



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

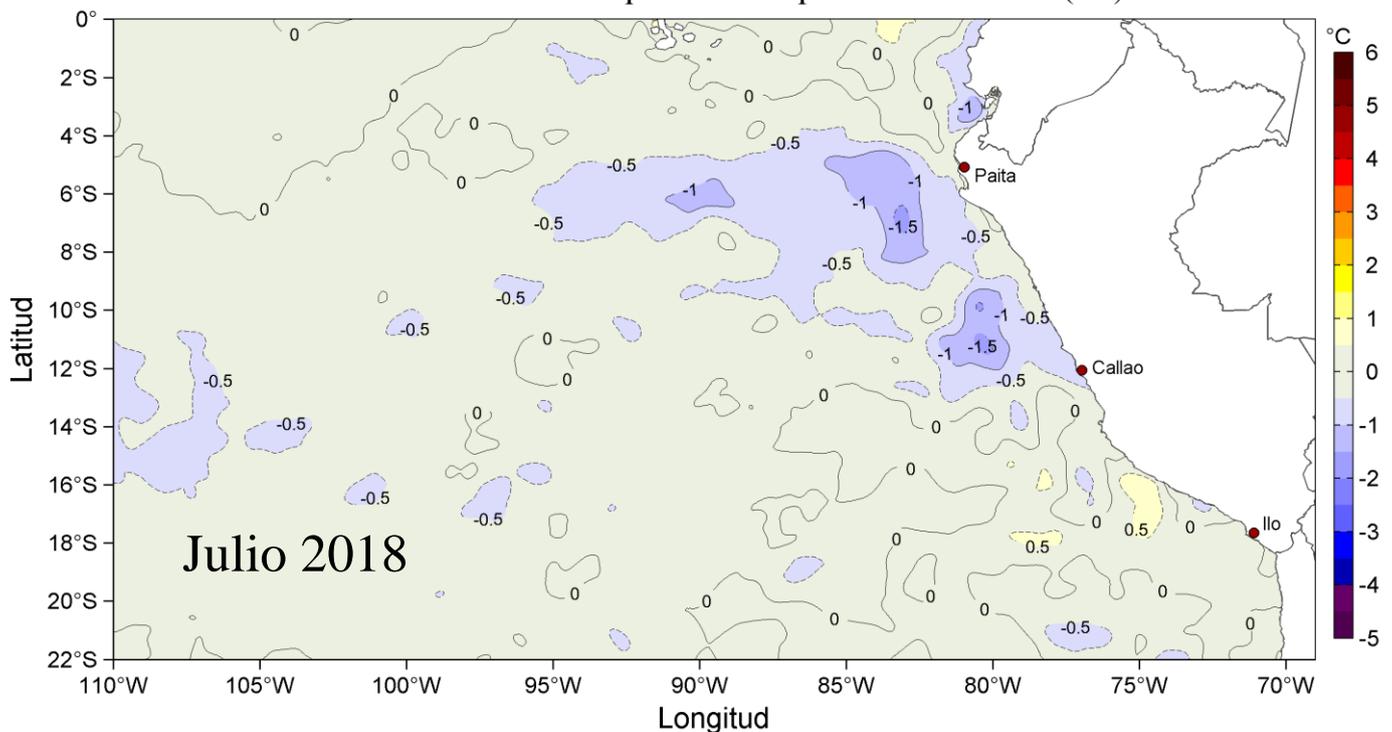
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

Producto: Estudios para la estimación del Riesgo de Desastres

Actividad 4: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno el Niño

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN EL MAR PERUANO

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (°C)



Julio, 2018

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Julio 2018

TABLA DE CONTENIDO

- 1. CONDICIONES FÍSICAS DE MACRO-ESCALA EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL.**
 - 1.1 Aspectos Meteorológicos**
 - 1.1.1. Distribución regional del campo de presión a nivel del mar
 - 1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico ecuatorial
 - 1.2 Aspectos oceanográficos**
 - 1.2.1 Condiciones superficiales.
 - 1.2.2. Condiciones sub-superficiales
- 2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA**
 - 2.1 Aspectos Meteorológicos**
 - 2.1.1 Velocidad y dirección del viento a lo largo de la costa peruana
 - 2.2 Aspectos Oceanográficos**
 - 2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)
 - 2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral
 - 2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar
 - 2.2.4 Secciones Oceanográficas
 - 2.2.5 Estaciones fijas costeras
 - 2.2.6 Fertilidad y Productividad
 - 2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton
- 3. MONITOREO DIARIO DE INDICADORES BIOLÓGICOS MARINOS PROVENIENTES DEL SEGUIMIENTO DE LA PESQUERÍA Y PROGRAMA BITÁCORAS DE PESCA.**
 - 3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras.
 - 3.2. Presencia de especies indicadoras
- 4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACÍFICO 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 2018

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

1.1. Aspectos Meteorológicos

1.1.1 Distribución regional del campo de presión a nivel del mar

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 31 de julio usando datos del re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 92,5 °W, 32,5 °S con una intensidad máxima de ~1023 hPa, encontrándose desplazado al sur de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~1 hPa (Figuras 1 y 2). Asimismo, se observó un núcleo de anomalías positivas de presión de ~6 hPa sobre el continente sudamericano a ~50 °S, que se extendió hacia el Pacífico subtropical y hacia la costa peruana. Frente a la costa de Perú se presentaron ligeras anomalías positivas de presión (<+1 hPa) (Figura 2b).

Con el fin de caracterizar la variación temporal de la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se empleó el Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro, en prep.), basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Para el trimestre MJJ 2018 el IAPS presentó un valor de +0,9 hPa, menor que su valor anterior (+1,2 hPa). Sin embargo, el valor mensual de la anomalía de la presión máxima en julio fue de 0,7 hPa (Figura 3a). Adicionalmente se cuenta con índices de desplazamiento latitudinal ILAT y longitudinal ILON. Los índices ILON e ILAT presentaron valores de 0,0 y -0,3 respectivamente, indicando que el APS estuvo ubicado alrededor de su posición habitual. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal en julio fueron de +0,8 y -3,3 respectivamente (Figuras 3b y c).

1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial

La radiación de onda larga (ROL) presentó valores dentro del rango normal sobre el Pacífico Este. Las anomalías positivas de ROL al sur de la línea ecuatorial, con valores máximos al oeste de la línea de cambio de fecha, indicaron que la convección fue suprimida en dicha región. Por otro lado, al norte de la línea ecuatorial las anomalías mostraron valores negativos (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5 °S a 5 °N, mantuvo dirección predominante de los vientos alisios con un rango entre 2,0 a 7,0 m.s⁻¹ en el área comprendida entre 180 °W y 100 °W. En la región Central Oriental las anomalías de la velocidad zonal se presentaron próximas a cero, mientras que en la región entre 180 °W y 140 °W se presentaron anomalías del este con magnitudes entre 3 y 4 m.s⁻¹ durante la segunda quincena (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones superficiales.

Espacialmente se apreció la presencia de anomalías positivas débiles de temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacífico central (región Niño 3.4) y anomalías negativas débiles en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2) (Figura 6). En esta última, las anomalías negativas disminuyeron respecto al mes anterior, mientras que, en las primeras la intensidad de las anomalías no varió significativamente. El último valor de la anomalía semanal de TSM en el mes para las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2 fue +0,3; +0,3; +0,3 y -0,3 °C respectivamente (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

El contenido de calor de la capa superior del océano (300 m y 180 °W y 100 °W), mostró anomalías positivas con un promedio mensual de +0,81 °C (Figura 8). Esto estuvo asociado a una atenuación de las anomalías y la fragmentación de su distribución en dos celdas a lo largo del Pacífico Central, una al lado oriental encima de los 100 m y otra en el lado occidental debajo de los 100 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 mantuvo velocidades de 3,0 a 8,0 m.s⁻¹ durante todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 5,0 y 9,0 m.s⁻¹, intensificándose durante la segunda quincena (Figura 10). La velocidad exhibió en promedio anomalías negativas por debajo de 2 m.s⁻¹ durante la primera quincena, mientras que presentó anomalías positivas durante la segunda quincena (Figura 11). A lo largo de la franja costera de 40 km se mantuvieron vientos entre 1,0 y 8,0 m.s⁻¹ (Figura 12). La configuración del viento mantuvo su dirección normal. La velocidad de viento costero fluctuó entre anomalías positivas y anomalías negativas, con predominio de valores positivos frente a Paita y Pisco. En general, se observó una tendencia positiva de las anomalías, especialmente a partir de la segunda quincena del mes, alcanzando +2 m.s⁻¹ en promedio (Figura 13).

El afloramiento costero se intensificó con respecto al mes anterior, con una mayor persistencia entre Talara y Chicama, así como entre Pisco y Atico. Al norte de los 5°S, el índice de afloramiento costero (IAC) fluctuó entre 400 y 550 m³.s⁻¹.100m⁻¹, intensificándose durante la segunda quincena del mes, con valores alrededor de 500 m³.s⁻¹.100m⁻¹ mientras que, entre los 6°S y 12°S presentó valores menores a 250 m³.s⁻¹.100m⁻¹ (Figura 14).

2.2 Aspectos oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)

Las ANMM frente a la costa mostraron valores positivos durante el mes, aunque con un decrecimiento de sus valores entre la primera (+10 cm) y segunda (+5 cm) quincena de julio. Fuera de las 50 mn, aparecieron condiciones neutras asociadas a vórtices ciclónicos. Frente a la zona centro-sur fuera de las 30 mn, varios vórtices de menor envergadura con flujos ciclónicos y anticiclónicos persistieron desde el mes anterior (Figura 15).

En la franja de 60 mn se detectó la propagación de norte a sur de un pulso de anomalías positivas de +10 cm en la primera semana del mes. Hacia la última semana del mes se detectó un nuevo pulso, de menor intensidad, cuya propagación solo alcanzó de forma significativa la costa norte (Figura 16). En promedio las ANMM frente a la costa peruana mostraron una tendencia negativa desde la primera hasta la tercera semana del mes, coincidiendo con la zona de Galápagos, para luego en la última semana exhibir una tendencia positiva (Figura 17).

2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral

2.2.2.1 Laboratorios Costeros del IMARPE

La TSM registrada en los Laboratorios Costeros del IMARPE presentó una disminución de su valor promedio mensual en Tumbes y de Chimbote al sur, mientras que, entre Paita y Huanchaco se presentó un aumento de la TSM respecto a junio. Se presentaron en promedio anomalías negativas en todos los Laboratorios Costeros. La TSM mensual varió entre 15,2 °C (Ilo) a 25,0 °C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -0,9 °C (Huacho) a +0,1 °C (Tumbes) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en los Laboratorios Costeros presentó alternancia de anomalías positivas y negativas entre Tumbes y Chicama, mientras que, al sur de Huanchaco predominaron mayormente las anomalías negativas. En Tumbes y Paita se presentó una alternancia de anomalías negativas y positivas entre -1,5 a +3,0 °C y -1,0 a +1,8 °C respectivamente. En San José, Chicama y Pisco durante la primera quincena predominaron anomalías negativas, mientras que, durante la segunda quincena se presentaron valores positivos. De Huanchaco a Callao se observaron anomalías negativas mayormente durante todo el mes, con mínimos en Huanchaco de -2,5 °C durante la primera semana. En Ilo, en la primera quincena se presentó alternancia de anomalías positivas y negativas ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), mientras que, en los últimos 10 días predominaron los valores negativos (-0,8°C) (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de -0,39 °C para el trimestre MJJ del 2018 y un valor mensual de junio de -0,06 °C, continuando la débil tendencia ascendente desde marzo 2018 (Figura 19).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y ATSM.

En promedio respecto al mes anterior, frente a la costa centro-norte de Perú, la TSM en la zona oceánica disminuyó de 24 °C a 23 °C, y frente al sur disminuyó de 18 °C a 17°C. Durante el mes, en el norte se notó la proyección lejos de la costa de una lengua de agua fría con TSM de 21 °C que llegó hasta Galápagos. En el sur se notó la expansión de aguas frías de 16 °C (Figura 20).

Las ATSM se atenuaron respecto al mes anterior. En la zona centro norte permanecieron anomalías negativas débiles junto a celdas de -1 °C, mientras que en la zona sur predominaron condiciones neutras. En la zona ecuatorial aparecieron débiles anomalías positivas que a finales de mes alcanzaron +1 °C y se aproximaron a Tumbes (Figura 21). En la franja de 60 mn adyacente a la costa, las ATSM de -1 °C permanecieron durante la primera semana en la zona centro y hasta la tercera semana en el norte, mientras que en el sur (13°S a 20°S) se mantuvieron condiciones neutras todo el mes (Figura 22).

En el trimestre MJJ, el Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016), presentó un valor de -0,89, indicando una condición fría en la franja costera, pero con tendencia positiva. El valor de la primera componente principal para el mes de julio fue -0,52, un tanto más débil que el mes anterior (Figura 23).

2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar

2.2.3.1 Información del modelo HYCOM

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model, www.hycom.org), al norte de Perú, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidad menor a 34,8 ups, se desplazaron desde la Línea Ecuatorial hasta Tumbes. En la zona centro-norte las salinidades mayores a 35,1 ups, asociadas a aguas subtropicales superficiales (ASS), estuvieron dentro de las 100 mn, junto a aguas de mezcla de salinidades menores a 35,1 ups que estuvieron replegadas a la costa, excepto frente a Huarmey. Al sur de Pisco (14°S), las aguas de mezcla con salinidades alrededor de 35 ups, estuvieron ampliamente expandidas hasta zonas oceánicas (Figura 24).

2.2.4 Secciones oceanográficas

2.2.4.1 Paita (24-25 de julio)

La TSM presentó valores entre 17 y 18 °C en toda la sección y no se registró la isoterma de 19 °C dentro de las 100 mn, la cual se encontraba alrededor de las 60 mn a fines de junio. Se estimaron ATSM alrededor de cero dentro de las 100 mn (Figura 25 a, b, Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 a 18 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 70 y 160 m de profundidad, en promedio 35 m más somera que en junio (Figura 25 d). En los primeros 100 m las anomalías térmicas variaron alrededor de cero, con pequeños núcleos de hasta +1,0°C entre las 30 y 80 mn (Figura 26 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad evidenció la presencia de las aguas de mezcla de ASS con aguas costeras frías (ACF) y núcleos de ASS (Figura 25 c, Figura 26 c), con un comportamiento normal para la época (Figura 26 d).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL.L⁻¹, asociada a la oxiclina, se profundizó de 200 a 230 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a junio (Figura 25 e, Figura 26 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD<0,5 mL.L⁻¹), se detectó a 180 - 240 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 300 m a 20 - 60 mn y sobre los 60 m a 80 - 100 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con velocidades de hasta 40 cm.s⁻¹, así como un flujo hacia el norte sobre los 50 m a 55 - 80 mn con una velocidad de hasta 20 cm.s⁻¹ (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (22-23 de julio)

La TSM presentó la isoterma de 19°C a 65 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 60 mn en el mes de junio. La ATSM mostró valores alrededor de cero (Figura 27 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15 y 19 °C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15 °C se presentó a 70 - 120 m de profundidad, en promedio similar a junio (Figura 27 d). Asimismo, las anomalías térmicas se presentaron próximas de cero, con un pequeño núcleo de hasta +1,0 °C a 30 - 60 m y 40 - 60 mn (Figura 28 a, b).

En la capa superficial, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de las ACF por dentro de las 30 mn y hasta los 60 m, con menor cobertura espacial respecto a junio, mientras que por fuera de las 30 mn y hasta los 70 m se detectaron aguas de mezcla (ASS-ACF) (Figura 27 c, Figura 28 c). Las anomalías de salinidad fueron cercanas a cero dentro de las 100 mn (Figura 28 d), indicando un patrón de distribución conforme a la estacionalidad.

La distribución del OD continuó mostrando un ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL.L^{-1} , se presentó a unos 20-70 m de profundidad, similar a junio (Figura 27 e). El borde superior de la ZMO se mostró a 50 - 140 m (Figura 28 e). Por otra parte, se observó un núcleo de flujo geostrófico con dirección sur, restringido a los primeros 180 m, a 60 – 100 mn con una velocidad máxima de 20 cm.s^{-1} , así como flujos con dirección norte en los primeros 50 m dentro de las 50 mn con una velocidad de hasta 20 cm.s^{-1} (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 y 17 °C, en Chicama entre 16 y 18 °C, en Callao entre 15 y 16 °C, en Atico alrededor de 14 °C y en Ilo entre 14 y 15 °C, detectándose una profundización de las isoterms en Paita y Chicama, respecto de junio, y un ascenso de las isoterms en Callao, Atico e Ilo (Figura 29). En Paita se detectó anomalías de hasta $+1,0$ °C por debajo de los 50 m y condiciones neutras en la parte superior de la columna de agua. En Chicama y Callao predominaron las condiciones neutras en la columna de agua (Figura 30).

Los registros de la salinidad y temperatura mostraron frente a Paita la presencia de ASS sobre los 50 m y aguas de mezcla (ACF-ASS) en el resto de la columna de agua, en Chicama una transición de ACF a aguas de mezcla (ACF-ASS), mientras que Callao se observó una transición de aguas de mezcla (ACF-ASS) a ACF durante el mes. En Atico e Ilo predominó la presencia de las ACF (Figura 31).

En cuanto al OD, se detectó una profundización de las iso-oxígenas en Paita y Chicama, mientras que, en Callao, Atico e Ilo se observó un ascenso de las iso-oxígenas. La iso-oxígena de $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$ se evidenció a 65-80 m en Chicama, 35 m en Callao, 55-90 m en Atico y a 50-100 en Ilo, mientras que en Paita la iso-oxígena de $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$ no fue registrada (Figura 32).

