

## **Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

### **Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras Julio 2017**

#### **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 118°W,33°S con una intensidad máxima de ~1025 hPa, encontrándose desplazado al oeste de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~2 hPa (Figura 1 y 2a). Asimismo, se observaron anomalías positivas de presión en el Pacífico subtropical de hasta 8 hPa y un núcleo de anomalías positivas de 1 hPa en el Pacífico Ecuatorial Central y Occidental, mientras que frente a la costa peruana las anomalías de presión promediaron cerca de cero (Figura 2b).

Con el fin de caracterizar la variación temporal de la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se empleó el Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (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 2017 el IAPS presentó un valor de +2,6, con una tendencia positiva desde enero 2017, mientras que el valor mensual de julio fue +2,2 (Figura 3).

###### **1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial**

La convección tropical estuvo cerca del promedio sobre la mitad este del Pacífico y por encima del promedio sobre el oeste del Pacífico y el Continente Marítimo (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, varió entre 2,0 a 6,0 m/s en el área comprendida entre la línea de cambio de fecha (180°) y los 100°W, manteniendo la componente zonal del viento una dirección predominante de los vientos alisios. Las anomalías de la componente zonal del viento ecuatorial variaron entre -1,0 a +2,0 m/s, en gran parte del Pacífico ecuatorial (Figura 5). Por consiguiente, en general, el sistema océano-atmósfera permanece consistente con ENSO-neutral.

##### **1.2. Aspectos oceanográficos**

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

Durante el mes de julio, continuó observándose condiciones tipo ENSO-neutral, a medida que las temperaturas ecuatoriales en la superficie del mar (TSM) estuvieron cerca del promedio en la mayor parte del Océano Pacífico (Figura 6). Los últimos índices semanales basados en la anomalía de la TSM para las regiones El Niño exhibieron una tendencia negativa en el último mes, alcanzando al final de este último valores de +0,2 para las regiones Niño 3 y Niño 4, y de -0,1 en la región Niño 1+2 (Figura 7).

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

La anomalía del contenido calórico de la parte superior del océano mostró una tendencia negativa en julio, descendiendo de +0,4 a -0,2°C (Figura 8), reflejando principalmente la expansión de las anomalías negativas en la capa subsuperficial entre los 50 y 150 m en el Pacífico Central (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**

Durante el mes de julio, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de moderadas a fuertes (3,0 a 9,0 m/s), a excepción de los días 01 al 05 y 21 al 25, en los cual se presentaron vientos débiles a moderados (< 6,0 m/s). En la zona oceánica el viento varió entre 5,0 y 10,0 m/s y estaría relacionado a la activación y fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur. (Figura 10). Las anomalías del viento variaron entre -2,5 a +2,5 m/s, predominando anomalías negativas a neutras durante gran parte del mes de julio, tanto en la zona costera como en la zona oceánica (Figura 11).

En la franja costera de 40 Km se registraron vientos entre 3,0 y 9,0 m/s, los más fuertes (> 7,0 m/s) se observaron entre 14°S y 16°S, mientras que los más débiles (< 3,0 m/s) se presentaron al sur de los 16°S (Figura 12). Entre tanto, la configuración de la dirección del viento mostró su patrón normal a lo largo de la costa. La anomalía de la velocidad de viento varió entre -2,5 y +2,5 m/s, predominando anomalías positivas (>+2,0 m/s) en gran parte de la zona costera y oceánica centro y sur los días 05 a 10 y 16 al 20, mientras que se presentaron anomalías negativas (< -2,0 m/s) en gran parte de la costa peruana del 21 al 25 de julio (Figura 13).

El afloramiento costero IAC persistió la mayor parte del mes al norte de los 17°S a lo largo de la costa peruana, salvo alrededor del día 20 y especialmente frente a la costa central (Figura 14).

### **2.2 Aspectos Oceanográficos**

#### **2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar.**

Durante la primera quincena, la variación espacial de la altura del nivel medio del mar (NMM) señaló la predominancia de movimientos ciclónicos frente a la costa central y norte y de giros anticiclónicos en la zona oceánica adyacente. En la segunda quincena los giros ciclónicos se debilitaron y tendieron a desplazarse hacia la zona oceánica, mientras que en la franja costera se observó un incremento leve del nivel del mar, aunque con una fuerte variabilidad de mesoescala (Figura 15).

En la franja de 100 km adyacente a la costa, se registró a inicios de mes anomalías de NMM cercanas a cero, mientras que, en la segunda quincena, las anomalías aumentaron ligeramente por encima de +5 cm (Figura 16). Frente a Galápagos las anomalías también aumentaron ligeramente durante el mes (Figura 17).

### **2.2.3. Temperatura superficial del mar frente al litoral.**

#### **2.2.3.1 Laboratorios Costeros**

La TSM presentó en todos los laboratorios costeros una reducción de su valor promedio mensual respecto al mes anterior, variando entre 15,8°C (Ilo) a 25,8°C (Tumbes), mientras que la anomalía (ATSM) varió entre -0,1°C (Huanchaco) a +0,8 °C (Tumbes) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en los laboratorios costeros de Tumbes, Chicama, Chimbote y Callao presentaron solo anomalías positivas durante todo el mes, mientras que en Paita, San José, Huanchaco e Ilo, la TSM mostró alternancia entre anomalías negativas y positivas (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) exhibió el valor de +0,54°C para el trimestre MJJ y un valor mensual de +0,47°C, indicando la tendencia decreciente de las anomalías térmicas en el litoral peruano (Figura 19).

#### **2.2.3.2 Información satelital de TSM y ATSM.**

En julio, la TSM mantuvo valores cercanos a su promedio patrón, predominando condiciones neutras al norte de 14°S, mientras que al sur de esta latitud las condiciones fueron ligeramente cálidas con núcleos de +1°C (Figura 20). El contraste latitudinal fue menor en la franja de 50 mn durante todo el mes, con anomalías cercanas a cero (Figura 21).

El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe et al., 2016) alcanzó un valor de -0,10 para el trimestre MJJ 2017, indicando una condición neutra en la franja costera frente al Perú, similar a lo observado en el trimestre MJJ de 2016 cuando alcanzó un valor de -0,14 (Figura 22).

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

Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), con salinidad <34,8 ups, se presentaron en la costa al norte de Paita, salvo en la segunda pentada del mes, en donde alcanzaron a dicha localidad. Fuera de la costa (> 200 mn), se detectaron núcleos de baja salinidad hasta los 9°S en la primera quincena del mes. Al sur de los 5°S, predominaron aguas de mezcla (35,0<S<35,1) a lo largo de la costa. Cabe mencionar que las aguas con SSM mayores a 35,1 ups, asociadas a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), las mismas que durante la primera quincena estuvieron cerca de la costa de Callao, se vieron disipadas por el proceso de mezcla, durante la segunda quincena del mes de Julio (Figura 23).

### **2.2.4 Secciones Oceanográficas**

#### **2.2.4.1 Paita (22 – 23 de julio)**

Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 16°C a 19°C con una débil termoclina, mientras que sobre los 150 m predominaron las anomalías entre +0,5°C y +1,0°C principalmente. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 150 y 170 m de profundidad. Por debajo de los 100 m, las anomalías fueron cercanas a cero, a excepción de un núcleo de +0,5°C sobre el talud continental entre los 350 m y 400 m de profundidad (Figura 24 a, b).

Las concentraciones de sales sobre los 120 m estuvieron asociadas a ASS, masa de agua que generó mezclas hasta los 150 m de profundidad, excepto en la capa superficial por fuera de las 90 mn, donde se presentó mezcla debido a la interacción de las ASS y AES. El núcleo de las ASS fue detectado a unas 80 mn de la costa (40 – 80 m), con  $S > 35,2$  ups y anomalías de hasta +0,4 ups (Figura 24 c,d).

La distribución del oxígeno no presentó una oxiclina, en tanto, la ZMO se ubicó entre los 200 m y 250 m de profundidad. Sobre los 100 m predominaron flujos hacia el norte en la franja dentro de las 30 mn y por fuera de las 80 mn, con velocidades de hasta 40 cm/s, Por debajo de los 100 m predominaron flujos hacia el sur centrados en el eje de las 60 mn, con velocidades de hasta 30 cm/s (Figura 24 e,f).

#### **2.2.4.2 Chicama (20 – 21 de julio)**

Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 19 y 16°C sin una termoclina definida. La isoterma de 15°C, se ubicó entre los 120 y 180 m, lo que significó un descenso de 50 m en la zona oceánica y un ascenso de 30 m en la zona costera, en relación a lo observado el mes de junio. Las anomalías térmicas fueron cercanas a cero sobre los 60 m; en cambio entre los 70 y 300 m las anomalías térmicas presentaron valores de hasta +1,0°C (Figura 25 a, b).

Las ASS se localizaron por fuera de las 50 mn y encima de los 60 m, aunque su influencia alcanzó la costa generando mezcla con las aguas costeras frías. Predominaron anomalías halinas positivas sobre los 300 m, con anomalías máximas de +0,05 ups (Figura 25 c,d).

