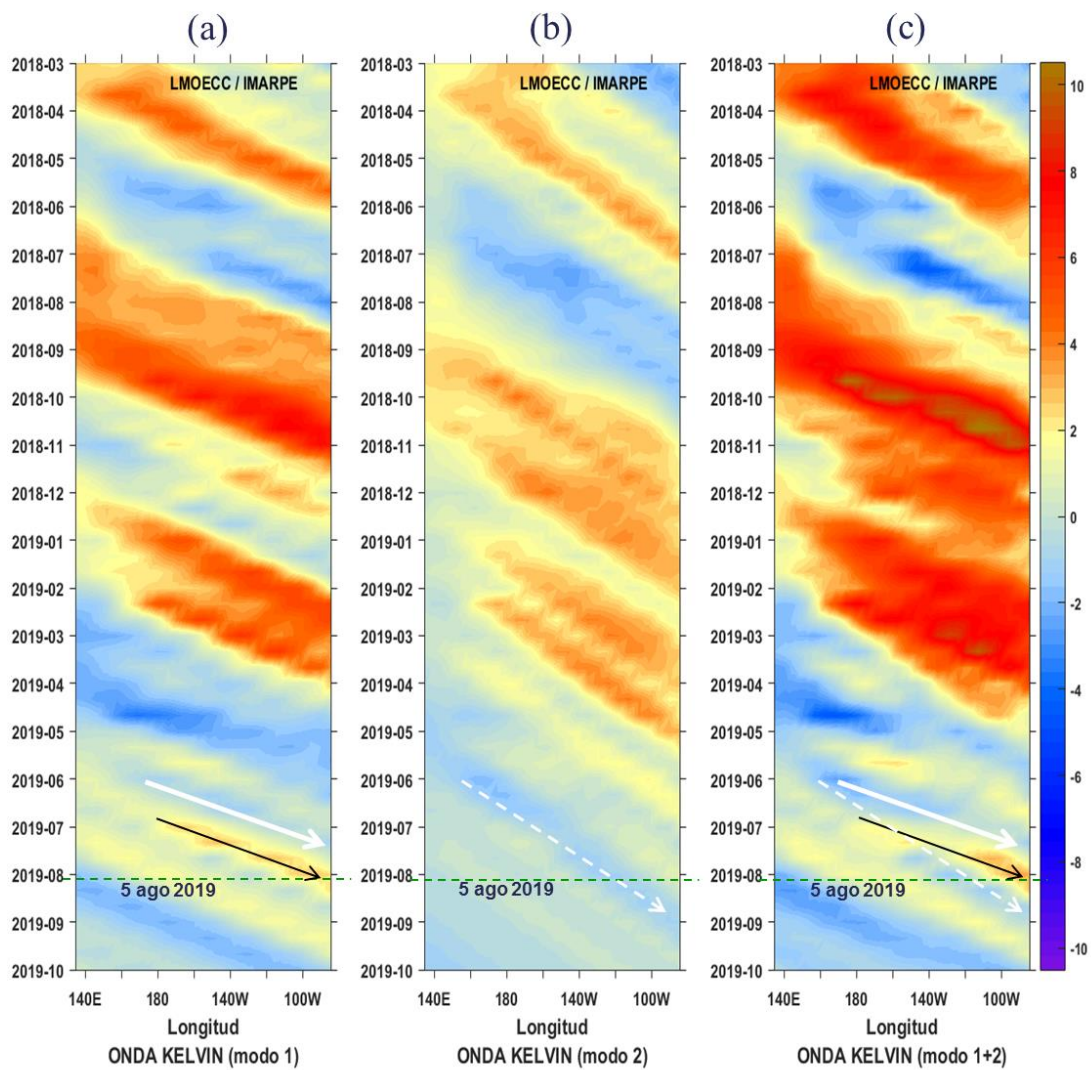


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

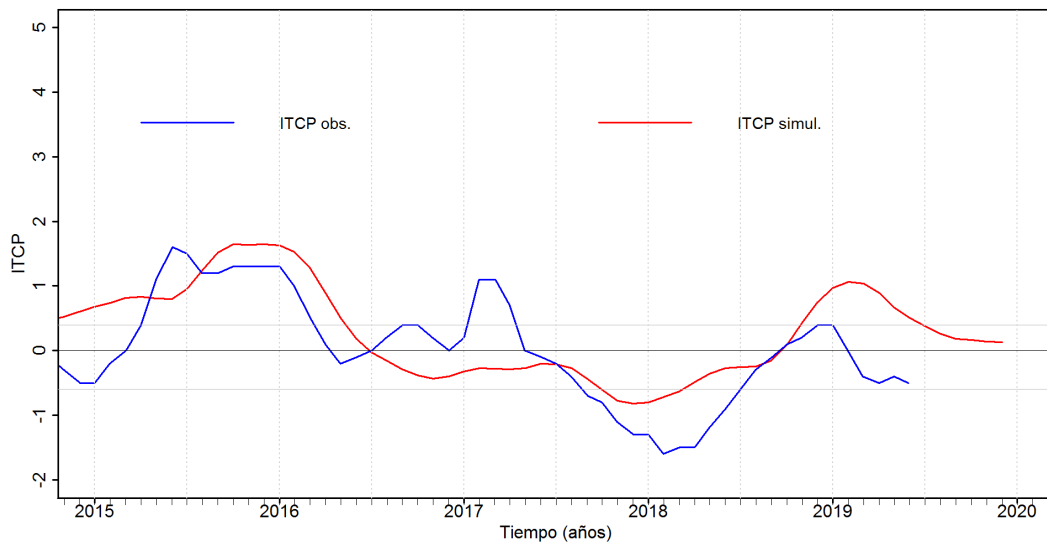


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

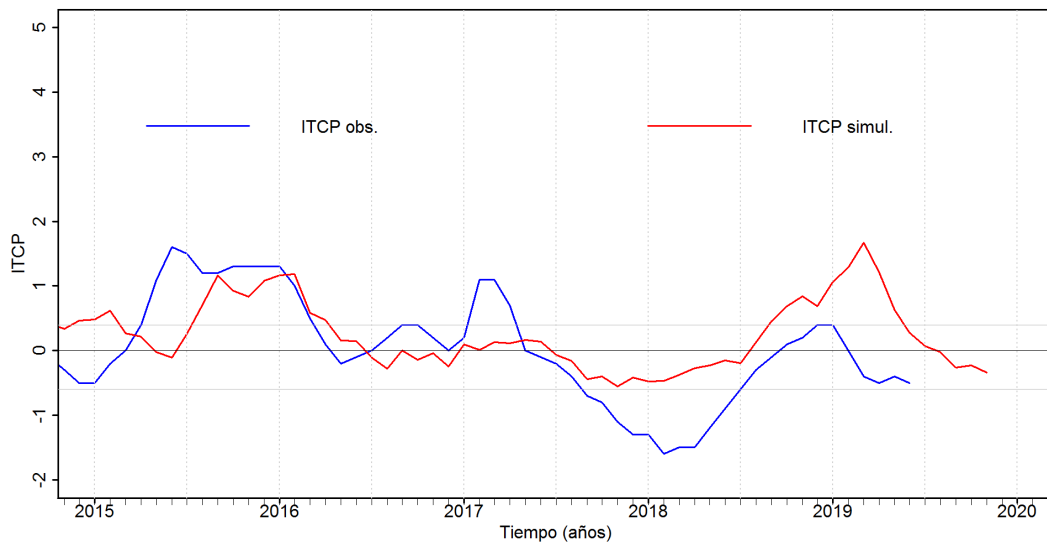


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.