2.2.6 Fertilidad y productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

En general los nutrientes exhibieron un incremento en las estaciones fijas costeras.

Los nitratos mostraron un incremento de sus concentraciones en la columna de agua en las estaciones fijas durante julio. En Paita, se observaron concentraciones en promedio de $\sim 15 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante el mes. En Chicama, entre la superficie y los 10 m se observaron concentraciones menores a $10 \mu\text{mol L}^{-1}$, mientras que debajo de los 50 m predominaron valores de $15 \mu\text{mol L}^{-1}$. En Callao predominaron valores de 10 a $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ entre los 10 – 60 m; sin embargo, a fines de mes se observó una disminución de nitratos (< $10 \mu\text{mol L}^{-1}$). En Ilo predominaron valores de $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 33).

Los silicatos aumentaron en las estaciones fijas durante julio sobre todo por debajo de los 20 m. En Paita se observaron concentraciones entre 10 a 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$. En Chicama, encima de los 20 m, las concentraciones fueron bajas (10 - 5 $\mu\text{mol L}^{-1}$), mientras que debajo de los 60 m se presentaron valores entre 20 - 25 $\mu\text{mol L}^{-1}$. En Callao, la isolínea de 25 $\mu\text{mol L}^{-1}$ se hizo más superficial de 70 a 30 m entre inicios y fines de mes. En Ilo, las isolíneas de 15 y 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$ se observaron más superficial (Figura 34).

Los fosfatos mostraron un aumento en Paita y Chicama, mientras que en Chicama e Ilo disminuyeron. En Paita, las concentraciones aumentaron de 1,5 a 2 $\mu\text{mol L}^{-1}$ debajo de los 30 m, mientras que en Chicama disminuyeron de 1,5 a 0,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en la columna de agua. En Callao la isolínea de 2,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ ascendió a la superficie desde los 80 m entre la primera semana y fines del mes. En Ilo, predominaron valores de 1,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ debajo de los 20 m, mientras que en superficie los valores fueron menores a 1 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 35).

2.2.6.2 Clorofila-a

Los valores de clorofila-a satelital fluctuaron mayormente entre 1 y 3 $\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn a lo largo de toda la costa, y presentó un núcleo de valores mayores a 4 $\mu\text{g L}^{-1}$ frente a Pisco. Las anomalías fluctuaron mayormente dentro del rango neutro a lo largo de la costa, mientras que frente a Pisco se observaron anomalías entre + 4 y + 5 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 36 a, b). En promedio, entre los 6°S – 16°S y dentro de las 60 mn, los valores fluctuaron dentro de su ciclo estacional (Figura 36 d). Latitudinalmente, no se pudo distinguir muy bien el patrón de variabilidad de la clorofila-a satelital dentro del mes, debido la gran presencia de nubes; sin embargo, entre los 13°S-14°S se mantuvo un núcleo de + 3 $\mu\text{g L}^{-1}$ durante la segunda quincena (Figura 36 e).

Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico es la cantidad de luz incidente la cual es afectada por la presencia de nubes. A lo largo de la costa, existió gran presencia de nubes durante del mes (~ 90%), excepto frente a Paita (~ 40%) y entre Pisco y San Juan (~ 60%) (Figura 36 c).

2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

Frente a Paita se determinó al dinoflagelado *Protoperdinium obtusum*, indicador de ACF, distribuido dentro de la 11 mn y relacionado a TSM entre 16,9 y 17,1 °C. Así mismo, se registró a *Ceratium breve* var. *parallelum*, especie indicadora de AES, ubicada entre las 16 y 80 mn, a un rango de TSM entre 17,4 y 18,9 °C (Figura 37). La predominancia del fitoplancton alcanzó un 43%, representado principalmente por *Detonula pumila* y *Chaetoceros lorenzianus*, diatomeas de alta tasa de reproducción que obtuvieron abundancias relativas de categoría “Muy Abundante” y “Abundante”, respectivamente. Por fuera de las 40 mn los dinoflagelados termófilos presentaron alta riqueza de especies (*Ceratium azoricum*, *C. massiliense*, *Goniodoma polyedricum* y *Dinophysis tripos*, entre otros).

Chicama

Frente a Chicama, se registró a *P. obtusum*, dinoflagelado indicador de ACF, localizado dentro de las 15 mn y relacionado a TSM que variaron entre 16,6 y 17,1 °C (Figura 38).

La abundancia del fitoplancton (99%) se presentó en las estaciones cercana a la línea de costa (15 mn) siendo representada por diatomeas neríticas, destacando *Coscinodiscus perforatus* con abundancia relativa de categoría “Muy Abundante”, seguida de *C. concinnus* y *C. centralis* en la categoría “Escaso”.

El grupo de dinoflagelados estuvo conformado por especies de distribución cosmopolita dentro de las 80 mn, como *Protoperidinium depressum*, *P. pentagonum*, *P. conicum*, *Ceratium furca* y *C. tripos* asociado a TSM que oscilaron entre 16,6 y 18,9 °C. Por fuera de las 80 mn hasta la 100 mn destacaron los dinoflagelados termófilos como *Ceratium azoricum*, *C. gibberum* var. *dispar*, *C. gravidum* var. *elongatum*, *C. massiliense* y *Protoperidinium brochii* cuyas abundancias relativas fueron de categoría “Presente” y relacionadas a TSM que oscilaron entre 18,7 y 19,4 °C.

2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Paita

Frente a Paita se determinó al copépodo *C. brachiatus* especie indicadora de ACF localizado a 15 mn de la costa, con valor de 2 Ind.100m³. Los copépodos *A. danae* y *C. pavo*, especies indicadoras de ASS, estuvieron distribuidos en casi toda el área evaluada, registrando abundancias entre 1 y 52 Ind.100m³, en tanto que el copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, se ubicó entre las 15 y 100 mn de la costa con abundancias entre 2 y 52 Ind.100m³ (Figura 39).

Con relación al ictioplancton, se determinaron huevos y larvas de anchoveta; los primeros se presentaron hasta las 15 mn de la costa con concentraciones entre 1 101 y 117 597 huevos.100m³, mientras que las segundas se ubicaron a las 5 y 10 mn, con valores de 158 y 53 larvas.100m³, respectivamente.

Chicama

Frente a Chicama se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a las ACF, localizado en casi toda el área evaluada, con abundancias que oscilaron entre 4 y 16 897 Ind.100m³. Los copépodos *Acartia danae*, *Oncaea conifera* y *Calocalanus pavo*, especies indicadoras de ASS, se registraron en seis estaciones del perfil mencionado, con valores entre 2 y 8 Ind.100m³. El copépodo *C. furcatus*, especie indicadora de AES, se localizó a 80 mn de la costa, con una concentración de 1 Ind.100m³ (Figura 40). A nivel del ictioplancton, se determinó la presencia de huevos y larvas de anchoveta, distribuidos dentro de las 30 mn, con abundancias entre 128 y 25 228 huevos.100m³ y 112 y 126 larvas.100m³ para el primer y segundo estadio, respectivamente.

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

3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras de la anchoveta.

Seguimiento de la pesquería de anchoveta

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 31 de julio del 2018 ascendió aproximadamente a 3 963 313 toneladas, siendo el 99 % compuesto por anchoveta, seguido de caballa y otros, donde destacaron múnida, merluza y calamar (Tabla 2).

Distribución, capturas y tallas de la anchoveta

El desembarque de anchoveta, durante la primera temporada de pesca 2018 en la región norte-centro, alcanzó al 31 de julio 3,93 millones de toneladas correspondientes al 99,3 % del total. La tasa de captura diaria de anchoveta presentó un comportamiento decreciente conforme al cumplimiento de la cuota establecida, llegando, en julio a un valor promedio menor a mil toneladas. La incidencia de juveniles fue registrada principalmente entre Huarmey (10°S) y Bahía Independencia (14°S), con los máximos valores, de 75% y 61%, frente a Pisco en abril.

Durante este periodo la anchoveta en la región Norte-Centro, se distribuyó desde el sur de Paita (05°S) hasta San Juan de Marcona (15°S), dentro de las 50 mn. Las mayores capturas se registraron frente a Chimbote (9°S), Callao (12°S) y Pisco (13°S) (Figura 41). En la región sur, la anchoveta se distribuyó entre Atico (16°S) y Morro Sama (18°S).

Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) mostraron que el recurso muestra un incremento en su actividad madurante y desovante, siguiendo la tendencia de acuerdo a sus patrones respectivos. Además, la condición somática del recurso indica una recuperación de sus valores (Figura 42).

3.2. Merluza

Durante el mes de julio se desembarcó un total de 3 159,8 toneladas de merluza. La actividad pesquera se concentró principalmente frente a Tumbes y frente a Sechura.

La estructura por tallas presentó la estratificación tradicional de la merluza, donde las mayores tallas promedio fueron estimadas al norte del área de pesca, reduciéndose paulatinamente hacia el sur. A nivel global, la estructura por tallas presentó un carácter unimodal con valor promedio estimado en 34,2 cm de LT y moda en 35 cm de LT (Figura 43).

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

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) de las agencias internacionales (IRI, julio 2018), indican condiciones cálidas de El Niño moderado durante primavera e inicios de verano del 2018 en la región Niño 3.4, mientras que en la región Niño 1+2 se presentarían condiciones cálidas, pero dentro del rango neutral (Figura 44, Figura 45).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Según la simulación del modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002), en la costa norte de Perú, se espera la llegada de una onda Kelvin fría en la segunda quincena de agosto y luego una onda Kelvin cálida a inicios de setiembre; esta última contribuiría a un leve incremento de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar (Figura 46).

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

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 Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro et al., en prep.), para fines de primavera-inicios de verano, pronosticaron valores del ITCP con una tendencia positiva, presentando condiciones neutra para el primero y condiciones cálidas para el segundo (Figuras 47 y 48).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico ecuatorial, las condiciones cálidas continuaron presentes. En la región El Niño 4 se mantuvo la condición cálida débil. La presión atmosférica a nivel del mar mostró ligeras anomalías positivas en el Pacífico central. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado al sur de su posición normal, mientras que el campo de presiones frente a la costa peruana exhibió anomalías positivas (~ 1 hPa).
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió predominancia de anomalías positivas frente a Paita y Pisco. El afloramiento costero se intensificó al sur de Talara presentando valores máximos de $550 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$. También se incrementó ligeramente el afloramiento al sur de los 6°S .
- Dentro de las 60 mn se presentaron condiciones frías con tendencia a atenuarse, mientras que en el sur (13°S a 20°S), se mantuvieron condiciones neutras. Los índices de variabilidad térmica costera, continuaron mostrando anomalías negativas frente a la costa peruana, pero con una tendencia positiva desde inicios de otoño 2018.
- En la sección oceanográfica frente a Paita y Chicama, se determinaron valores de temperatura y salinidad de acuerdo a su estacionalidad, con pequeños núcleos de anomalías de hasta $+1,0^\circ\text{C}$. Frente a Paita, se detectaron flujos hacia el sur con valores de hasta $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, el primero a 0–60 m (80-100 mn) y el segundo a 0–300 m (20-60 mn), este último influenciando en la profundidad de la iso-oxígena de $1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y en la isoterma de 15°C en la zona costera. Frente a Chicama el flujo geostrofico hacia el sur fue más débil con un valor de hasta $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a 0-180 m (60-100 mn). La profundidad de la oxiclina exhibió un leve ascenso frente a Paita fuera de la costa, mientras que en Chicama se mostró similar a junio. El límite superior de la ZMO se ubicó a 180 - 240 m en promedio frente a Paita y a 50 – 140 m de profundidad frente a Chicama.

- Respecto a junio, las estaciones fijas costeras monitoreadas (100 m) mostró una profundización de las isotermas e iso-oxígenas en Paita, mientras que, en Callao, Atico e Ilo se evidenció un ascenso de las mismas; los nutrientes en general exhibieron un aumento de sus concentraciones. Las anomalías térmicas en la estación costera de Paita alcanzaron valores de hasta +1,0 °C en la capa subsuperficial (>50 m) y valores cercanos a cero en la capa superior de la columna de agua. En Chicama y Callao predominaron anomalías cercanas a cero, indicando un patrón de distribución conforme a la estacionalidad.
- La concentración de clorofila-a se ha mantenido respecto a junio. Los valores fluctuaron entre 1,0 a 3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa dentro de las 60 mn, con un núcleo frente a Pisco, que presentó valores mayores a 4,0 $\mu\text{g L}^{-1}$. Las anomalías mayormente se han mantenido dentro del rango neutral, a excepción de frente Pisco donde fluctuaron entre +4,0 y +5,0 $\mu\text{g L}^{-1}$.
- El desembarque de anchoveta en la región norte-centro al 30 de junio alcanzó aproximadamente 3,93 millones de toneladas. La incidencia de juveniles fue registrada principalmente entre Huarmey y Bahía Independencia, con los máximos valores, de 75 % y 61 %, frente a Pisco en abril. Las mayores capturas se registraron frente a Chimbote, Callao y Pisco.
- Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD), mostraron que el recurso presenta un incremento en su actividad madurante y desovante, de acuerdo al patrón histórico.
- En la costa norte de Perú, se espera la llegada de una onda Kelvin fría en la segunda quincena de agosto y luego una onda Kelvin cálida a inicios de setiembre. Esta última podría generar anomalías positivas débiles de la temperatura del mar en dicho mes.
- Para la primavera-inicios de verano 2018, los modelos climáticos internacionales pronostican condiciones de El Niño moderado en la región Niño 3.4.y condiciones cálidas, pero dentro del rango neutral en la región Niño 1+2.

6. REFERENCIAS

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

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. Geoph. Res. Lett., vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. *J. Geophys. Research*, 109, C02022, doi: 10.1029/2003jc001771.

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

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

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

7. TABLAS

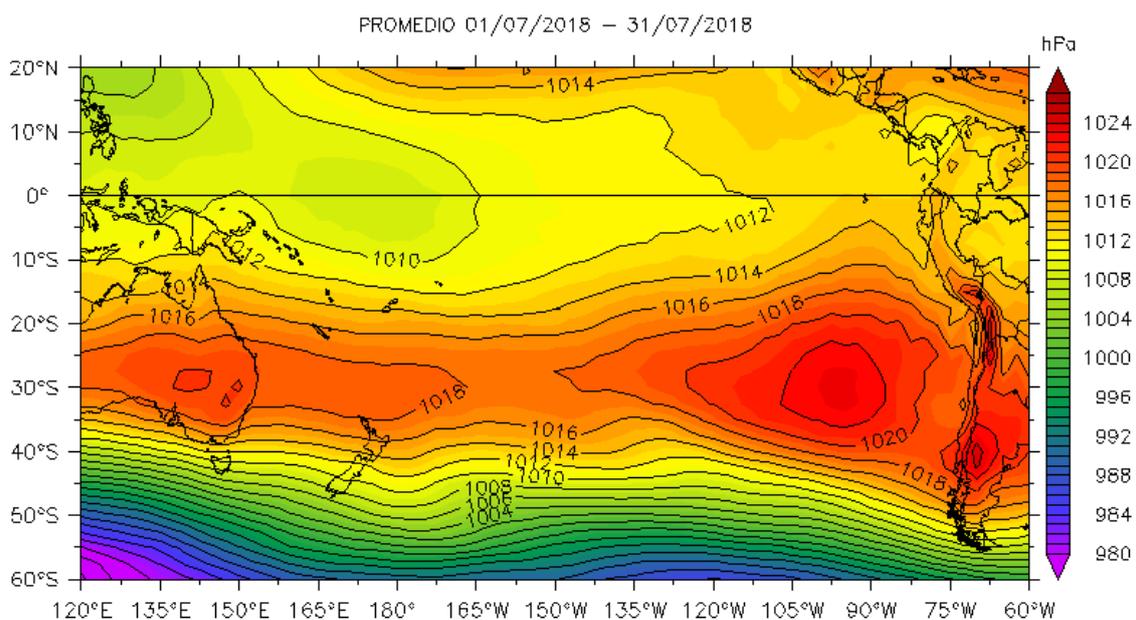
Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM (°C) registrados en los Laboratorios Costeros del IMARPE - julio 2018.