La distribución del oxígeno mostró el ascenso de las iso-oxigenas debido a los procesos de afloramiento costero. El borde superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO) se encontró más profundo fuera de la plataforma continental, alcanzando los 230 m entre las 40 y 80 mn de la costa, mientras que sobre la plataforma se ubicó a menos de 100 m. Por otra parte, se observó un núcleo superficial de flujos geostroficó con dirección al norte entre las 30 y 80 mn, de hasta 40 cm/s. Asimismo se determinaron flujos con dirección al sur (10 – 30 cm/s) en la capa de 150 m, fuera de las 80mn (Figura 25 e, f).

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

El monitoreo quincenal que se realiza en estaciones costeras registró durante el mes de julio la normalización de las condiciones oceanográficas en la columna de agua aunque con persistencia de aguas de mezcla en Paita y Chicama.

En las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao se observó la emergencia y ascenso de la isoterma de 16 °C, mientras que en las estaciones de Atico e Ilo, más bien se observó el descenso de la isoterma de 15°C (Figura 26). La salinidad del mar continuó presentando valores propios de ASS en la columna de agua frente a Paita, aguas de mezcla en Chicama y Callao, mientras que en Atico e Ilo se observaron aguas costeras frías (Figura 27).

En cuanto al oxígeno disuelto, también se visualizó el ascenso de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a los 80 m de profundidad en Chicama y a los 30 m en Callao. En cambio, en Atico e Ilo se registró la profundización de las iso-oxígenas profundas (Figura 28).

## 2.2.6 Fertilidad y Productividad

### 2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de Nutrientes

En la sección Paita, la distribución de nutrientes mostró algunos núcleos de baja concentración de nutrientes en la capa de mezcla, asociados a rezagos de aguas con salinidades superiores a 35,1 ups. Las concentraciones mayores se encontraron restringidas a las primeras 10 mn de la costa, con fosfatos de 2,0  $\mu\text{M}$ , silicatos de 10,0  $\mu\text{M}$  y nitratos de 10,0 a 12,5  $\mu\text{M}$ . En el nivel de los 50 m se evidenciaron los procesos relacionados al ciclo del nitrógeno con un máximo de nitritos de 0,5  $\mu\text{M}$  (Figura 29).

En la sección Chicama, se observó en general mayores concentraciones de nutrientes en la columna de agua que en la sección Paita. Dentro de las 80 mn se presentaron valores en la columna de agua de 1,5 a 2,5  $\mu\text{M}$  de fosfatos, entre 10,0 a 25,0  $\mu\text{M}$  de silicatos, 10,0 a 20,0  $\mu\text{M}$  de nitratos y un máximo de nitritos de 1,0  $\mu\text{M}$ , con una distribución en general irregular (Figura 30).

La Figura 31 muestra que la recuperación de los nutrientes ocurrió entre mayo a junio. En julio disminuyeron los fosfatos a valores por debajo a 1,5  $\mu\text{M}$  y los nitratos a concentraciones de 15,0  $\mu\text{M}$  para nitratos.

### 2.2.6.2 Clorofila-a

Usando información del satélite MODIS a una resolución espacial de 9 km, se obtuvo la distribución superficial de clorofila-a para julio 2017, donde se observó la tendencia a disminuir con mayor énfasis entre Chimbote a Paita, con valores oligotróficos cercanos a costa (inferiores a 2,5  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). La zona de productividad mayor se encontró ubicada entre Callao a Pisco, con valores de clorofila-a entre 2,5 a 5,0  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (Figura 32).

## 2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

### 2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

#### Paita

En Paita se registró a los dinoflagelado *Ceratium breve* v. *parallelum* indicador de AES, conjuntamente con *Ceratium incisum* indicador de ASS distribuidos entre las 80 y 100 mn de la costa (Figura 33).

El fitoplancton fue predominante en un 29% en todo el perfil destacando la diatomea *Chaetoceros socialis* a 11 y 16 mn con una abundancia relativa de "Muy Abundante". Entre otras diatomeas se apreció a *Coscinodiscus perforatus*, *C. waillessi*, *Ch. lorenzianus*, *C. granii*, *Thalassiosira anguste-lineata*, *Detonula pumila* y *Thalassionema nitzschioides* que obtuvieron abundancias relativas de "Presente".

Los dinoflagelados estuvieron representados por aquellos organismos de distribución cosmopolita como *Protoperdinium depressum*, *P. crassipes*, *Ceratium dens*, *C. furca*, *C. fusus* y *C. tripos*. Además de organismos termófilos como *Ceratium azoricum*, *C. candelabrum*, *C. masiliense*, *C. lunula*, *Dinophysis cuneus*, *Protoperdinium murrayi*, *tristylum*, *P.pallidum*, y *P. quarnerense*. Todas estas especies alcanzaron abundancias relativas de "Presente".

## **Chicama**

Frente a Chicama, no se registró a indicadores biológicos. Sin embargo, resaltó a 5 y 40 mn de la costa la predominancia de diatomeas de alta tasa de reproducción con abundancias relativas de “Abundante” y “Muy Abundante” de *Lithodesmium undulatum* y *Coscinodiscus perforatus* respectivamente.

Las diatomeas que resaltaron por su frecuencia fueron *Chaetoceros compressus*, *Ch. affinis*, *Coscinodiscus waillesii*, *C. centralis*, *Odontella aurita*, *Fragilariopsis doliolus* y *Detonula pumila* que obtuvieron abundancias relativas de “Presente”. Así como, organismos termófilos entre los que destacaron *Gonyodoma polyedricum*, *Protoperidinium quarnerense*, *Pyrophacus steinii*, *Pyrocystis fusiformis*, *P. Ceratium azoricum*, *C. trichoceros*, *Dinophysis cuneus* y *C. gibberum* var. *Dispar* (Figura 34).

### **2.2.7.1 Indicadores Biológicos del zooplancton**

Se determinó al copépodo *Eucalanus inermis* especie asociada a ACF localizado a 10, 15 y 60 mn en la sección Paita, mientras que frente a Chicama se localizaron a 30 y 40 mn.

En ambas secciones se determinó a los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* y *Oncaea conífera*, especies indicadoras de ASS, distribuidos en casi toda el área evaluada; así mismo frente a Paita se observó al copépodo *Centropages furcatus* especie asociada a AES a 40 mn (Figura 35 y Figura 36).

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

### **3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras.**

#### **Marco legal**

Mediante R.M. N° 306-2017-PRODUCE, se autorizó la Segunda Temporada de pesca 2017 de anchoveta en la región Sur, durante el periodo 01 de agosto al 31 de diciembre del 2017, estableciendo un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 515 mil toneladas (t).

Mediante R.M. N° 357-2017-PRODUCE, se finalizó la Primera Temporada de pesca 2017 de anchoveta en la región Norte-centro, concluyendo las actividades el 31 de julio.

#### **Seguimiento de las pesquerías**

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 31 de julio del presente año ascendió a 3,1 millones de t. Correspondiendo el 98% al recurso anchoveta, seguido de caballa con 2%. Otros recursos de importancia fueron samasa, munida, bonito y bagre (Tabla 2).

#### **Anchoveta**

En la región norte – centro, con información de la flota industrial, se registró la distribución de anchoveta en dos bloques marcados. El primero en la región norte, donde solo se registró ejemplares adultos, presentó tres núcleos dispersos: el primero entre 30 y 50 mn frente a Pimentel (6°S), el segundo dentro de las 30 mn entre Chicama/Malabrigo (7°S) y Salaverry (8°S) y el tercer grupo frente a Chimbote (9°S), con 0% de juveniles.

El segundo bloque, de mayor cobertura, se registró dentro de las 30 mn entre Supe (10°S) a Bahía Independencia (14°S), con presencia de 26% de juveniles. En el sur, con capturas puntuales frente a La Planchada (16°S), Mollendo (17°S) y Morro Sama (18°S), dentro de las 10 mn y 59% de juveniles en general (Figura 37).

En la región norte – centro, en general los cardúmenes de anchoveta presentaron una distribución vertical de 2 a 60 m de profundidad, con valor promedio de 24 m. Sin embargo frente a Pimentel (6°S) y entre Pisco (13°S) y Bahía Independencia (14°S) se registraron cardúmenes con mayor profundidad (45 m en promedio), evidenciando que en la región norte – centro aún se presentan perturbaciones “zonales” de las condiciones oceanográficas en superficie, como en la salinidad, bajos nutrientes y variación del especies del plancton, por lo cual la anchoveta tiende a profundizarse (Figura 38).

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) registraron valores alrededor de sus respectivos patrones históricos, evidenciando que la anchoveta viene presentando una maduración gonadal progresiva, incrementando su actividad desovante (Figura 39).

En general, durante la Primera Temporada de Pesca de la Región Norte – centro de la anchoveta, se pudo observar una zona fija de distribución del recurso entre Chicama/Malabrigo (7°S) y Bahía Independencia (14°S), a los extremos norte y sur, los cardúmenes se mostraron dispersos. La presencia de ejemplares juveniles fue marcada durante toda la temporada, registrándose desde Chicama/Malabrigo dentro de las 60 mn hasta el extremo sur (20 mn) del mar peruano (Figura 40).