Estación	TSM Jun. (°C)	TSM Jul. (°C)	ATSM Jun. (°C)
Tumbes	25,67	25,02	-0,08
Paíta	17,36	17,74	0,24
San José	18,78	18,81	-0,09
Chicama	16,73	16,87	0,07
Huanchaco	16,73	16,79	-0,01
Chimbote	18,10	17,94	-0,76
Huacho	15,92	15,82	-0,88
Callao	15,90	15,81	-0,29
Pisco	18,40	18,14	-0,16
Ilo	15,57	15,20	-0,11

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 31 de julio del 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región	Año Calendario (01 Enero - 31 Julio 2018)					
	Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta F. Acero	1 400 785	1 555 694	2 956 479	216 384	3 172 863	80.1
F. Madera	634 326	91 794	726 120	35 664	761 784	19.2
Sub total (%)	2 035 111	1 647 488	3 682 599	252 048	3 934 647	99.3
	51.7	41.9	93.6	6.4	100	
Sardina	0	0	0	0	0	0.0
Jurel	374	502	876	1	877	0.0
Caballa	15 490	11 287	26 777	0	26 777	0.7
Samasa	0	0	0	0	0	0.0
Otros	143	586	729	283	1 012	0.0
Total	2 051 118	1 659 863	3 710 981	252 332	3 963 313	100
%	51.8	41.9	93.6	6.4	100	

8. FIGURAS



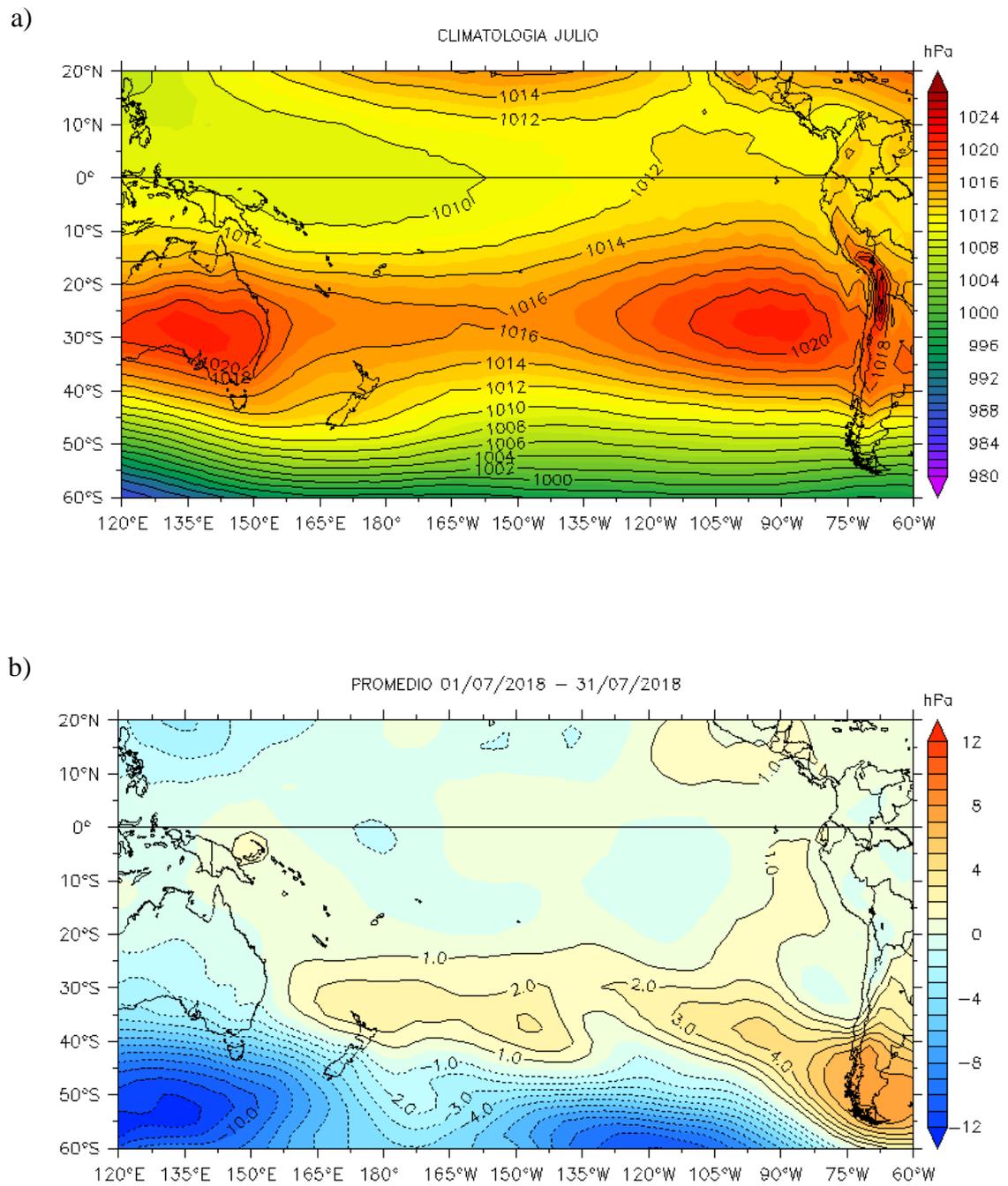


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de julio 2018. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

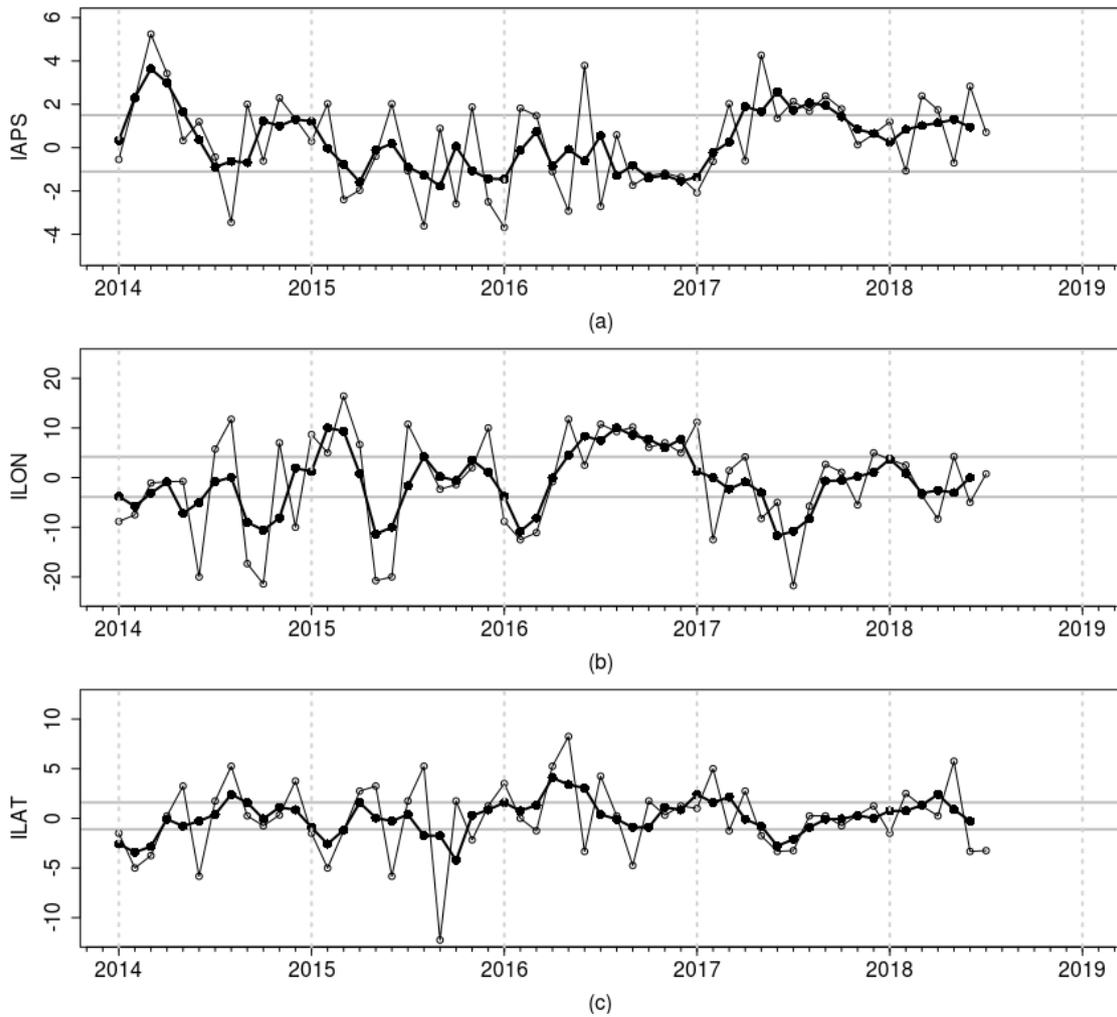


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2018 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2014 – julio 2018.

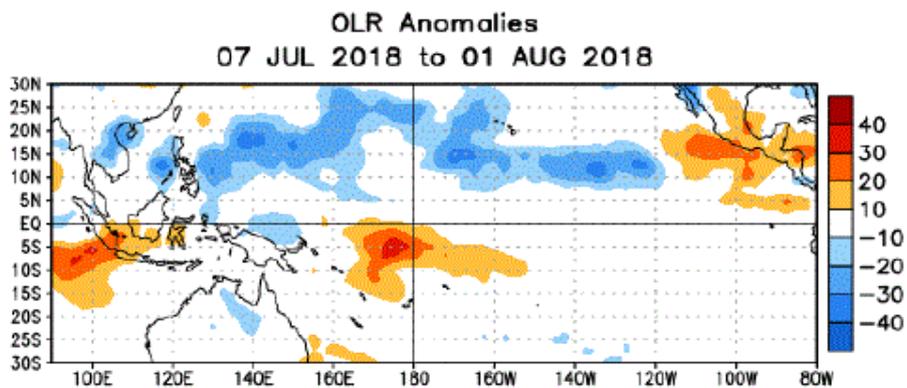


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de julio de 2018. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

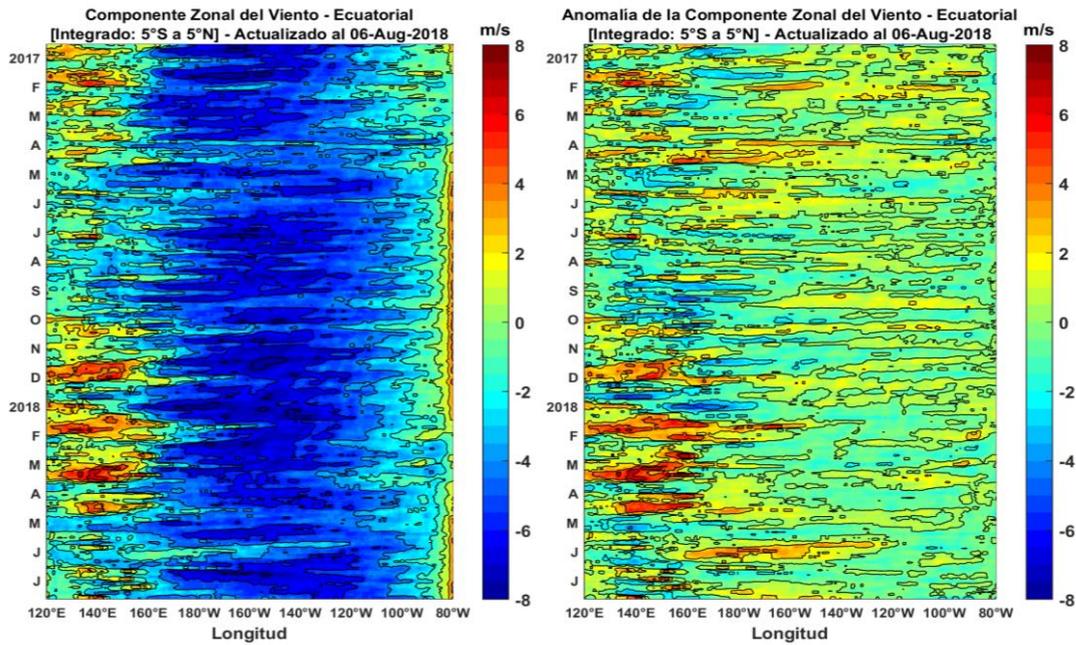


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalía de la Componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/08/2018.

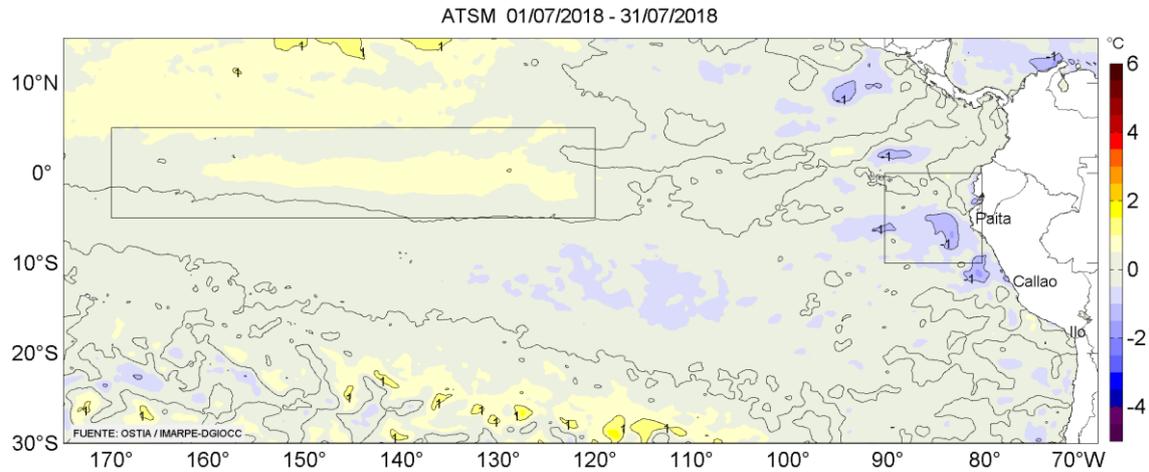


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de julio 2018. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

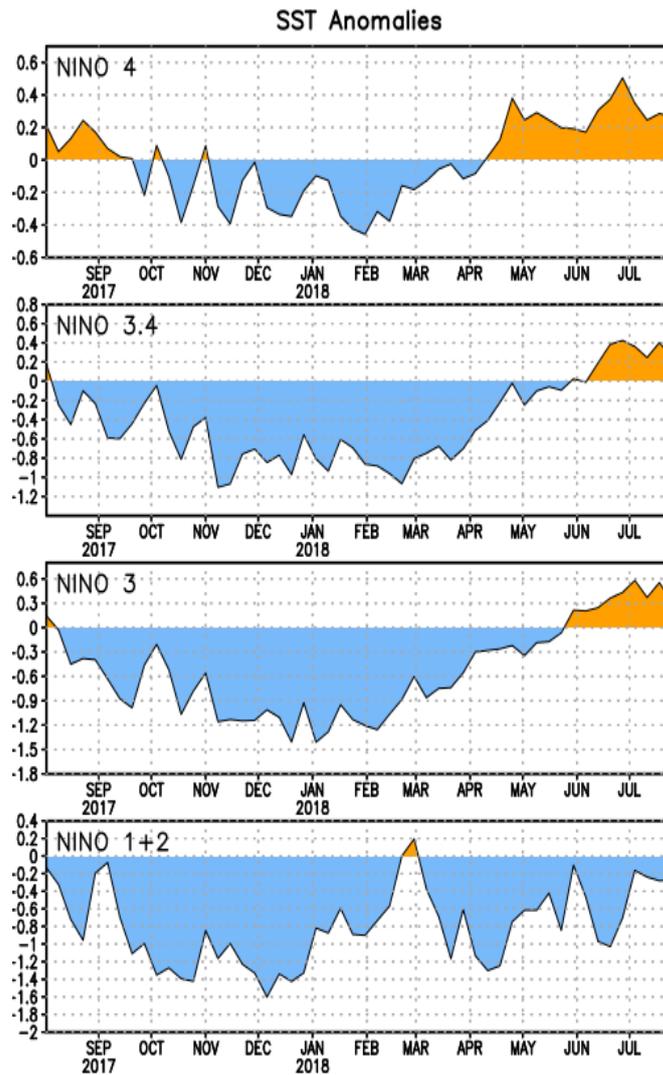


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de julio del 2018. Fuente CPC/NOAA.

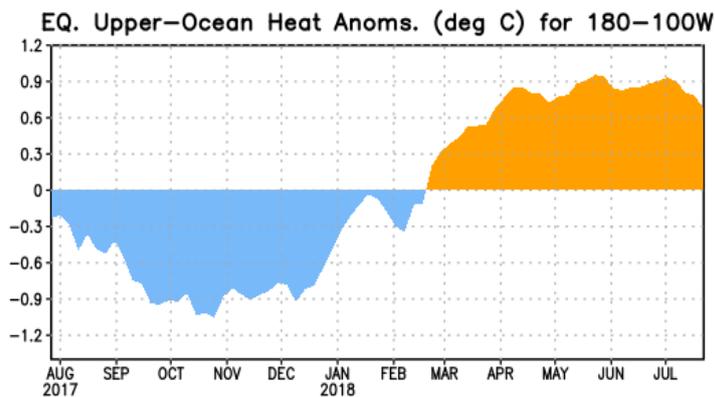


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

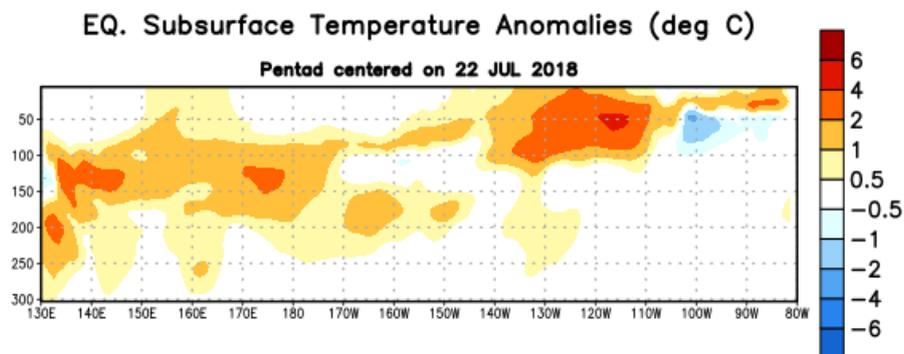


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 22 de julio de 2018. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

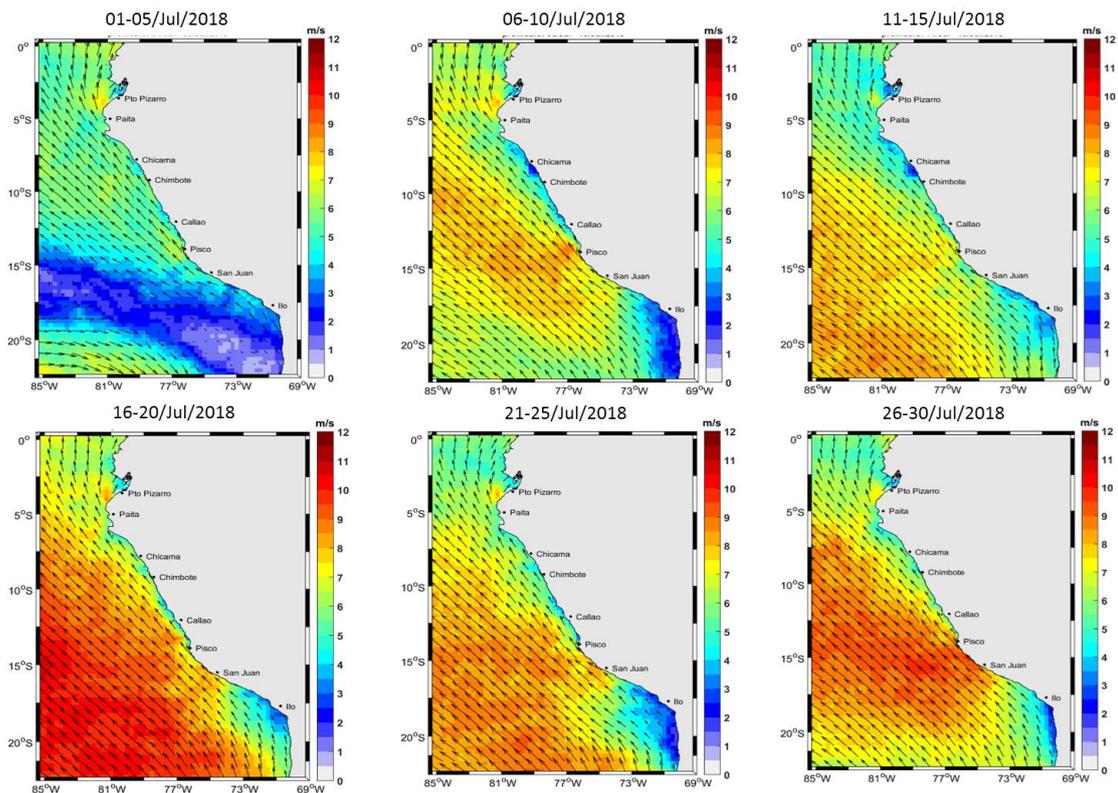


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/07/2018.

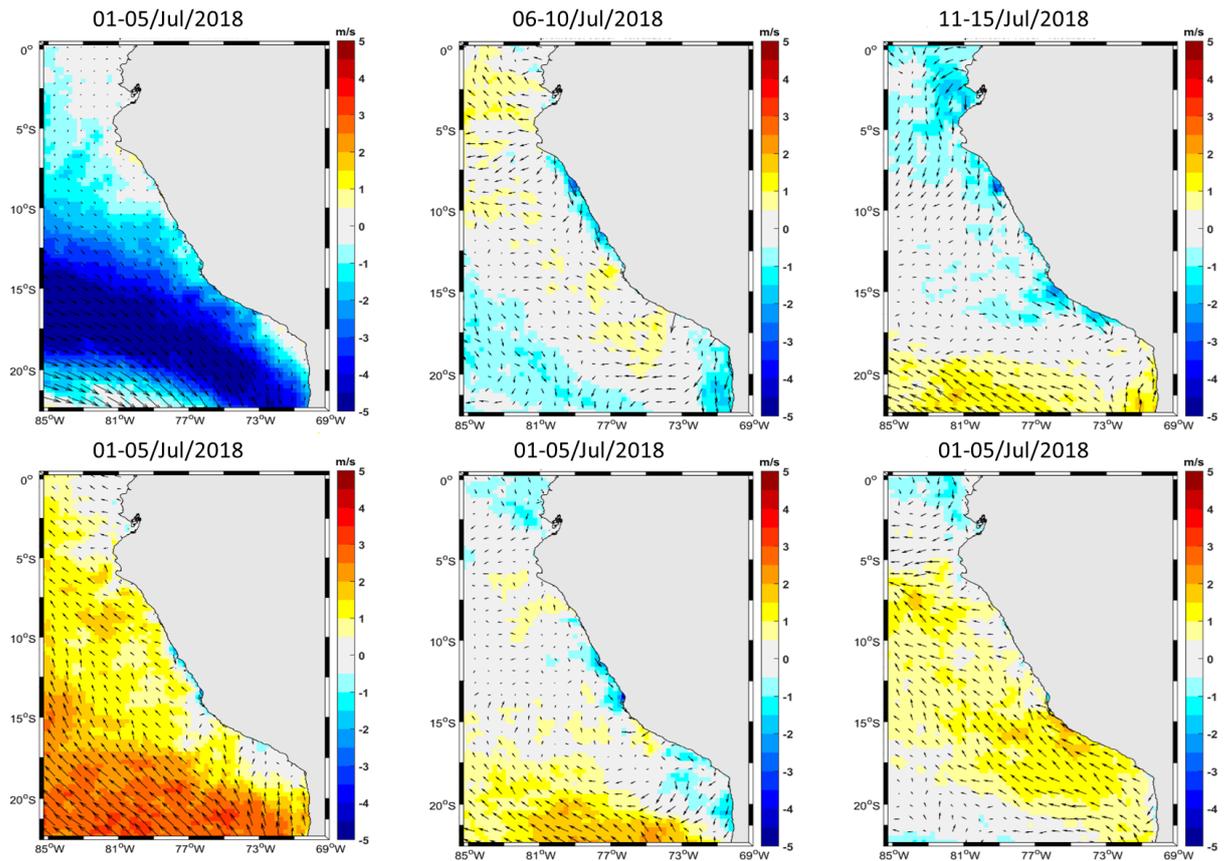


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/07/2018.

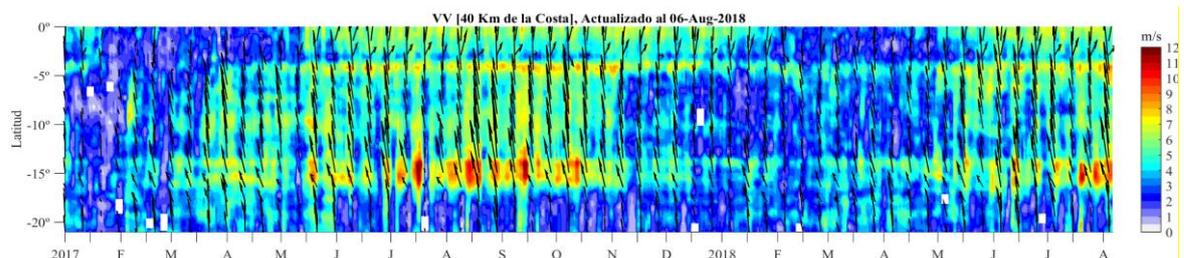


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/07/2018.

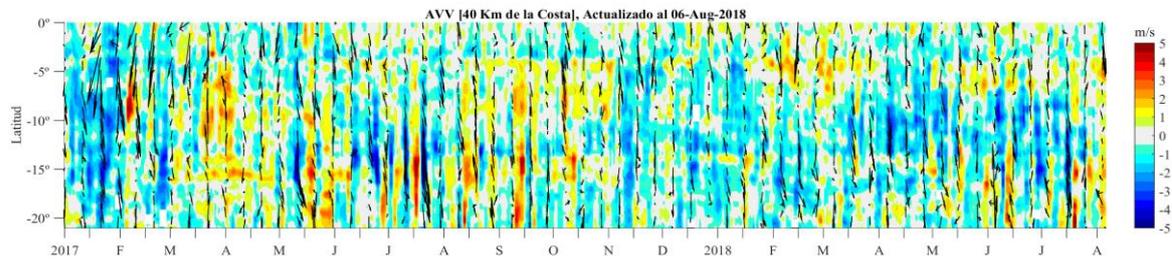


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalia del Viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/07/2018.

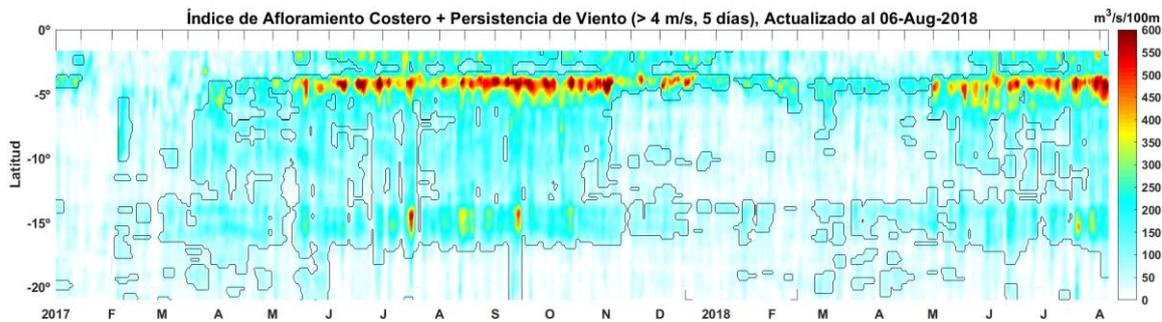


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ($m^3/s \times 100m$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad junio a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 06/07/2018.

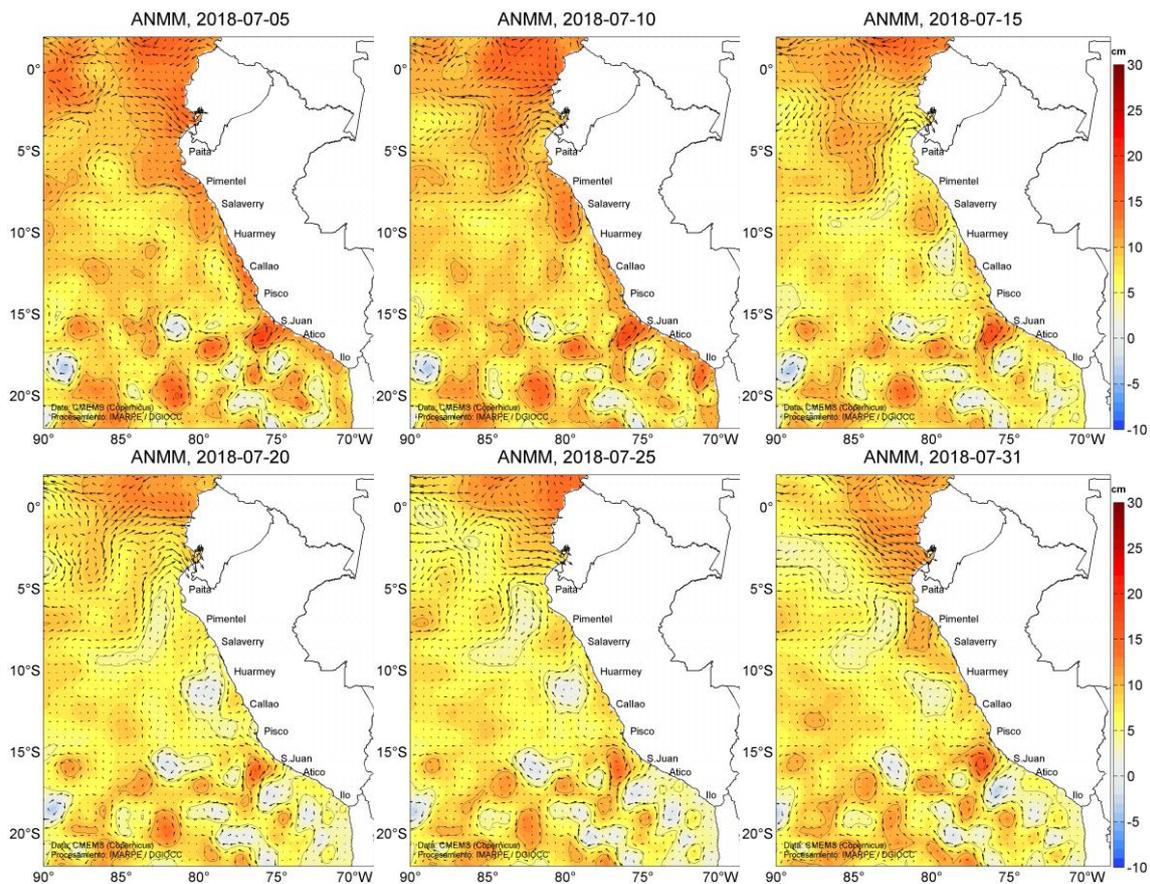


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de julio de 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: MARPE.

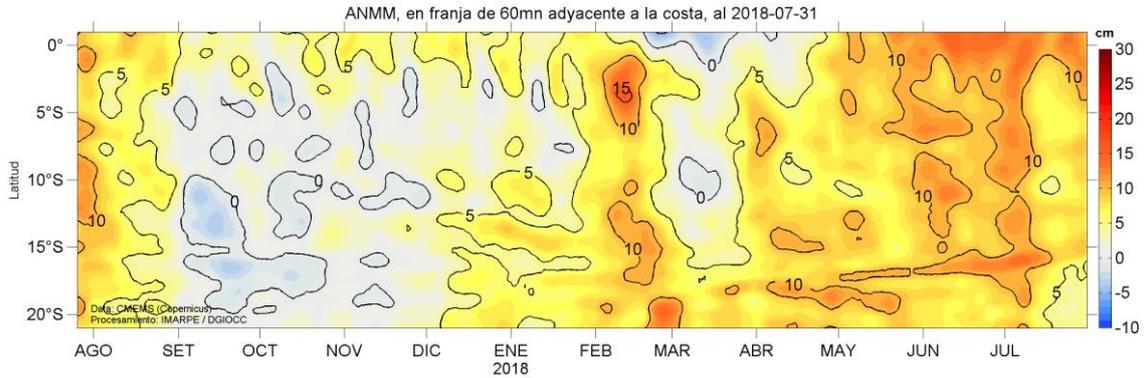


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 31 de julio del 2018, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

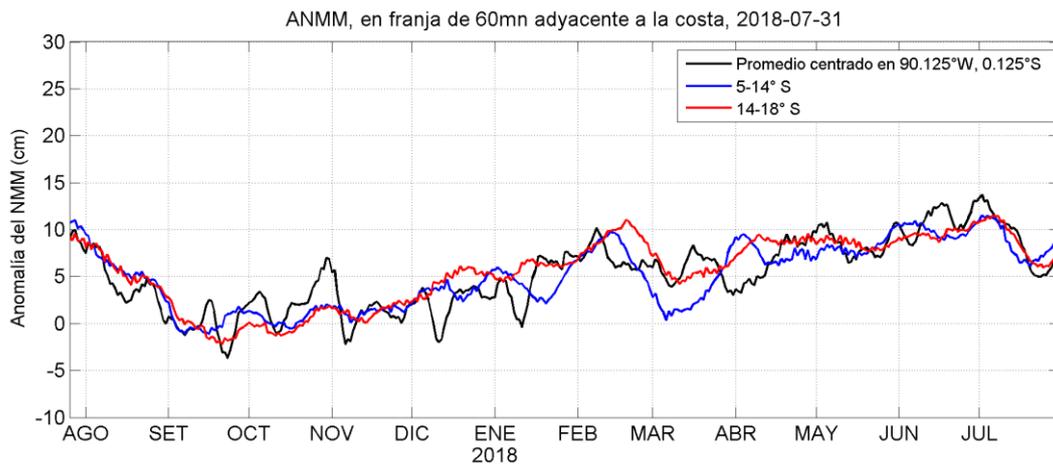


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de julio del 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