### **Especies indicadoras**

Con la normalización de las condiciones ambientales, el Seguimiento de la Pesquería Pelágica, registró la especie transzonal, indicadora de masa de agua cálida, *Scomber japonicus* “caballa” dentro de las 50 mn frente a Pimentel (6°S) y de Chicama/Malagrigo (7°S) a Bahía Independencia (14°S) dentro de las 20 mn. Otra indicadora de aguas cálidas, *Anchoa nasus* “samasa”, se registró dentro de su hábitat, dentro de las 10 mn frente a Paita (5°S) y Pisco (13°S), sin embargo hubo un reporte frente a Chimbote (9°). Mientras que la presencia de especies de aguas costeras frías como *Pleurocondes monodon* “múnida” fue registrada dentro de las 10 mn entre Chancay (11°S) y Pucusana (12°S), encontrándose dentro de su distribución habitual (Figura 41).

### **Depredadores superiores**

Durante la Prospección de monitoreo oceanográfico Chicama- Paita realizado del 19 al 26 de Julio 2017 se observó una reducción de la cobertura de las aves guaneras, *Sula variegata* “piquero”, *Phalacrocorax bougainvillii* “guanay” y *Pelecanus thagus* “pelicano”, estando restringidas dentro de las 10 mn. Las aves guaneras se registraron en el rango de temperatura de 17°C, mientras que las aves migratorias “albatros”, “gaviota de Wilson” y “gaviota de Franklin” se registraron en el rango de temperatura de 18°C a 19°C (Figura 42).

En la segunda quincena de junio se registraron varazones de depredadores superiores entre Piura y Lambayeque. Alrededor de 300 ejemplares de un total de 17 especies fueron observadas muertas, varadas a la orilla del mar. Según las necropsias, la muerte de la mayoría de los ejemplares se dio por inanición, lo que concuerda con los bajos tenores de productividad y profundización de su principal alimento, la anchoveta, y otros como lobos adultos y tortugas además de la falta de alimento, mueren por el accionar del pescador (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**

A gran escala, durante el mes de julio 2017, las anomalías de las temperaturas superficiales del mar en el océano Pacífico Ecuatorial Central presentaron condiciones neutras (valores entre  $-0,5^{\circ}\text{C}$  y  $+0,5^{\circ}\text{C}$ ). Asimismo las condiciones atmosféricas mostraron condiciones neutras del ENOS. Según las agencias internacionales (IRI, julio 2017), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican que lo más probable es que las condiciones neutras del ENOS persistirían durante el invierno y primavera austral 2017 (Figura 44).

### **4.2 Propagación de ondas Kelvin**

Según la simulación, una onda Kelvin fría (modo 1) se habría generado, debido a una intensificación de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Central y Occidental durante el mes de julio 2017, y llegaría hacia el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental a fines de agosto 2017. Así mismo, esta intensificación de los vientos habría reforzado la onda Kelvin fría (modo 2) generada en mayo 2017, la cual continúa propagándose hacia el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental, superficializando la termoclina ecuatorial en el Pacífico Ecuatorial Central y que llegaría en setiembre 2017 a la costa sudamericana (Figura 45)

### **4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú**

El modelo basado en las salidas de un 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 el Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro et al., en prep.) pronostican para el ITCP valores negativos pero dentro de las condiciones neutras entre agosto y noviembre 2017 (Figuras 46 y 47).

## **6. CONCLUSIONES**

- El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó en promedio durante julio 2017 un núcleo desplazado al oeste de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en  $\sim 2$  hPa. El índice IAPS presentó en el trimestre MJJ 2017 una condición intensa.
- El viento costero exhibió fluctuaciones a lo largo del mes alrededor de su patrón normal, alcanzando mayores intensidades ( $> 7\text{m/s}$ ) al norte de los  $16^{\circ}\text{S}$ . El afloramiento costero fue persistente en esta área en la mayor parte del mes.
- Durante el mes de julio 2017, las anomalías de la temperatura superficial del mar y las variables atmosféricas indican condiciones neutras en el Pacífico Ecuatorial Central.
- La anomalía de la TSM en el litoral disminuyó respecto al mes anterior, presentando en promedio aún valores positivos pero en el rango neutro. Frente a la costa, TSM mantuvo valores cercanos a su promedio patrón, predominando condiciones neutras y ligeramente frías al norte de  $14^{\circ}\text{S}$ , mientras que al sur de esta latitud las condiciones fueron ligeramente cálidas con núcleos de  $+1^{\circ}\text{C}$

- En la columna de agua se detectaron anomalías cálidas residuales en los primeros 100 m frente a Paita y a Chicama, mientras que en la zona costera se detectó la recuperación del afloramiento costero en la zona centro-norte.
- La concentración de clorofila-a superficial exhibió una disminución en la costa centro-norte, conforme a su estacionalidad.
- La distribución de la anchoveta en la región norte – centro, registró núcleos dispersos dentro de las 50 mn. Los cardúmenes entre Pimentel (6°S) a Chimbote (9°S) presentaron una estructura adulta. Mientras que, entre Chancay (11°S) y Bahía de Independencia (14°S) se registró un 30% de juveniles.
- La distribución vertical de la anchoveta presentó un comportamiento dentro de su patrón mensual.
- Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro presentaron un ligero incremento, sin embargo aún no se encuentra en su periodo de reproducción importante.
- Se registró mortandad de aves durante la segunda quincena de julio, debido a la falta de alimento en la zona norte.
- A corto plazo se pronostica el arribo de dos ondas Kelvin frías, entre agosto y setiembre de 2017.

## 7. Referencias

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.

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM de Laboratorios costeros - julio 2017

Estación	T mensual, °C	ΔT mensual, °C
Tumbes	25,75	+0,75
Paita	17,49	-0,05
San José	18,79	-0,03
Chicama	17,39	+0,60
Huanchaco	17,65	-0,08
Chimbote	19,27	+0,69
Huacho	16,88	+0,37
Callao	16,78	+0,73
Pisco	18,50	+0,15
Ilo	15,82	+0,52

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 31 de julio 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región		Año Calendario (01 Ene. Al 31 Jul. 2017)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	1 033 520	1 391 408	2 424 929	160 963	2 585 892	81
	FI Madera	445 842	84 256	530 098	18 128	548 227	17
Sub-total		1 479 363	1 475 664	2 955 027	179 091	3 134 119	98
%		47	47	94	6	100	0
Sardina		0	0	0	0	0	0
Jurel		33	72	105	7	112	0
Caballa		34 472	40 044	74 516	17	74 533	2
Samasa		1 215	0	1 215	0	1 215	0
*Otros		152	865	1 017	425	1 442	0
Total		1 515 236	1 516 645	3 031 880	179 540	3 211 421	100
%		47	47	94	6	100	

## 7. Figuras

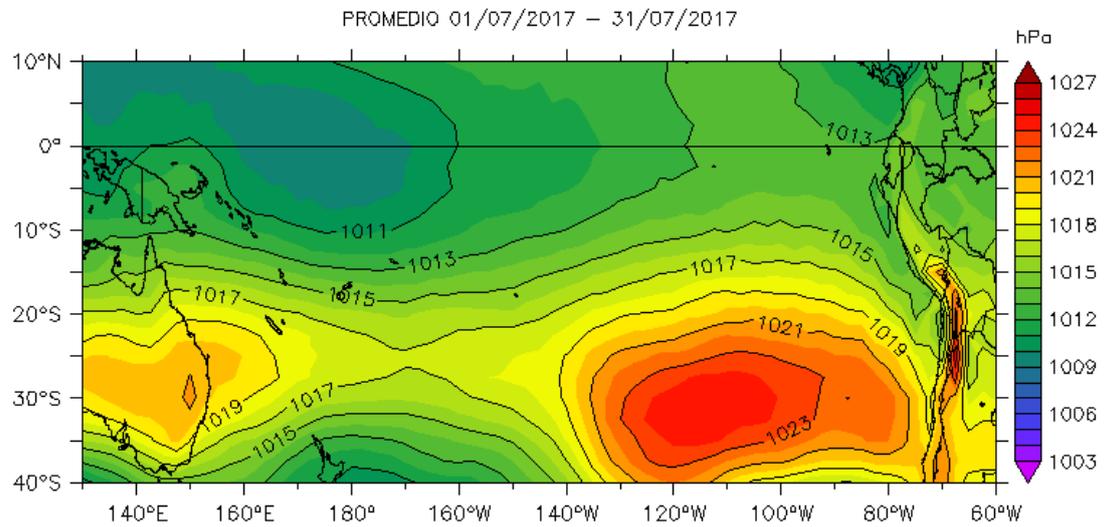


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 julio 2017, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

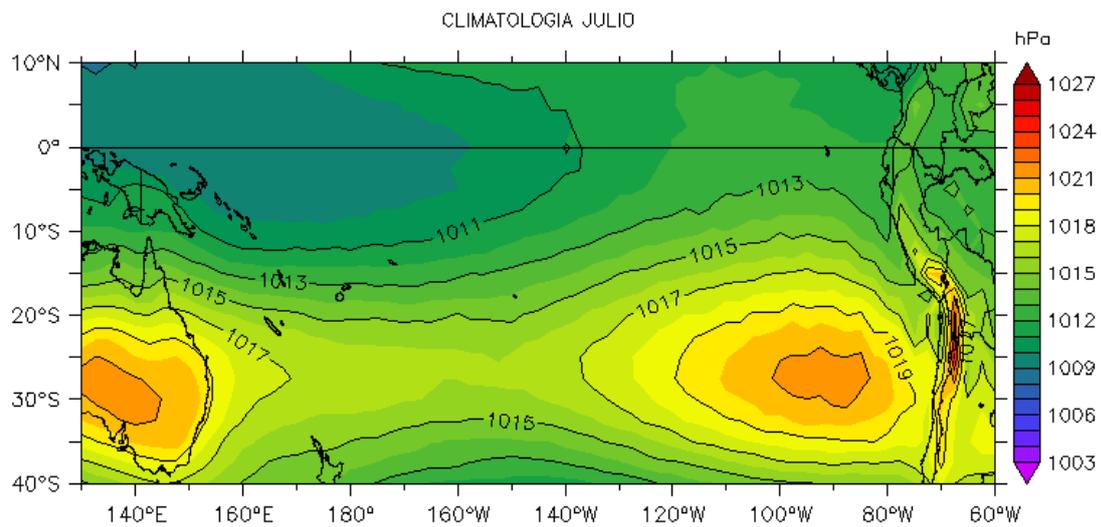


Figura 2a. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología julio. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

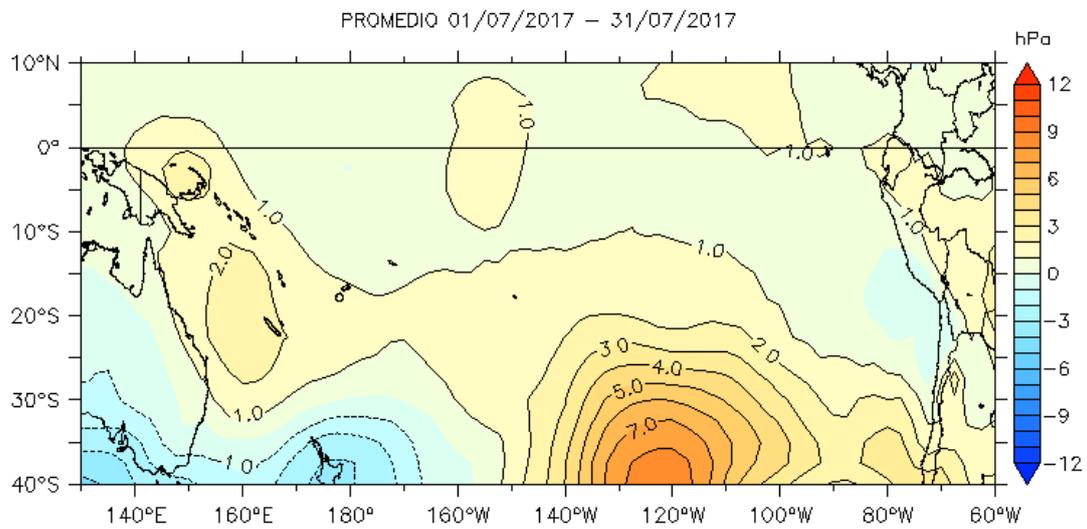


Figura 2b. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-31 julio 2017. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

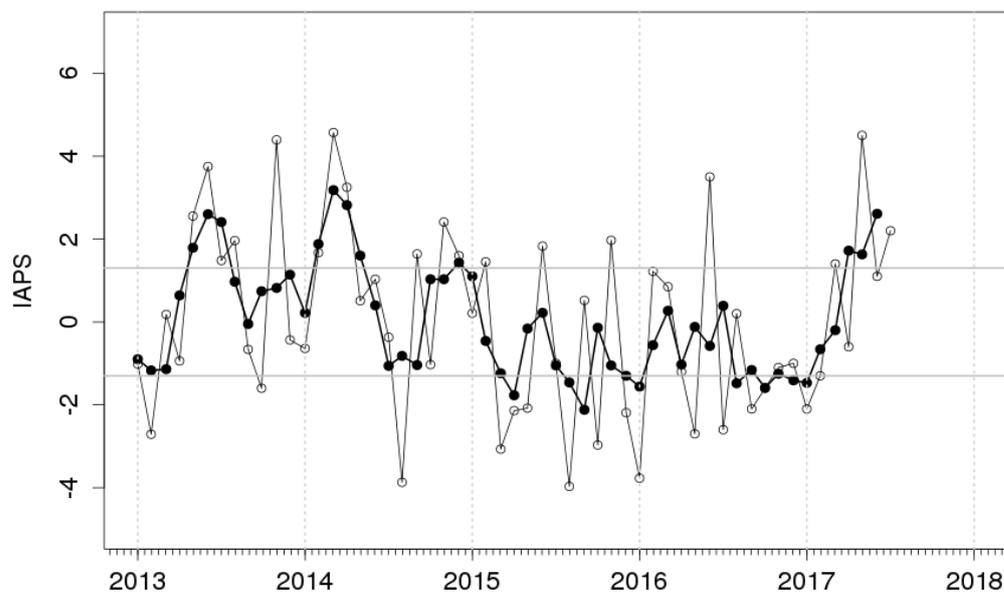


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre MJJ 2017. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

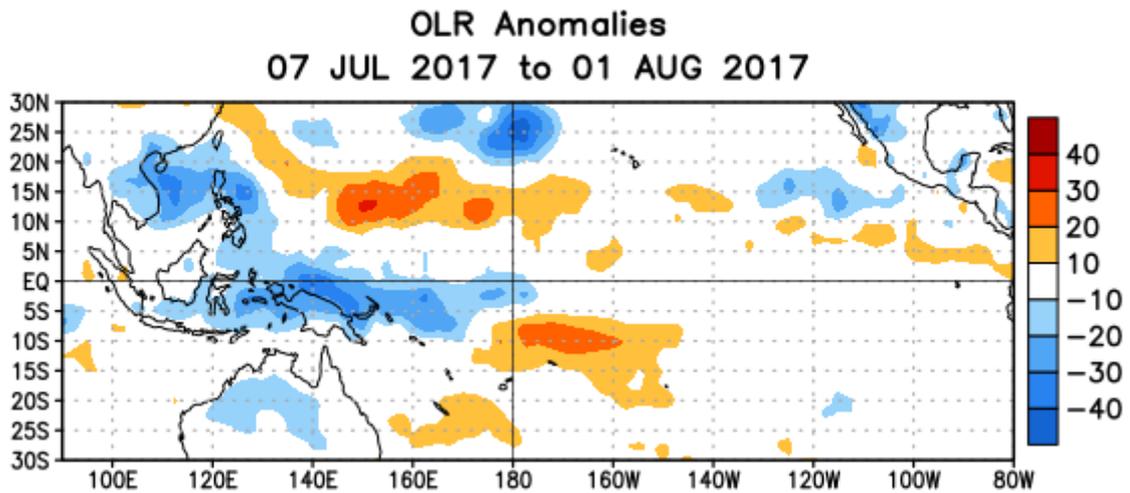


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ( $W/m^2$ ) durante el período del 7 de julio - 1 de agosto de 2017. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

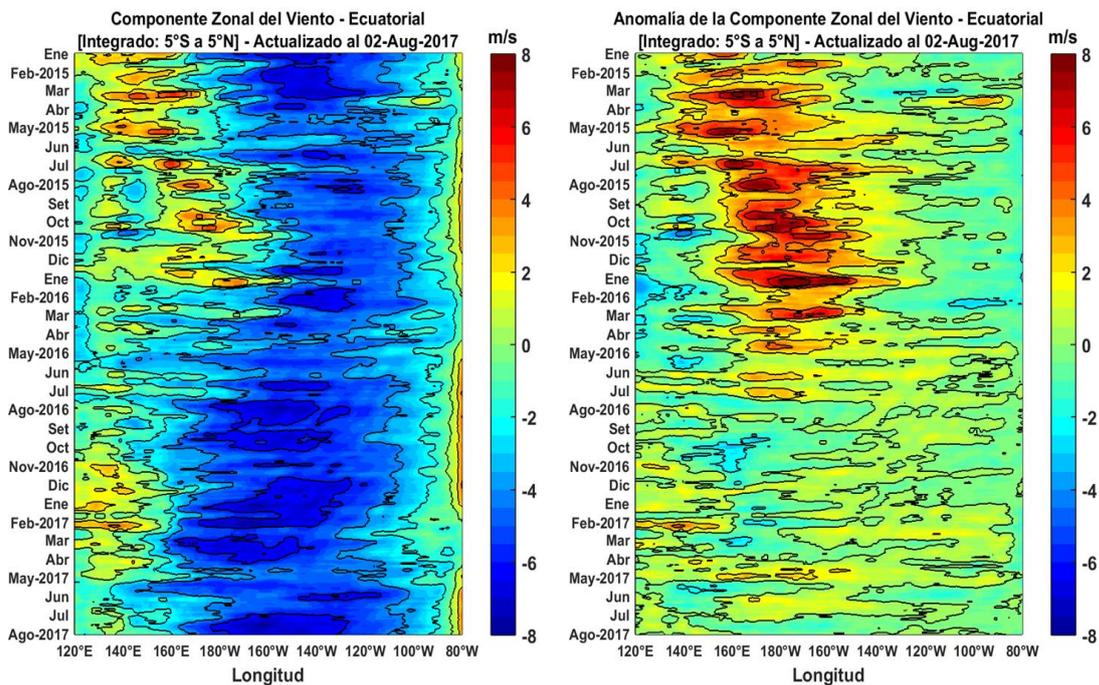


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/08/2017.