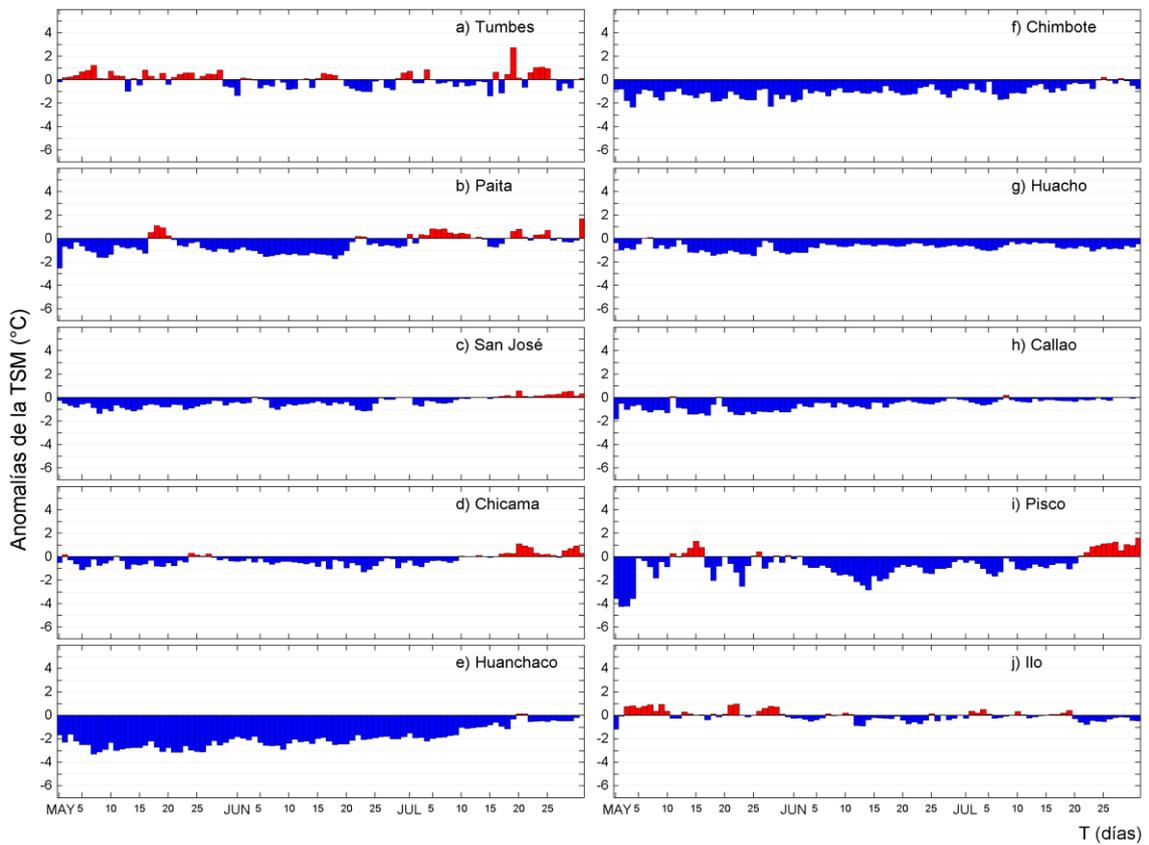


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

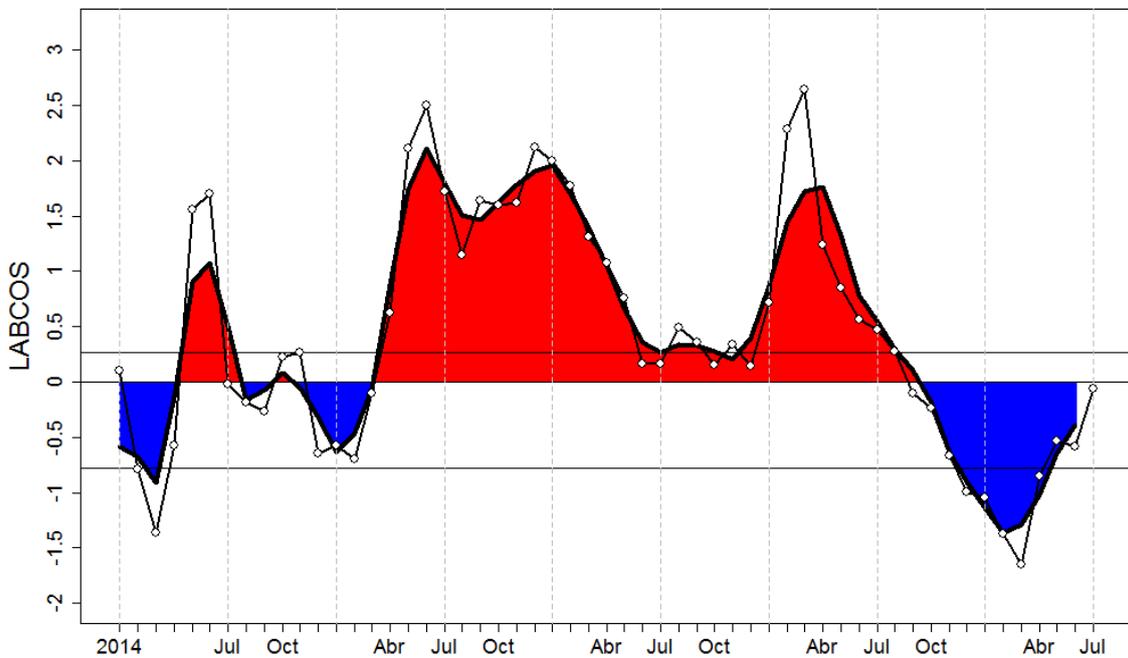


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - julio 2018. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

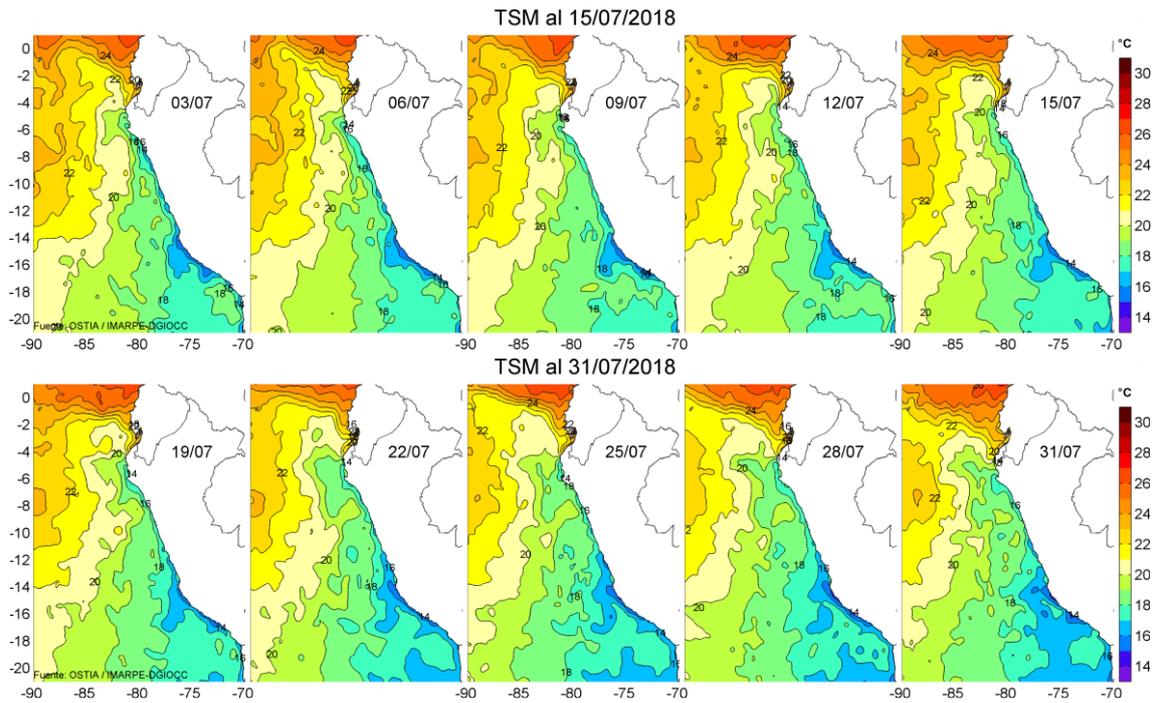


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante julio del 2018. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

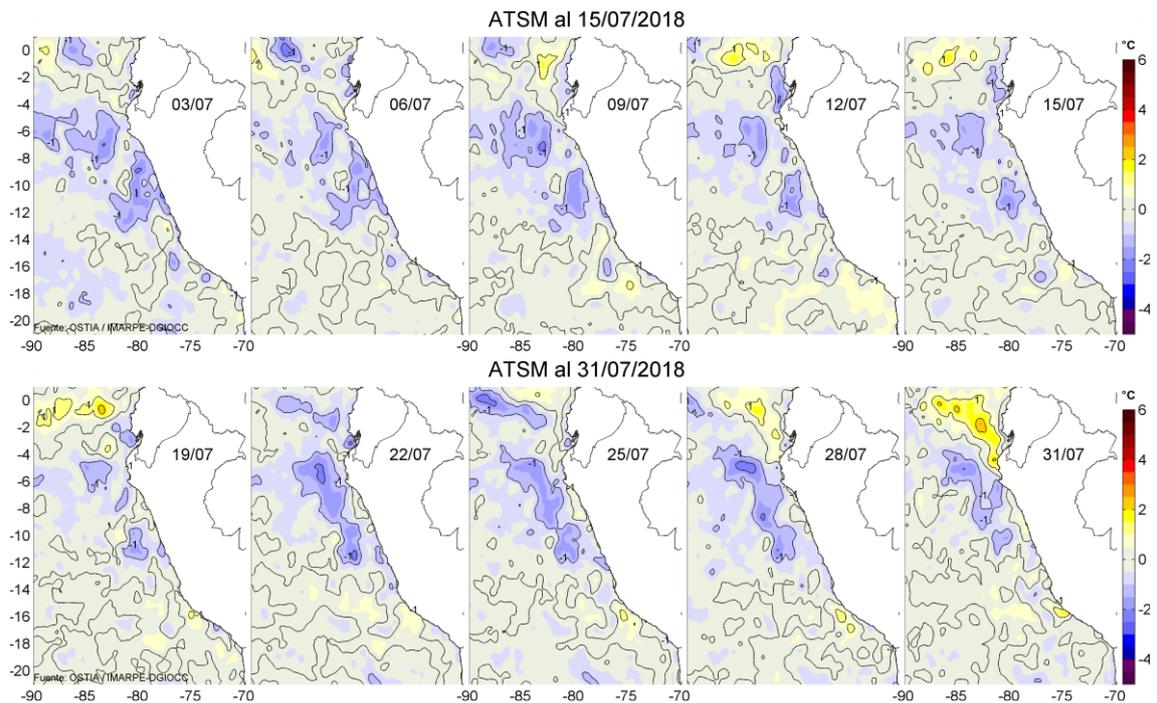


Figura 21. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante julio del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

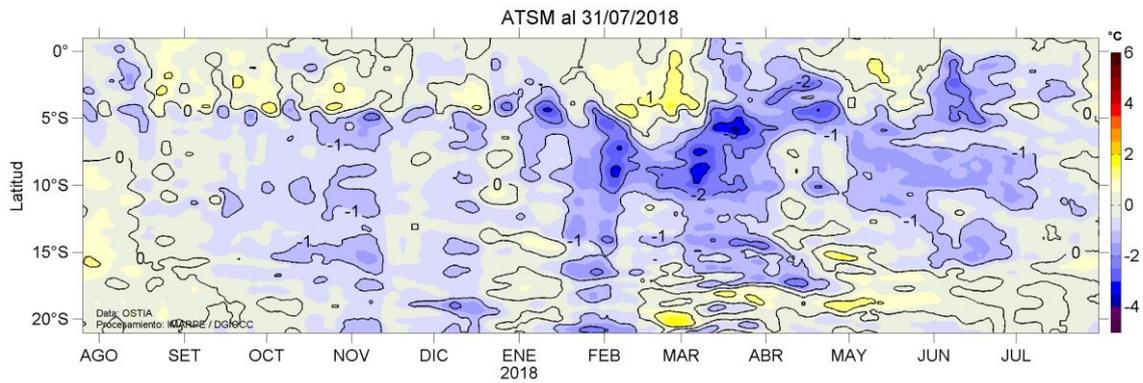


Figura 22. Evolución de las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 31 de julio del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

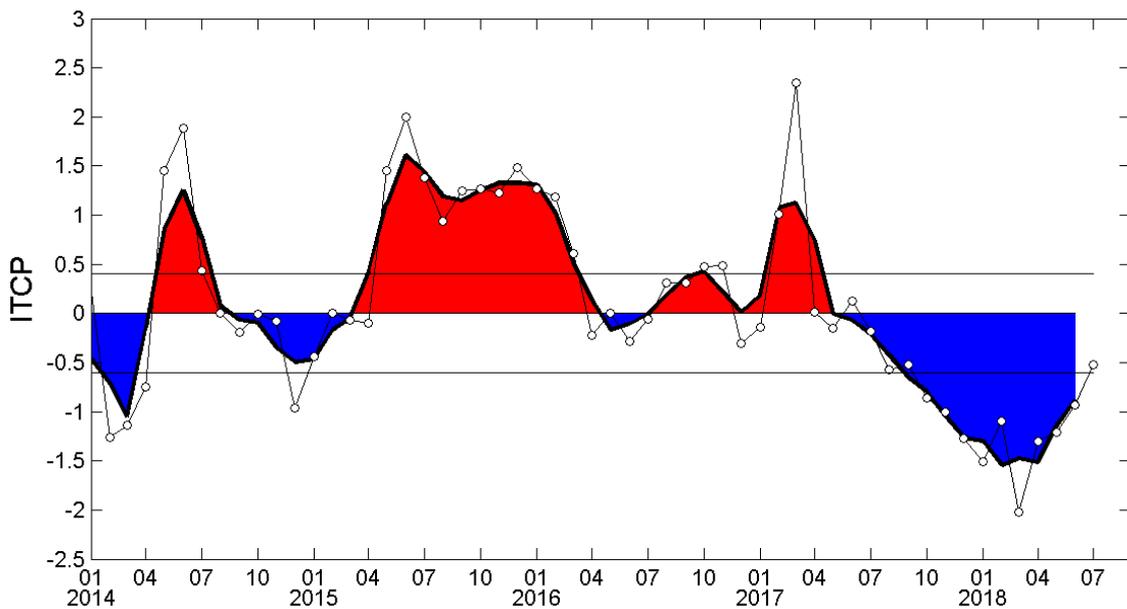


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre MJJ 2018. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

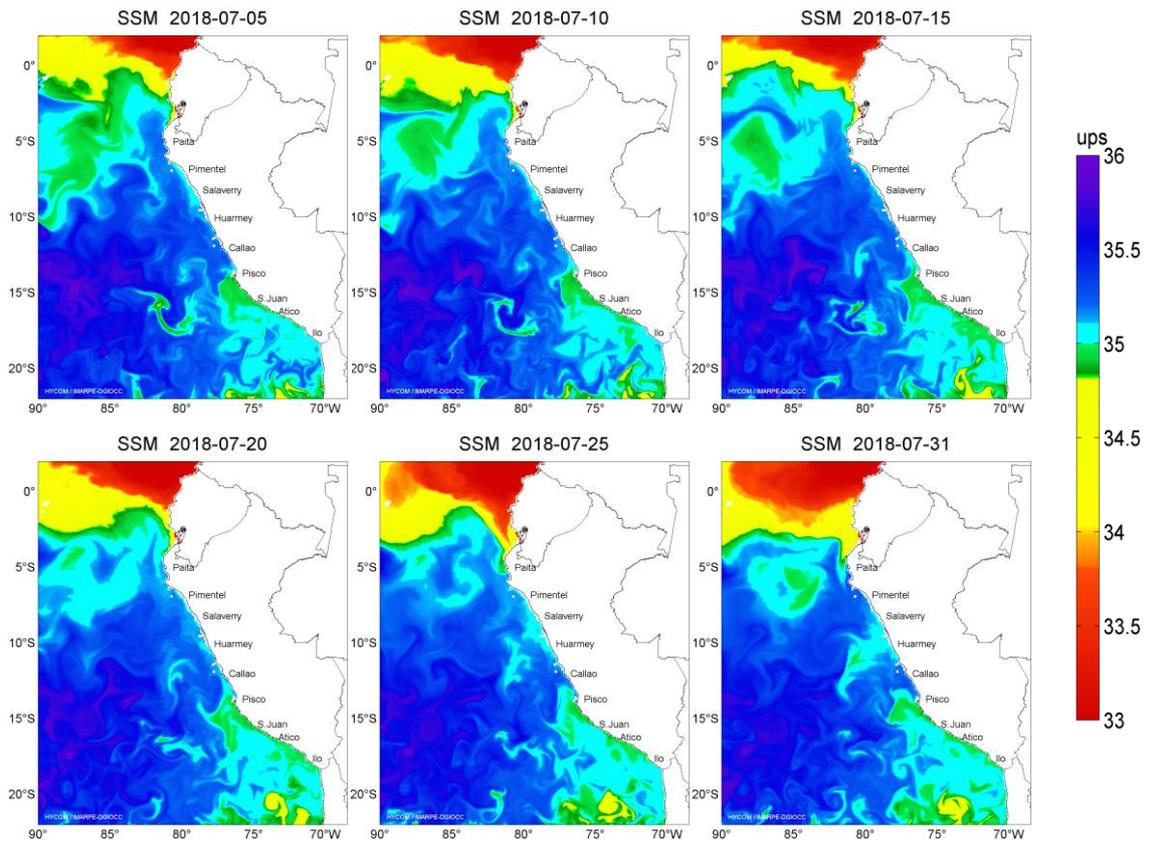


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de julio del 2018. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

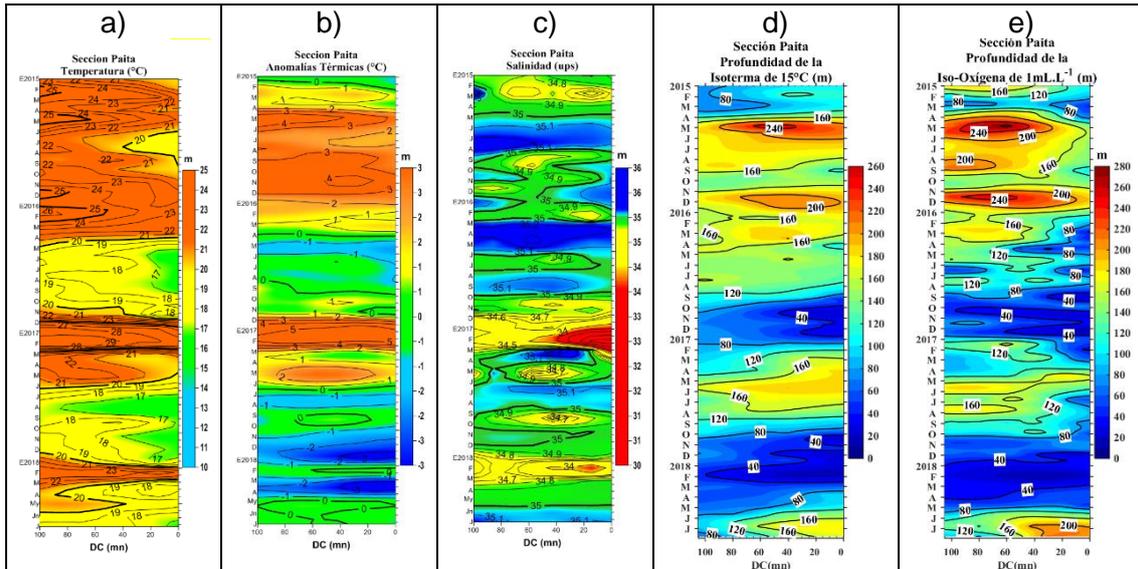


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta julio del 2018.