SST Anomalies (°C)  
02 AUG 2017

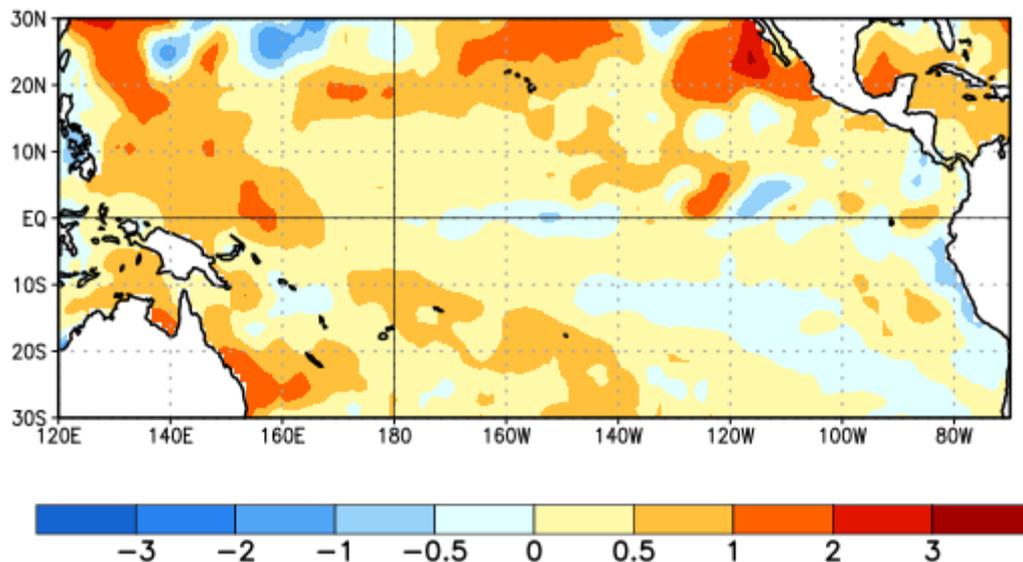


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el 2 agosto 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

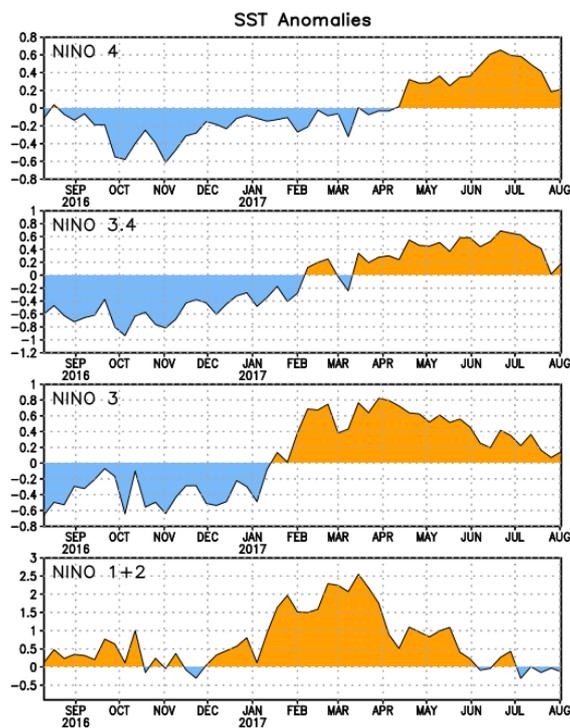


Figura 7. Anomalías Semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el periodo de setiembre 2016 al 02 agosto 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

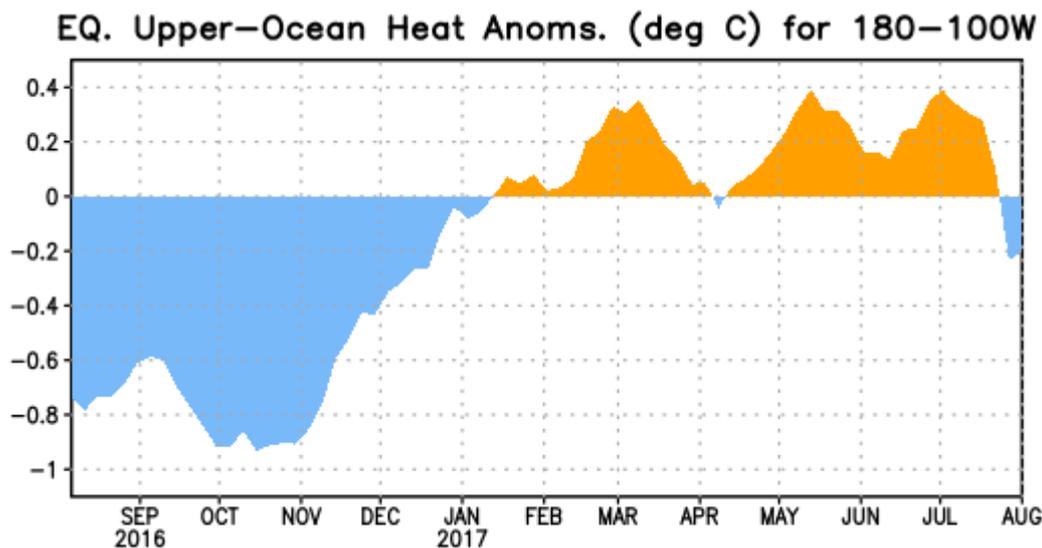


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

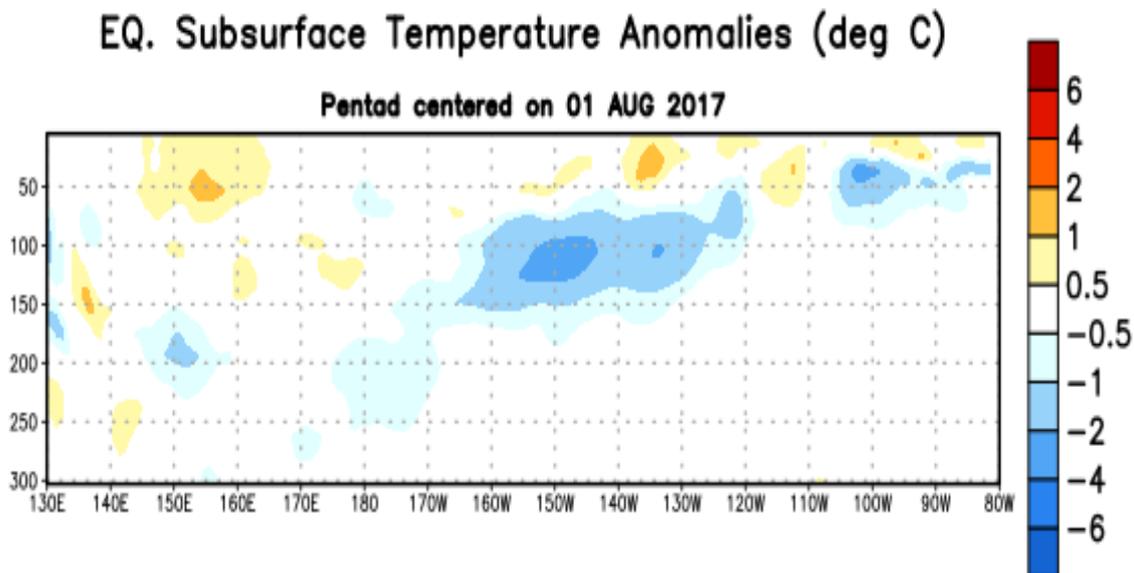


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 1 de agosto de 2017. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los penta-promedios durante el periodo base de 1981-2010.

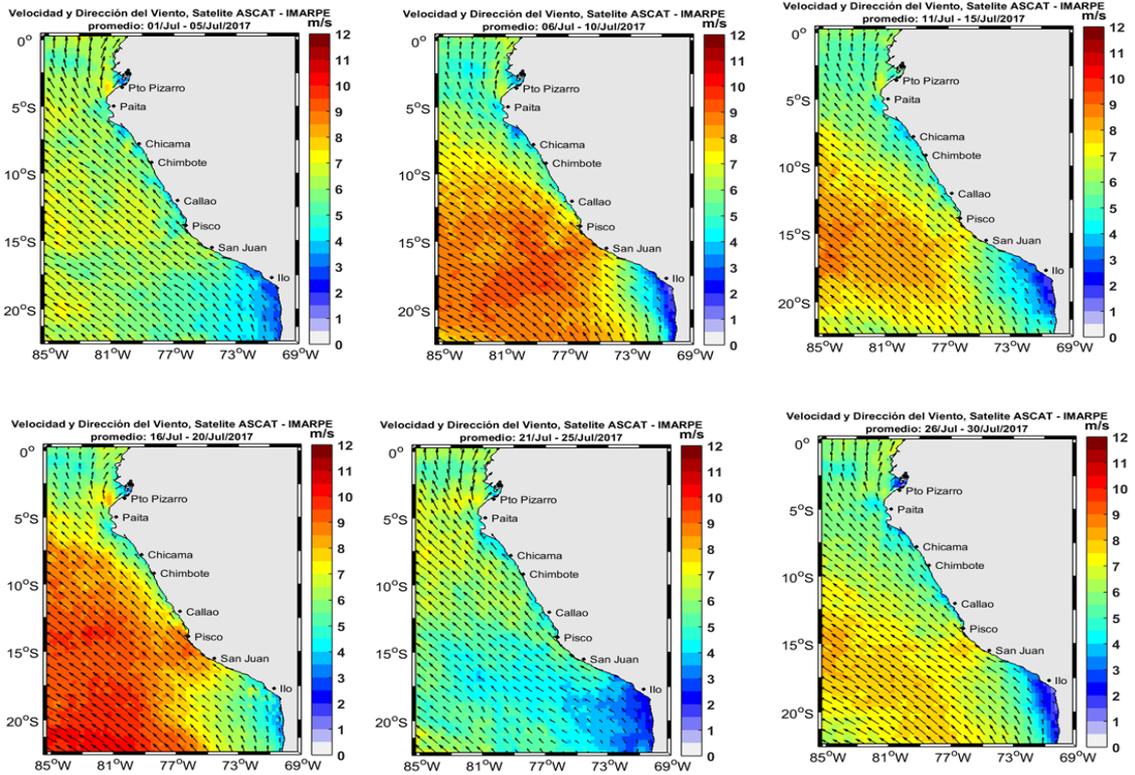


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/08/2017.

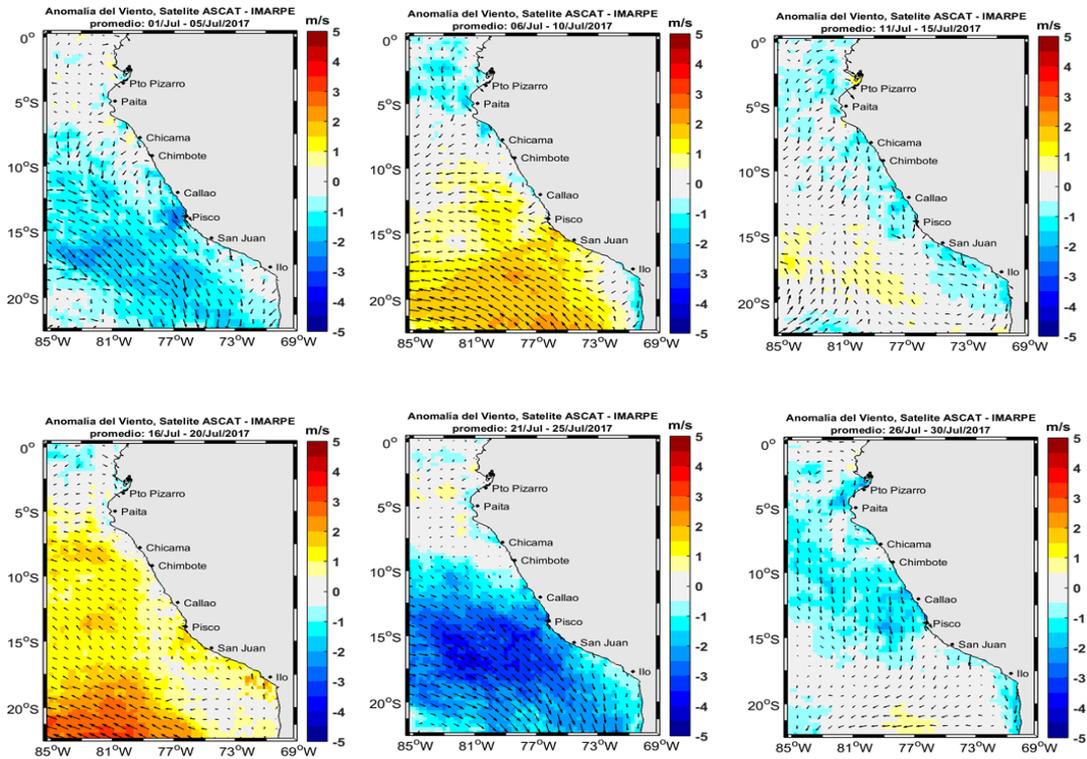


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/08/2017.

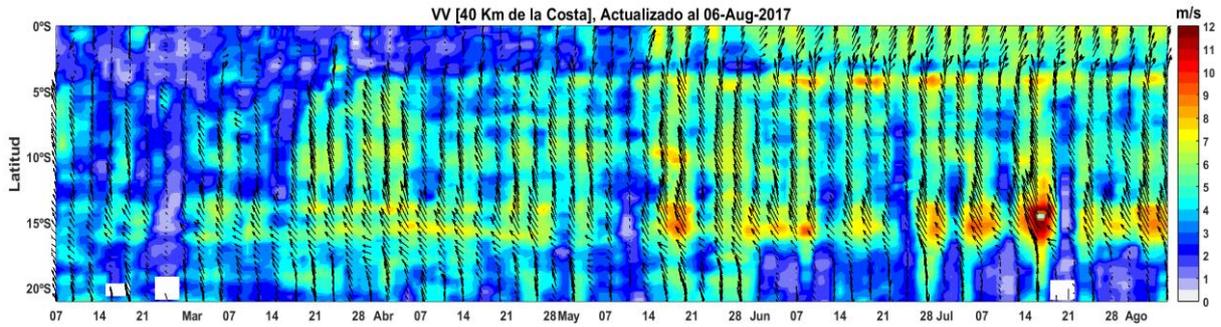


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/08/2017.

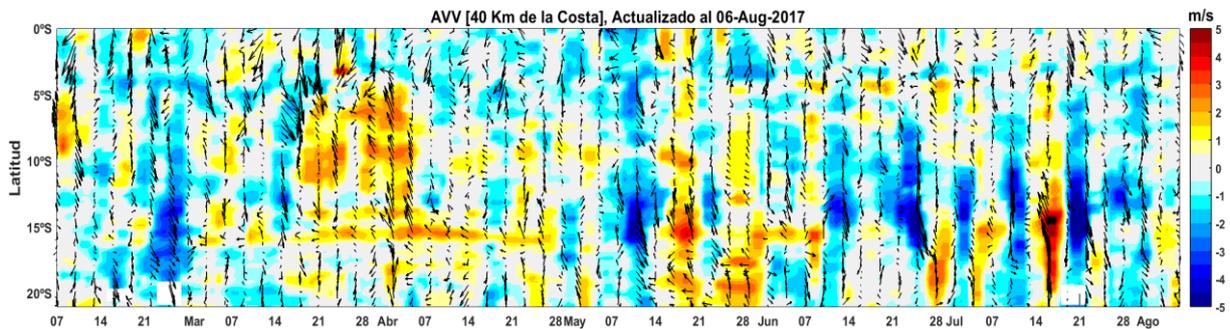


Figura N° 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalía del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/08/2017.

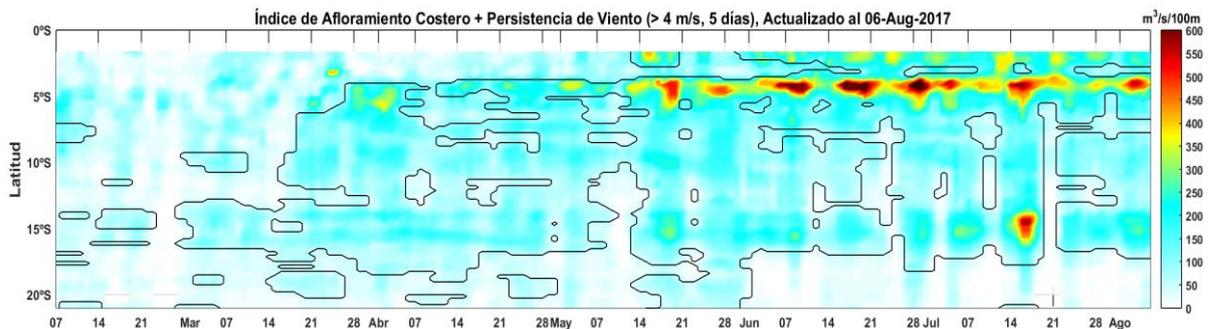


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ( $\text{m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad mayor a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 02/08/2017.