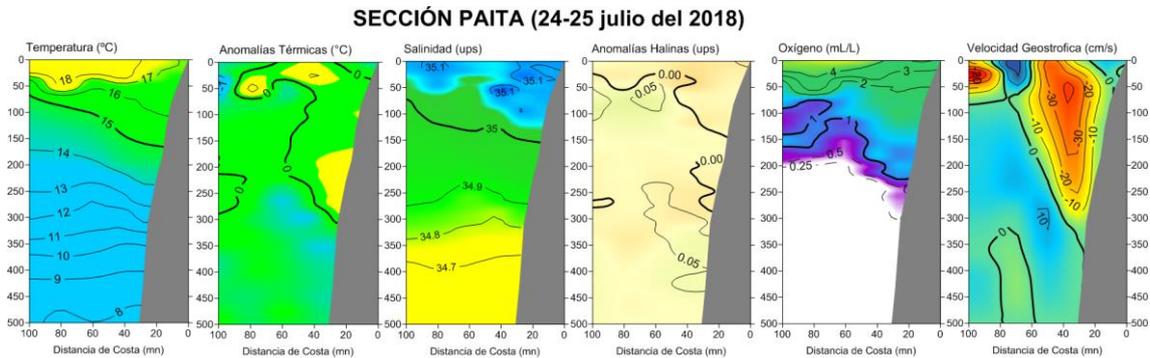


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (‰), d) anomalía de salinidad (‰), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 y 25 de julio de 2018. Fuente: IMARPE.

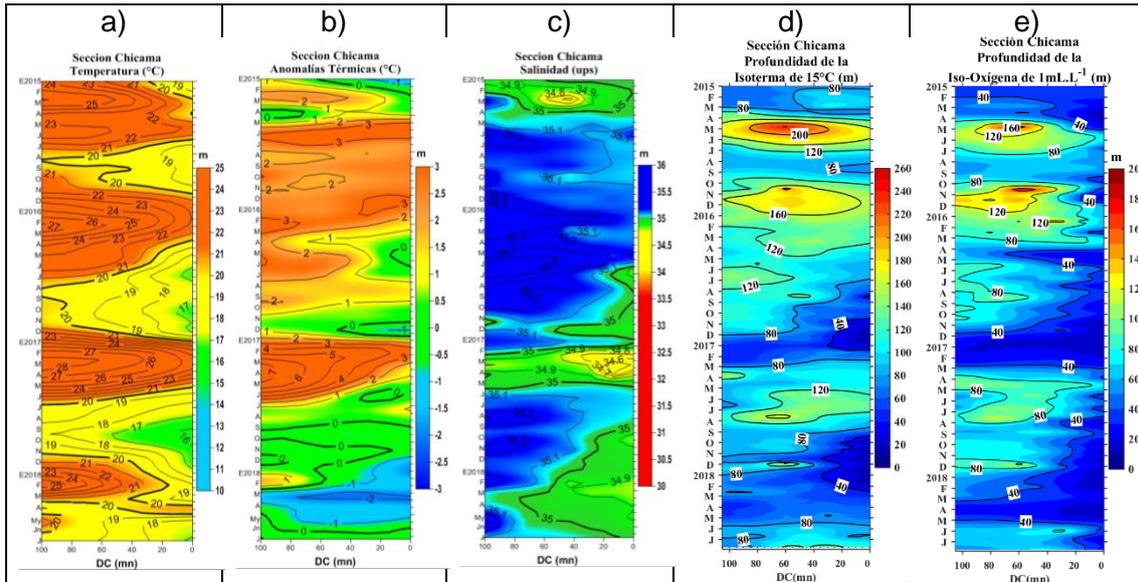


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y d) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta julio de 2018.

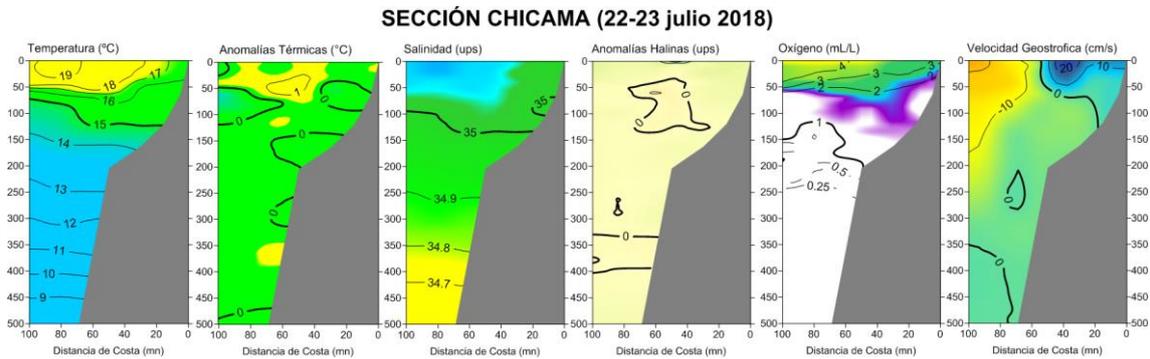


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (ups), d) Anomalía de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 22 y 23 de julio de 2018. Fuente: IMARPE.

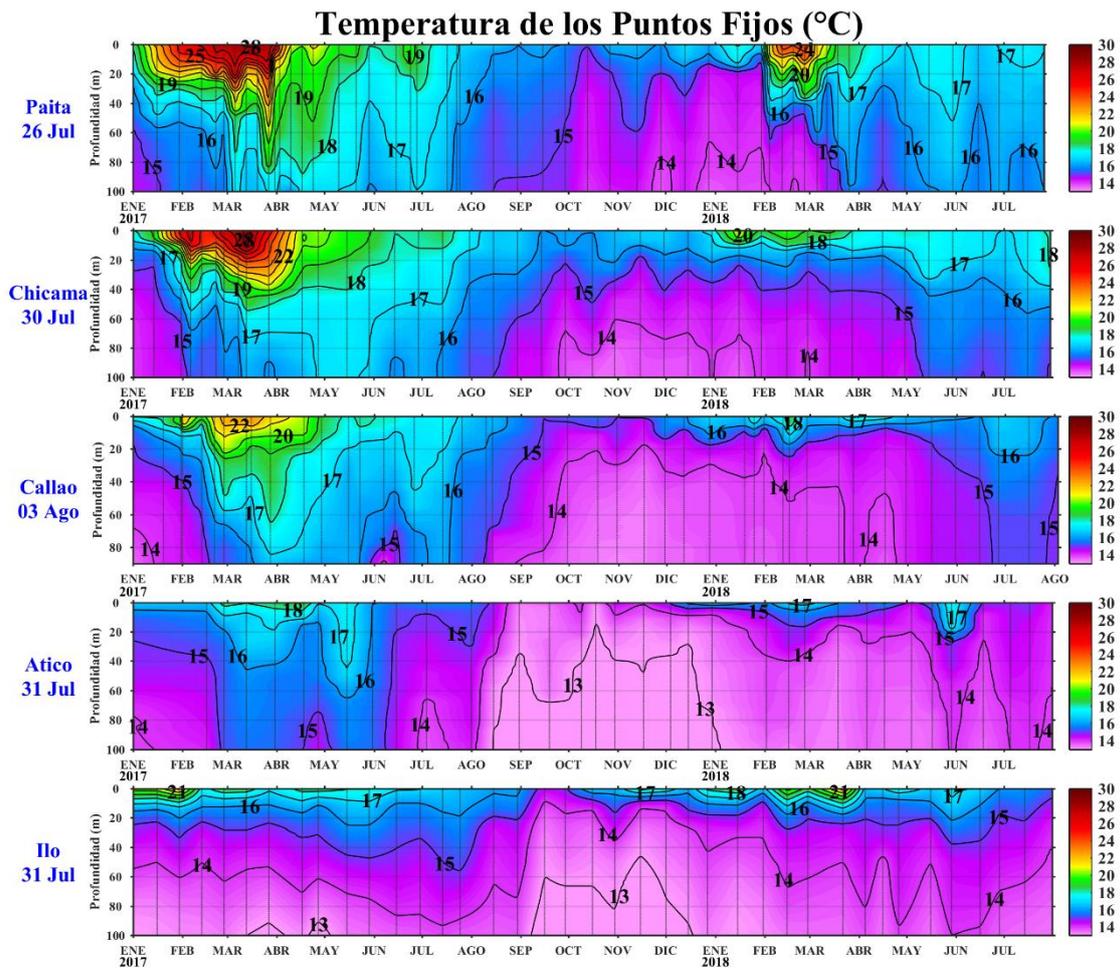


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2017 a julio - agosto de 2018.

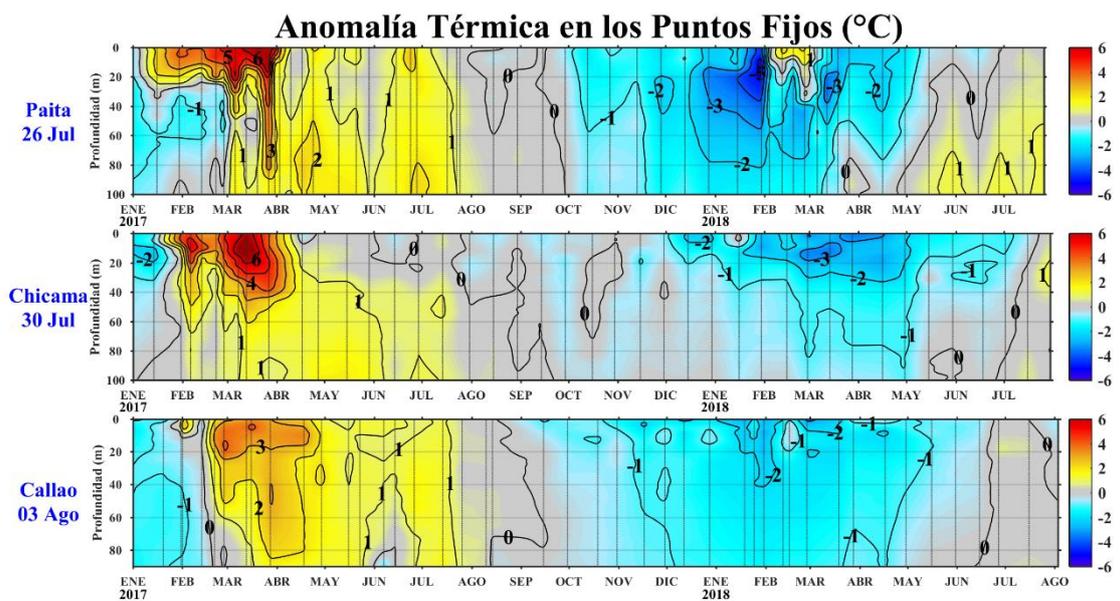


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2017 a julio - agosto de 2018.

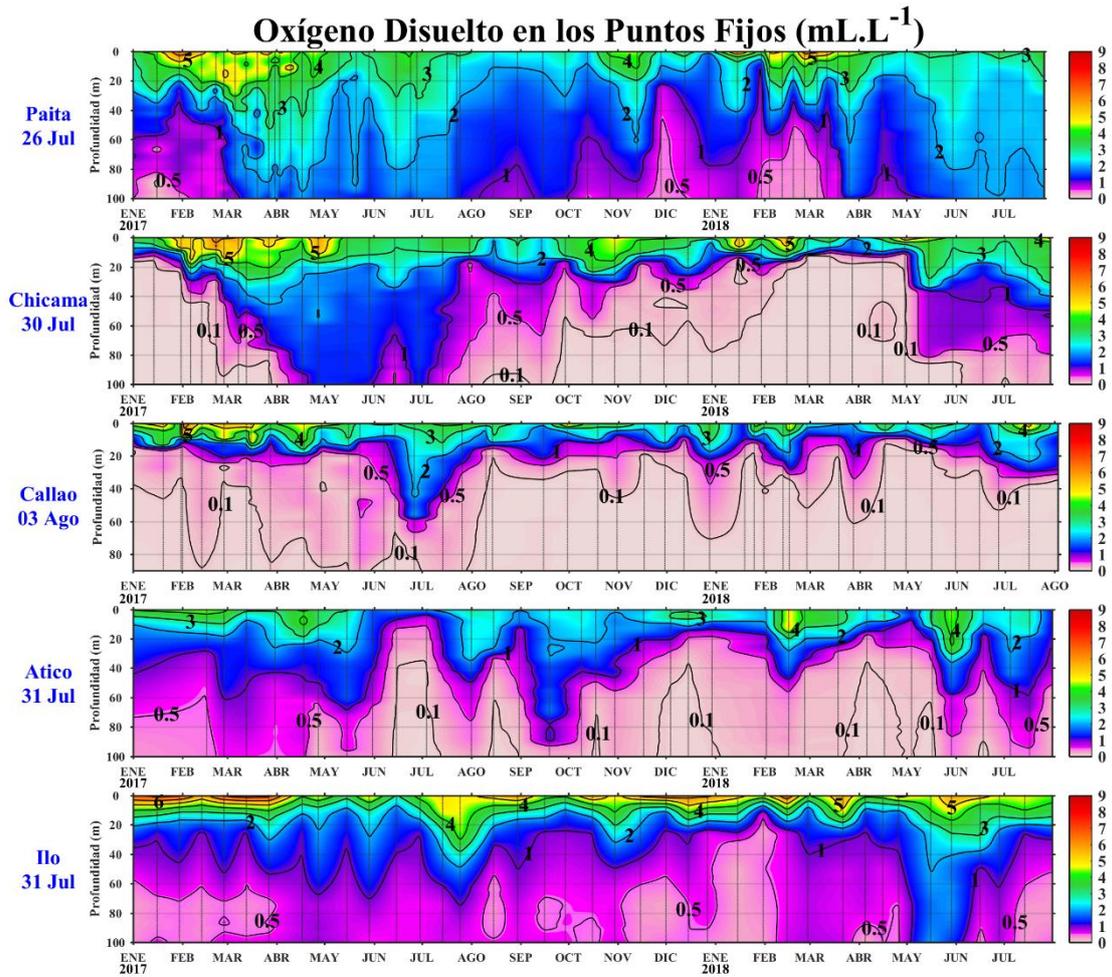


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2017 a julio - agosto de 2018.

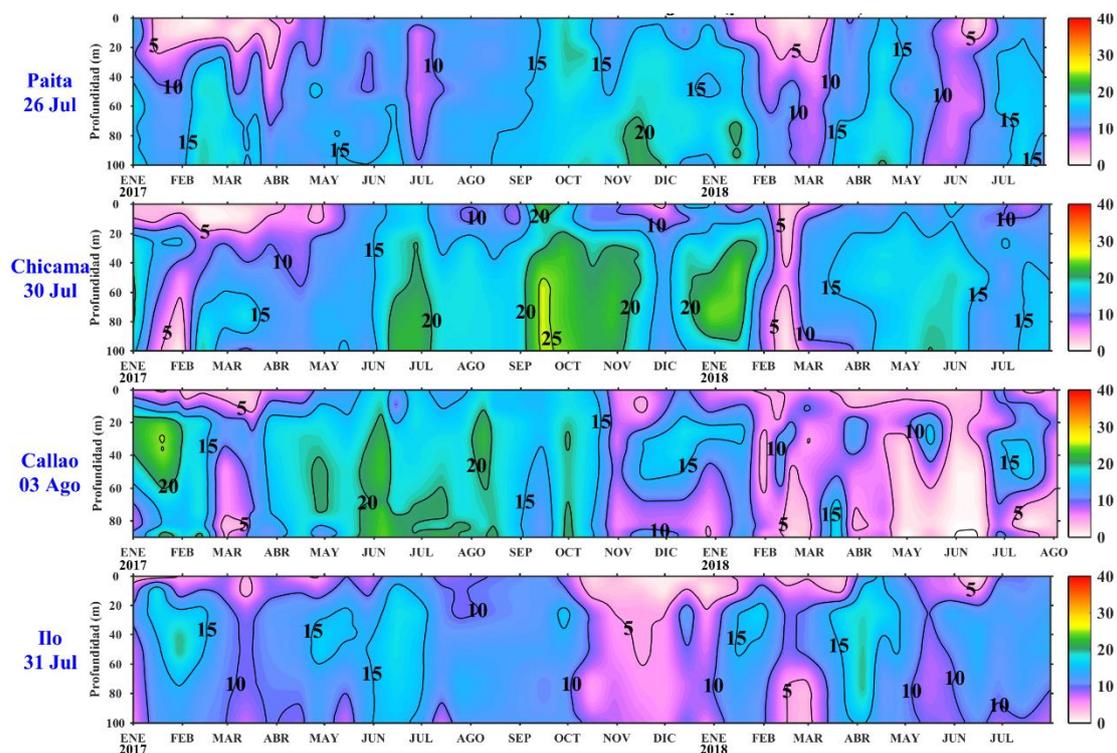


Figura 33. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a julio 2018.