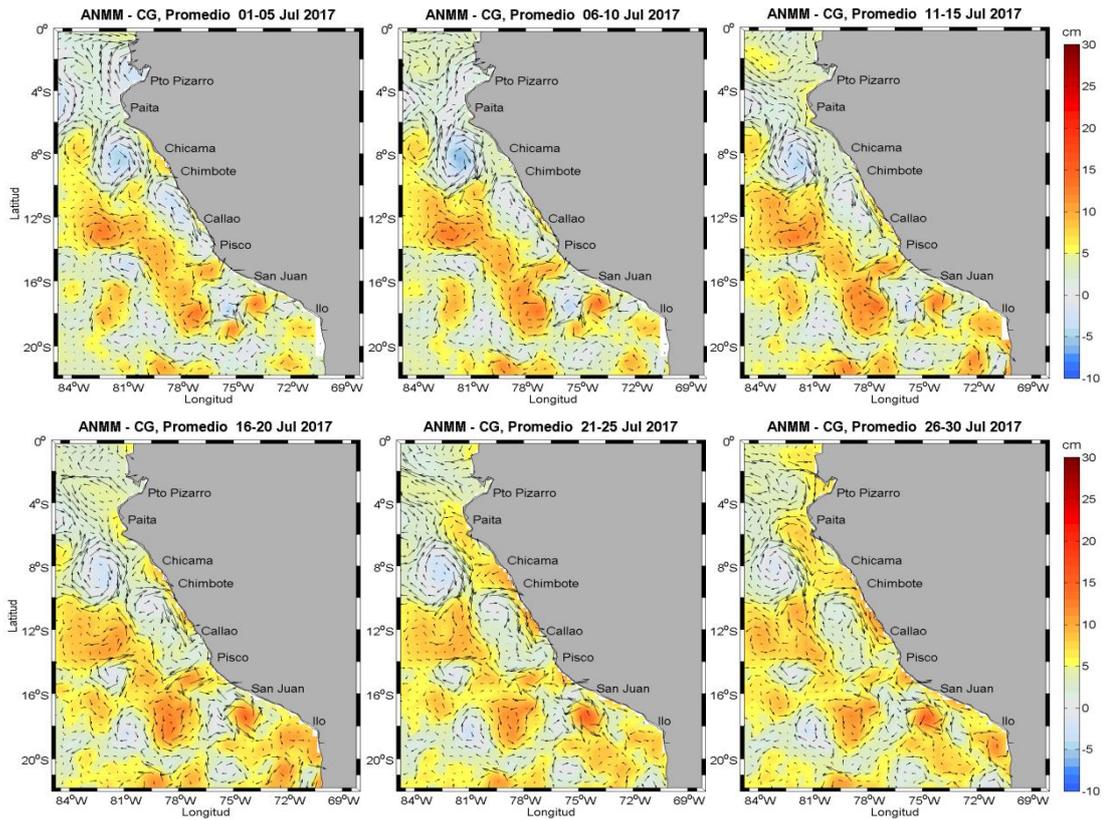


Figura 15. Anomalía de altura del nivel del mar (cm) y corrientes geostróficas. Pentadas para el mes de julio de 2017. Fuente: CMEMS/Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE

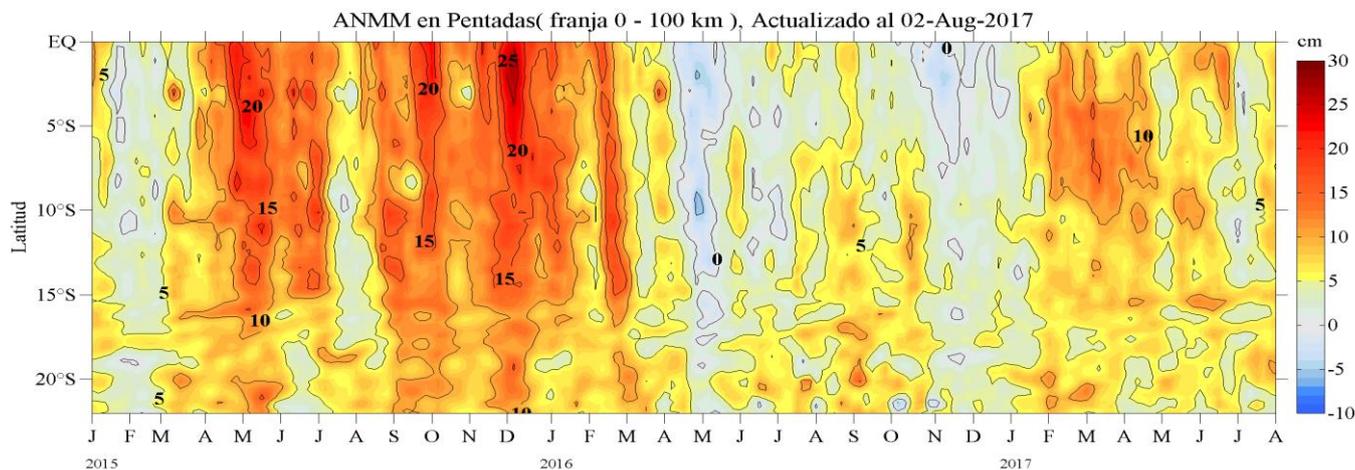


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde enero 2015 al 02 de agosto de 2017 para la franja de 100 km adyacente a la costa. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

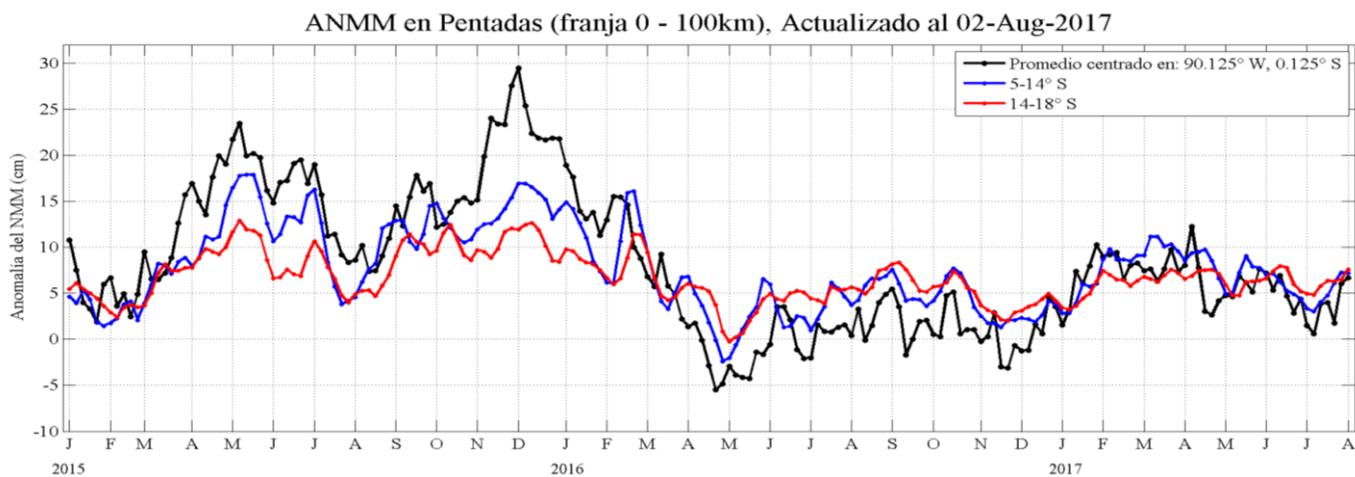


Figura 17. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015-2017. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