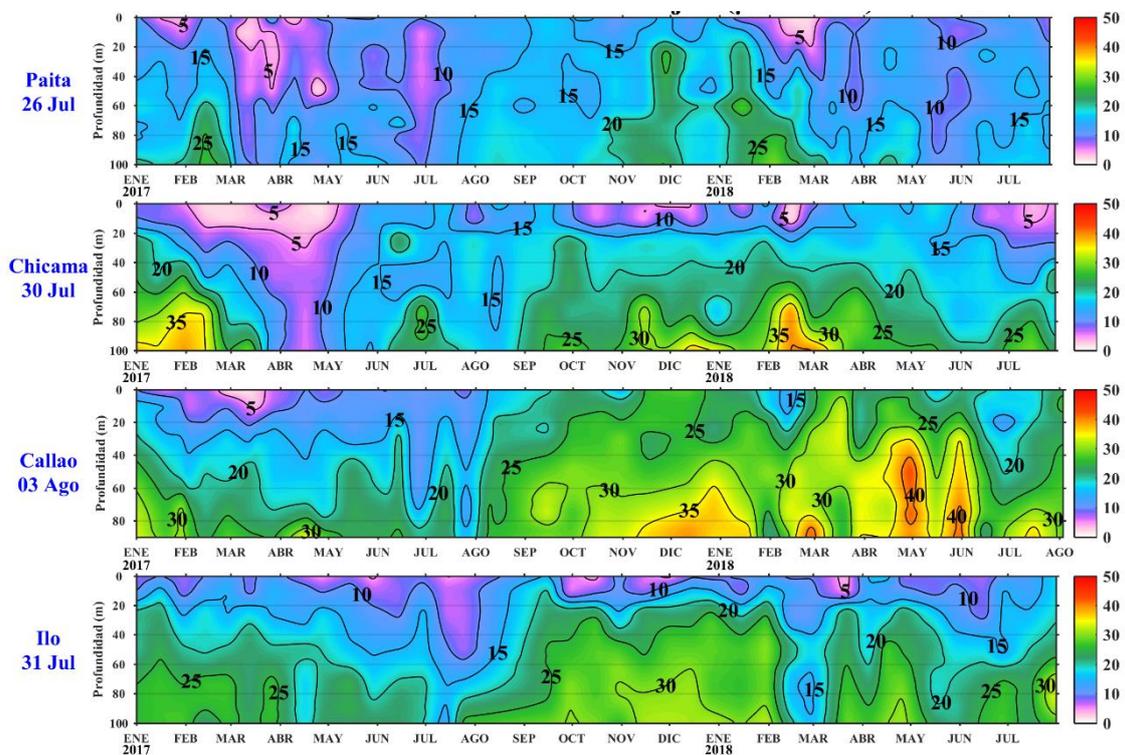


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a julio 2018.

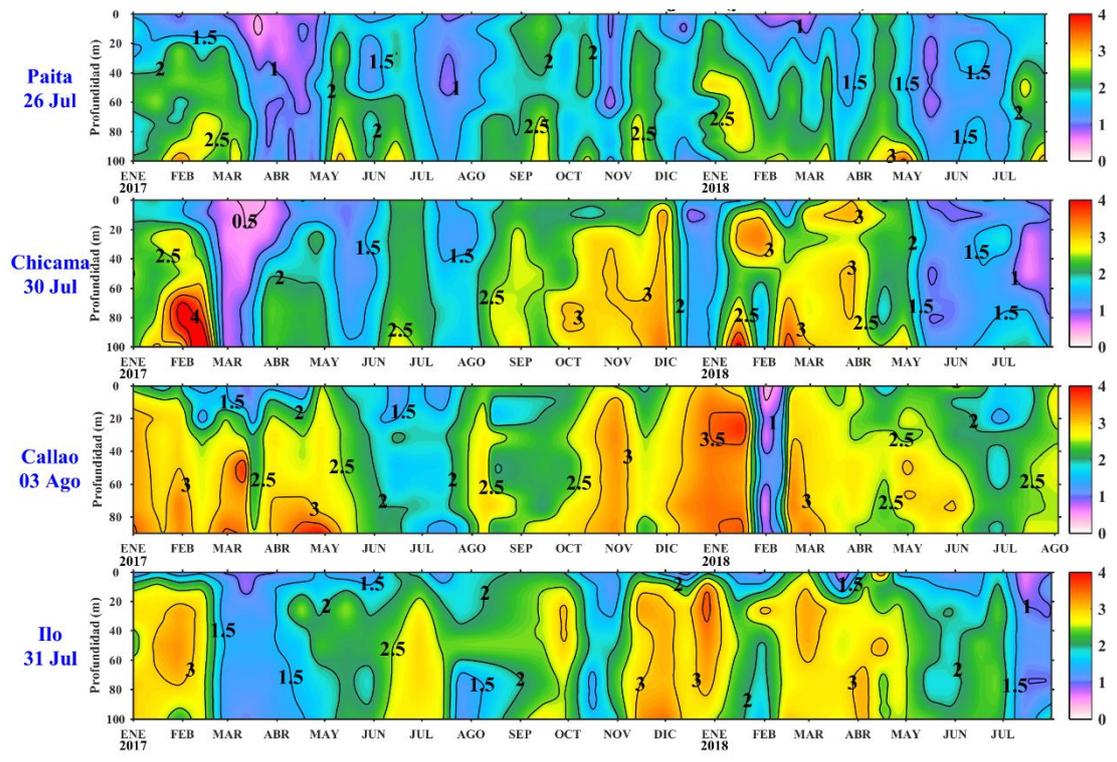


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a julio 2018.

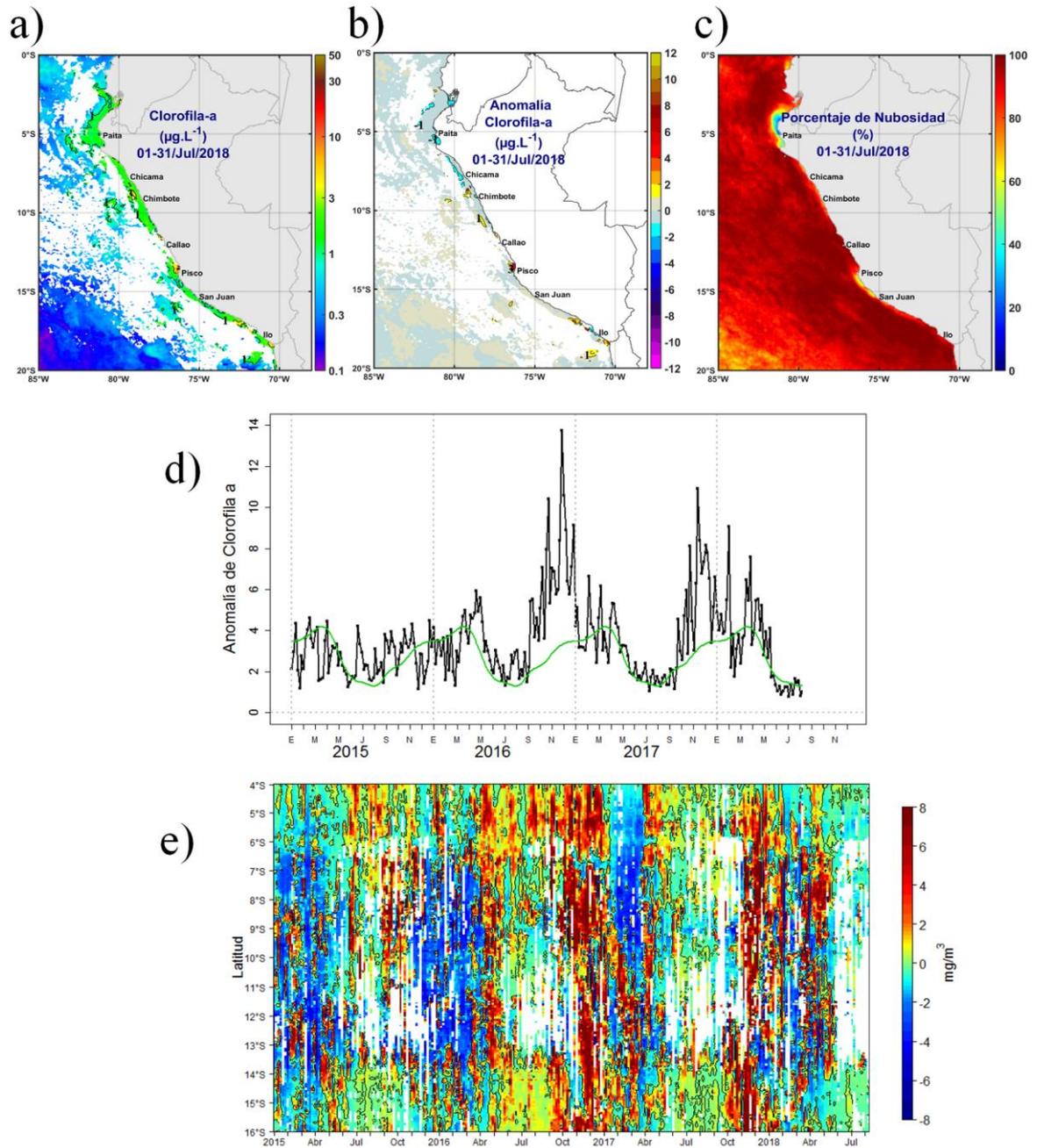


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante julio 2018. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 04°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en $\mu\text{g L}^{-1}$); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

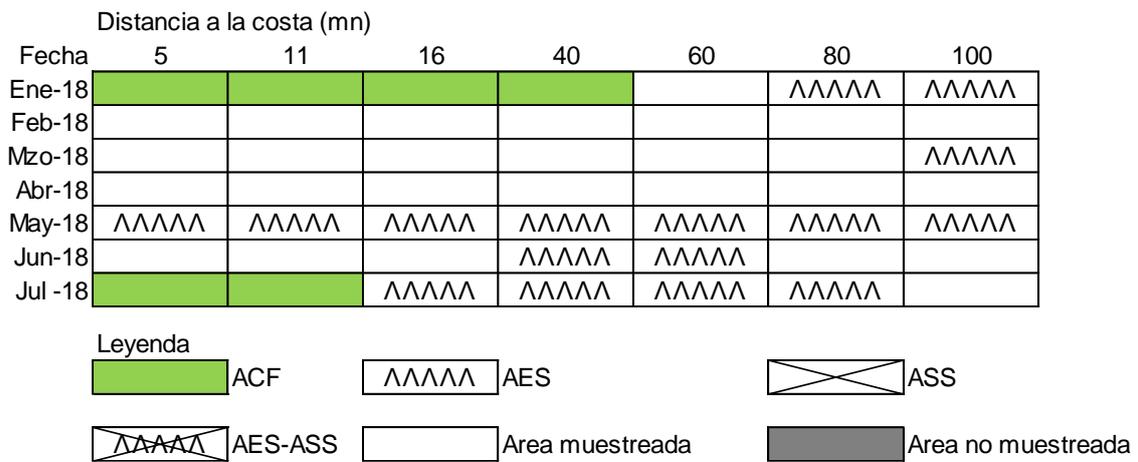


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1807.

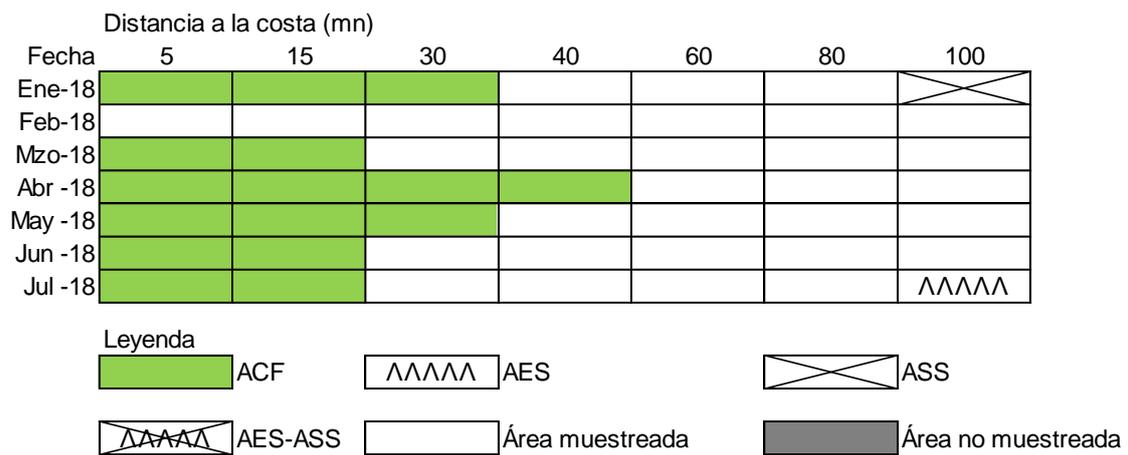


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1807.



Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paita 1807.

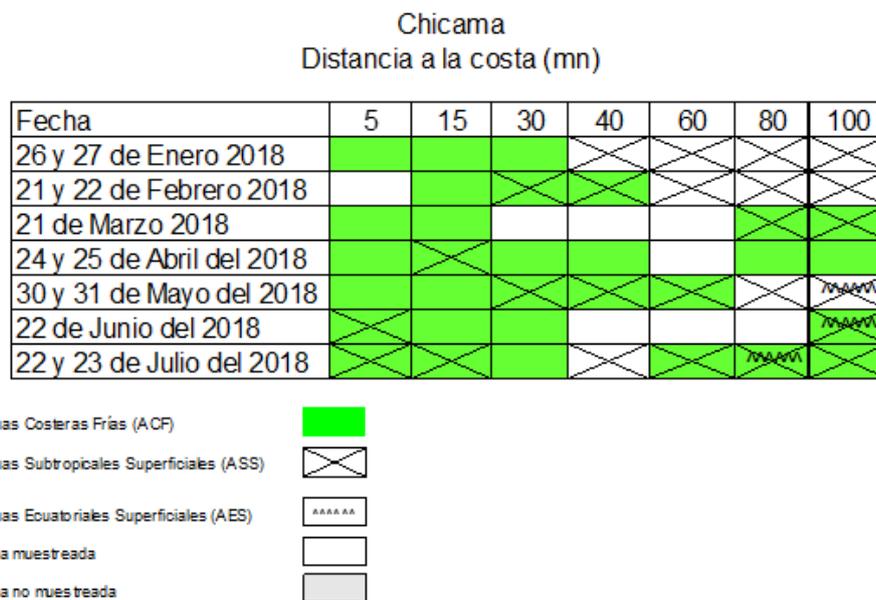


Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1807.

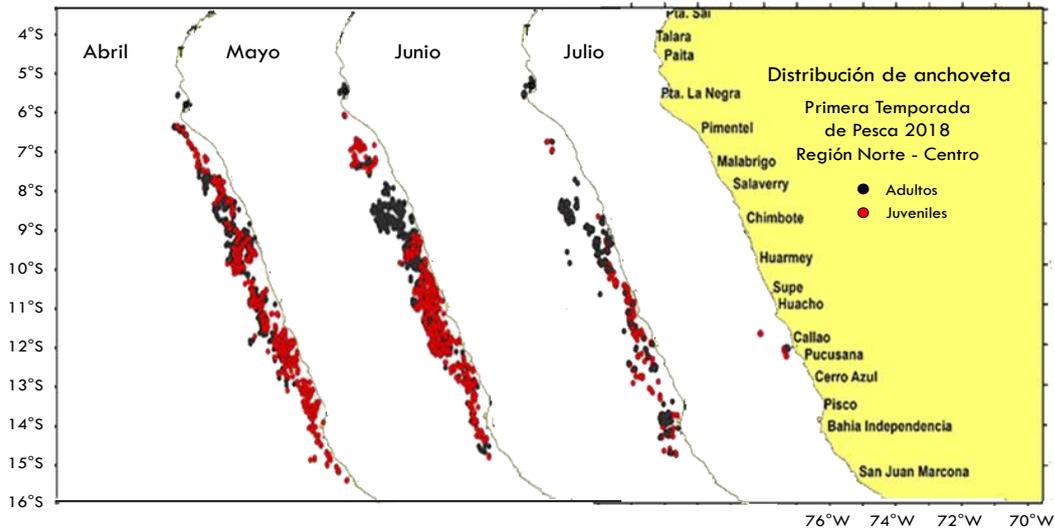


Figura 41. Distribución de anchoveta durante la Primera Temporada de Pesca en la región norte-centro 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE

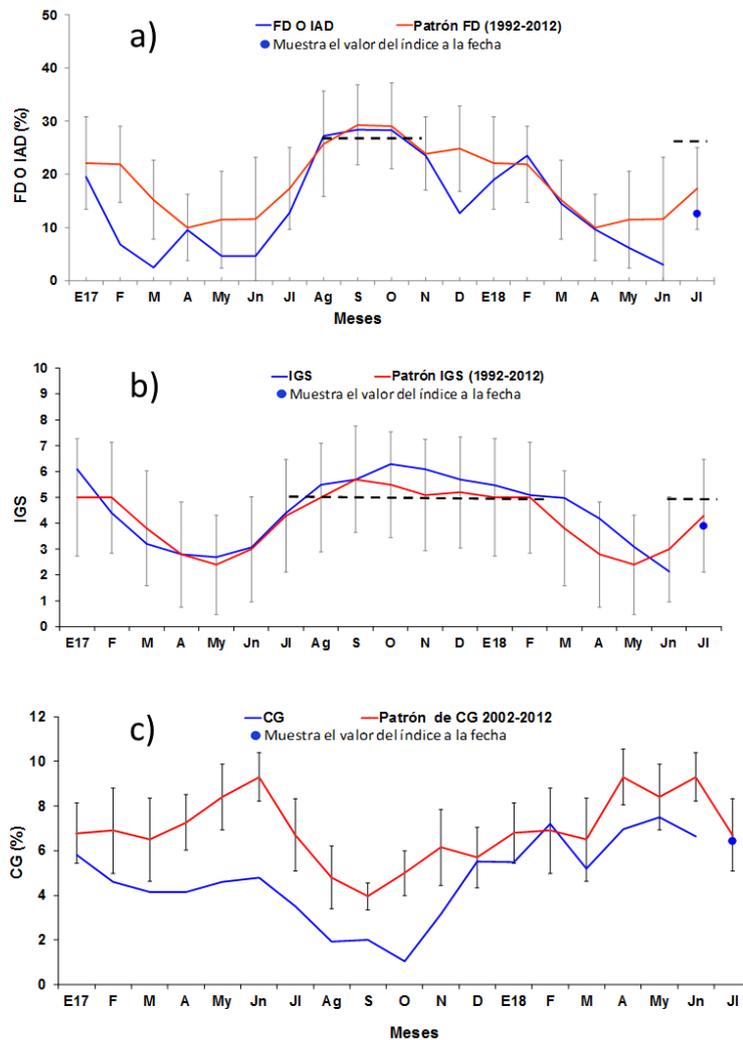


Figura 42. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de contenido graso, del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2017 – julio 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

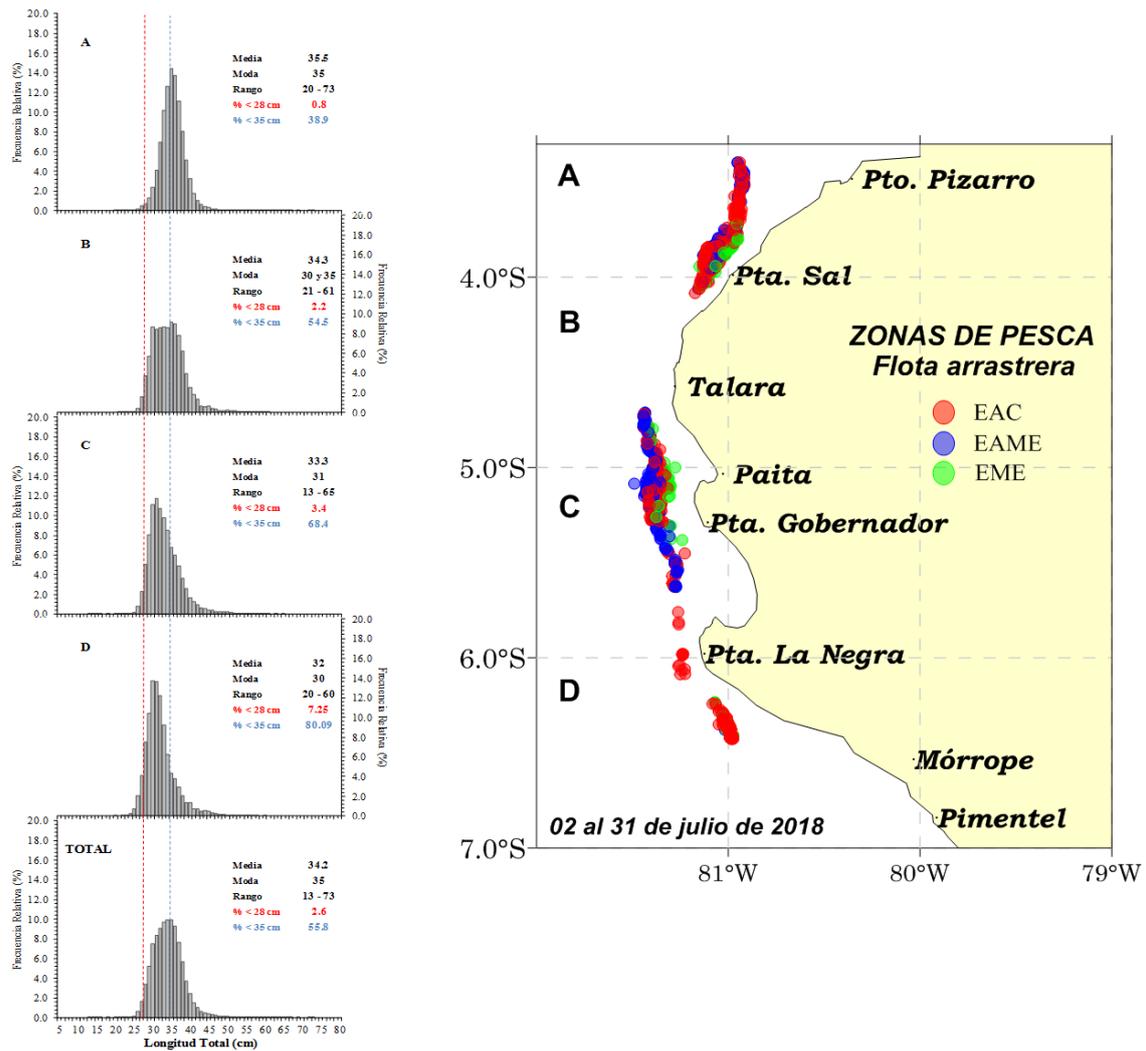


Figura 43. Tallas medias y moda de la captura de merluza *Merluccius gayi peruanus* por subárea A, B, C y D durante junio 2018 (panel izquierdo). Zonas de pesca de la flota arrastrera del recurso “merluza” *Merluccius gayi peruanus* por subárea A, B y C durante junio 2018 (panel derecho).

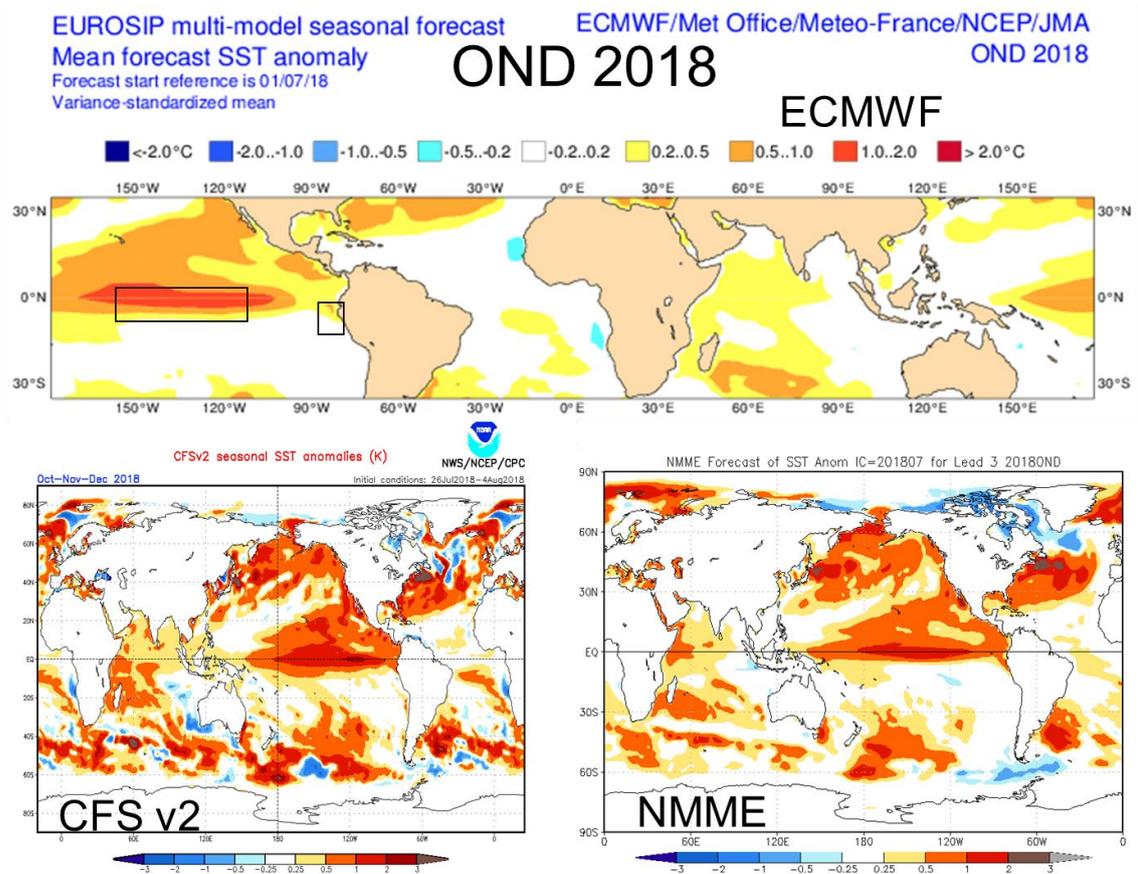


Figura 44. Pronóstico de la SST para el trimestre SON 2018 del modelo ECMWF (condiciones iniciales julio 2018), CFSv2 (condiciones iniciales julio 2018), y NMME (condiciones iniciales julio 2018). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

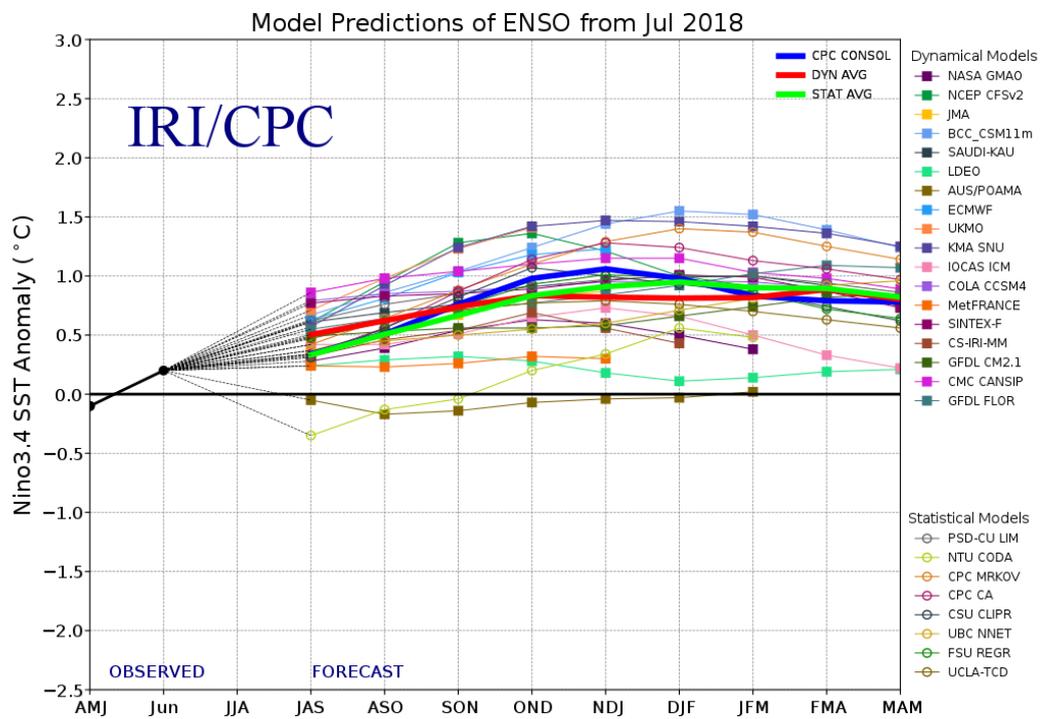


Figura 45. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, julio 2018.

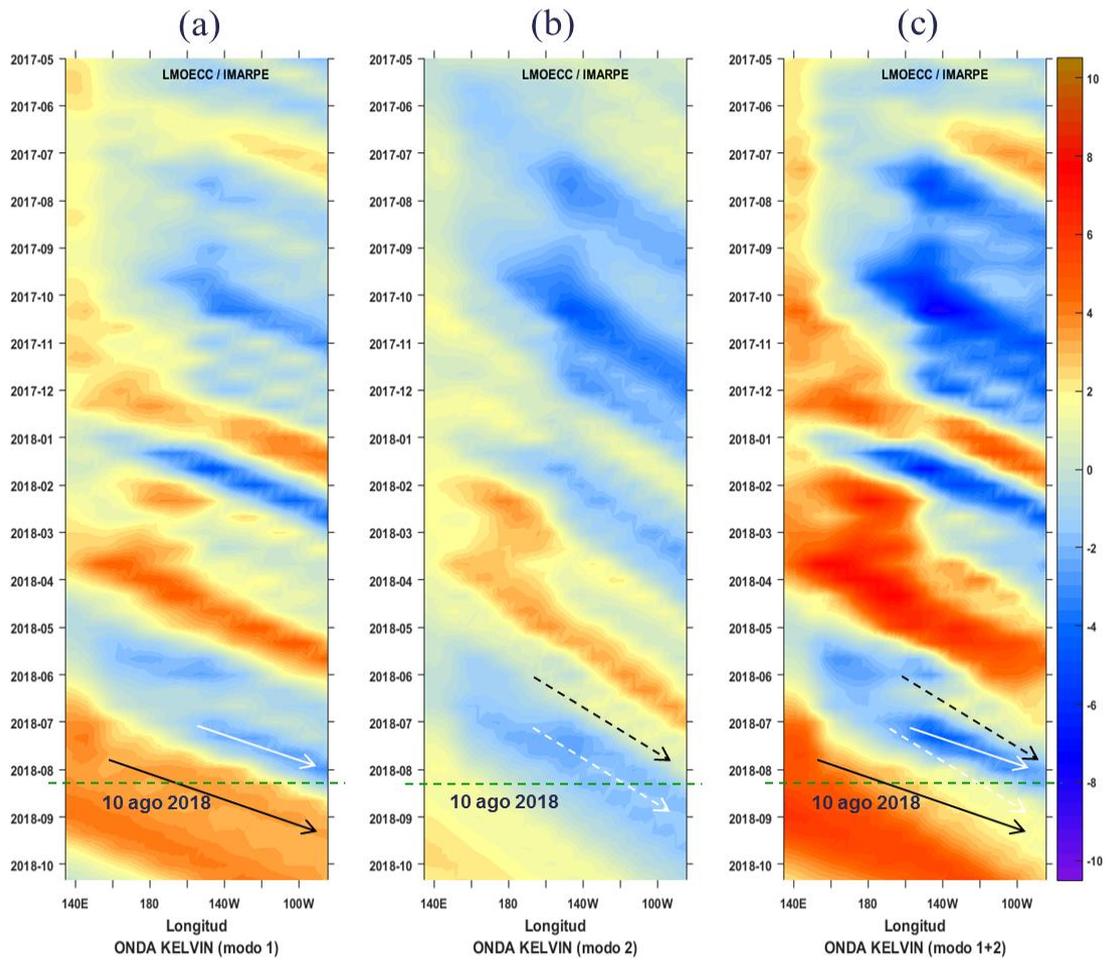


Figura 46. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

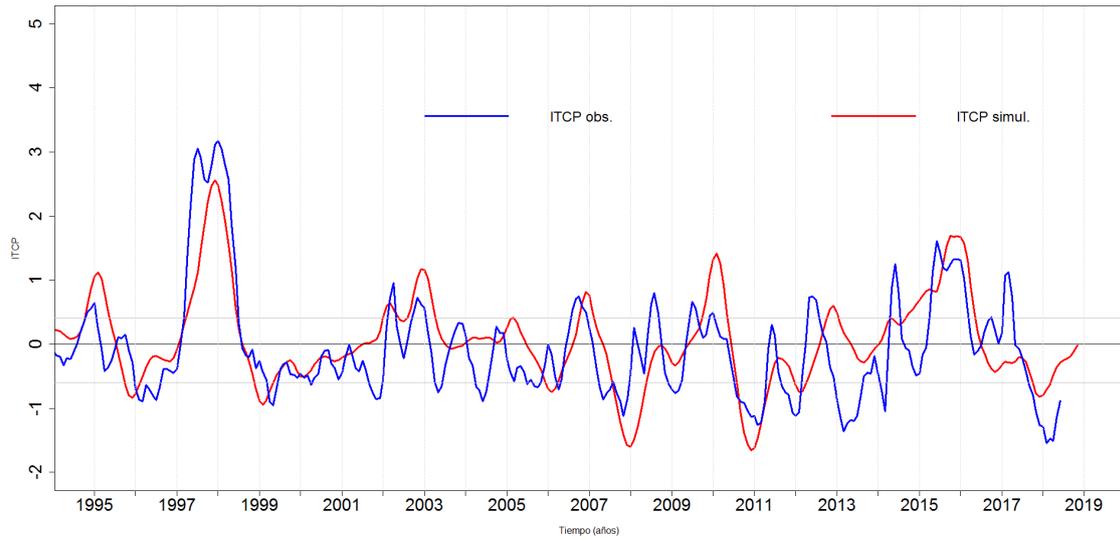


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

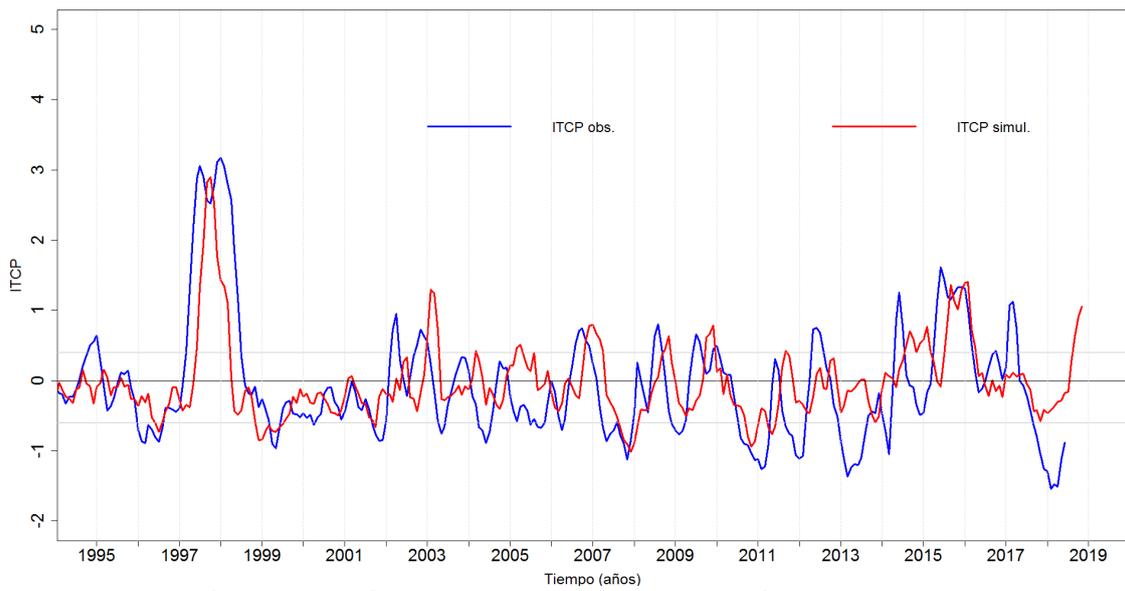


Figura 48. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.