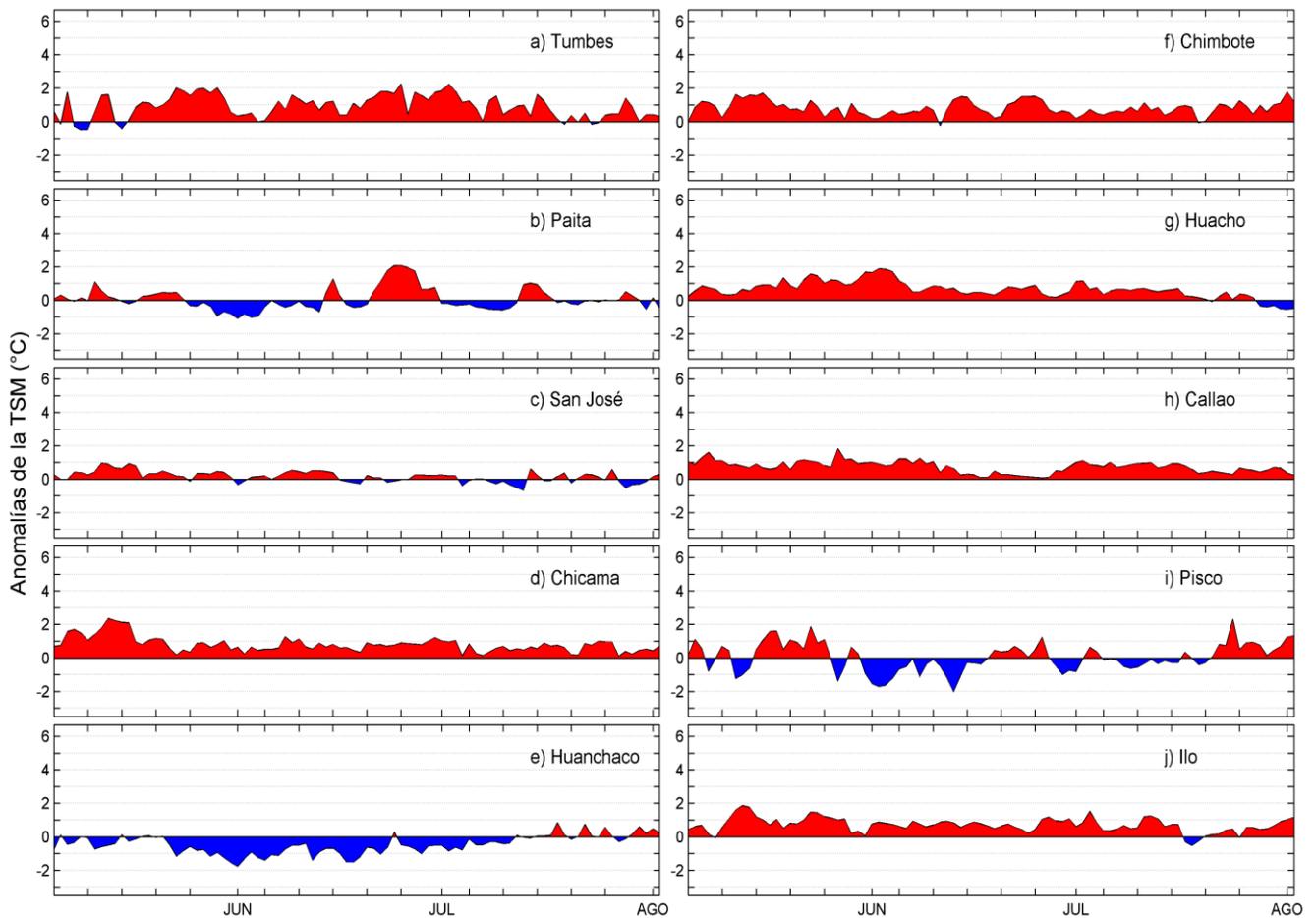


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

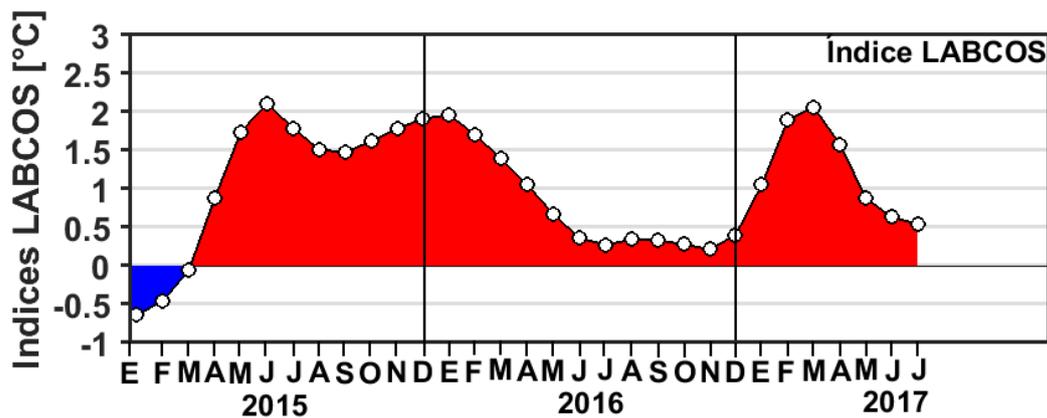


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo 2015-Julio 2017. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE.

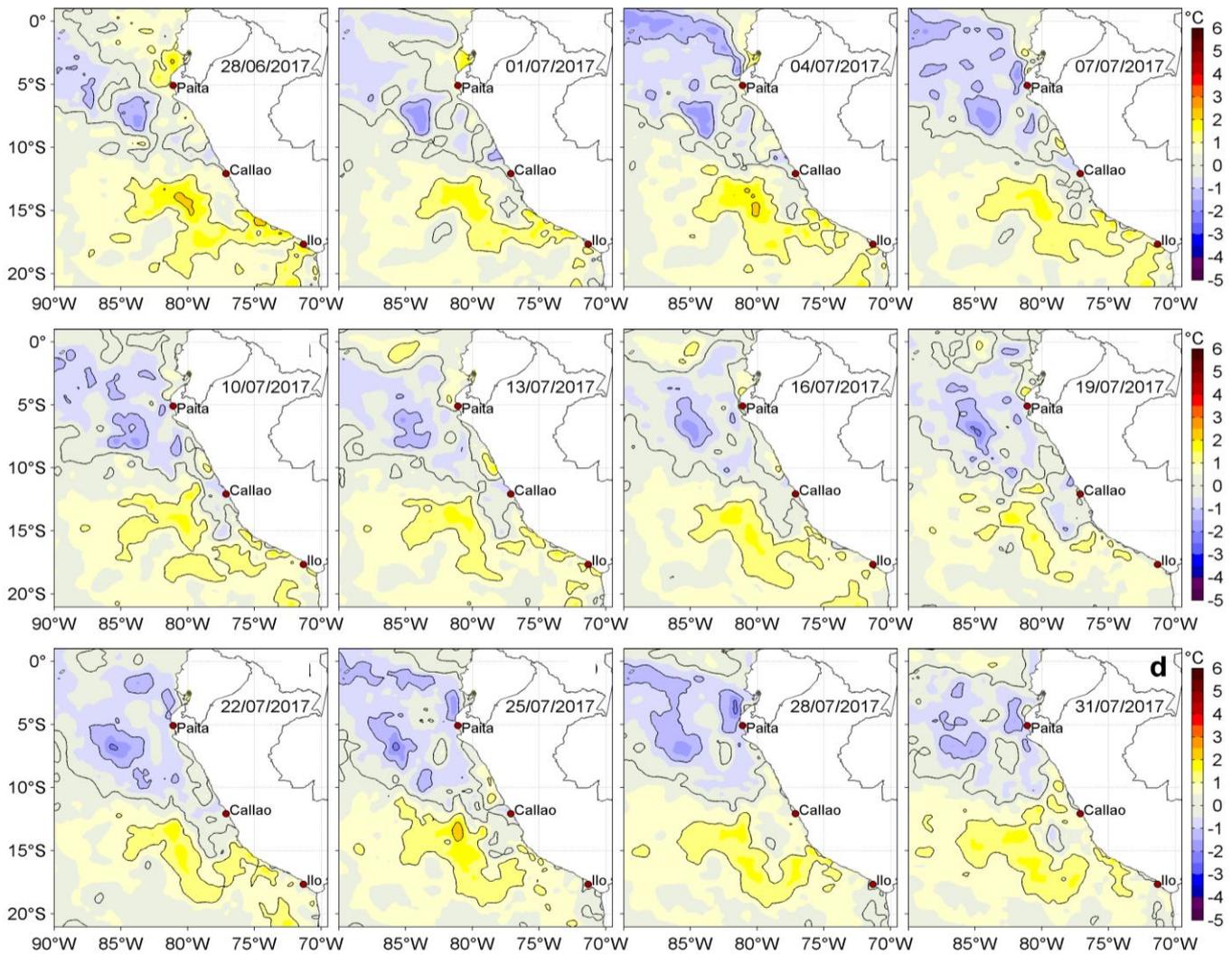


Figura 20. Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para julio de 2017. Datos: UKMO/OSTIA. Procesamiento: IMARPE.

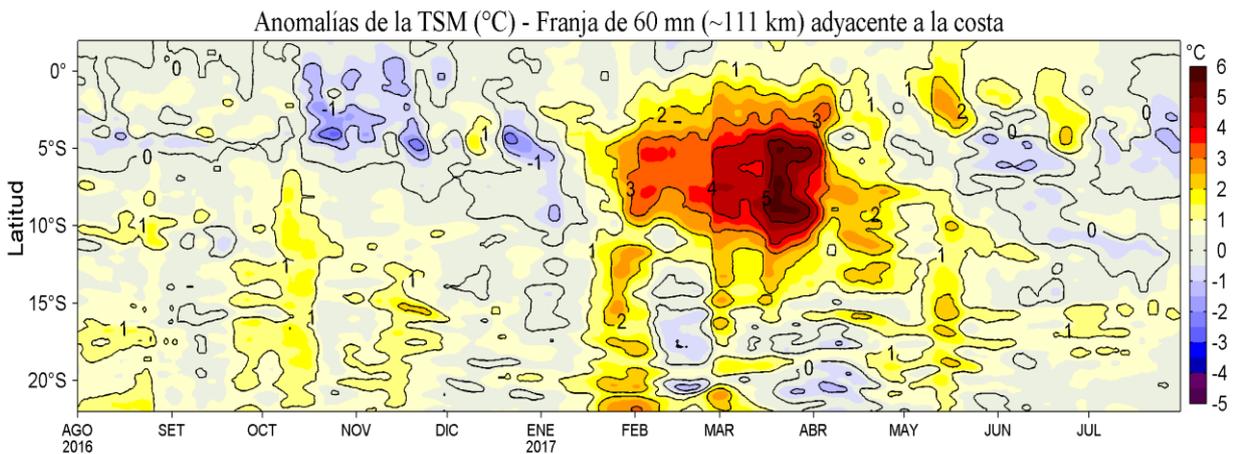


Figura 21. Evolución latitudinal de las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

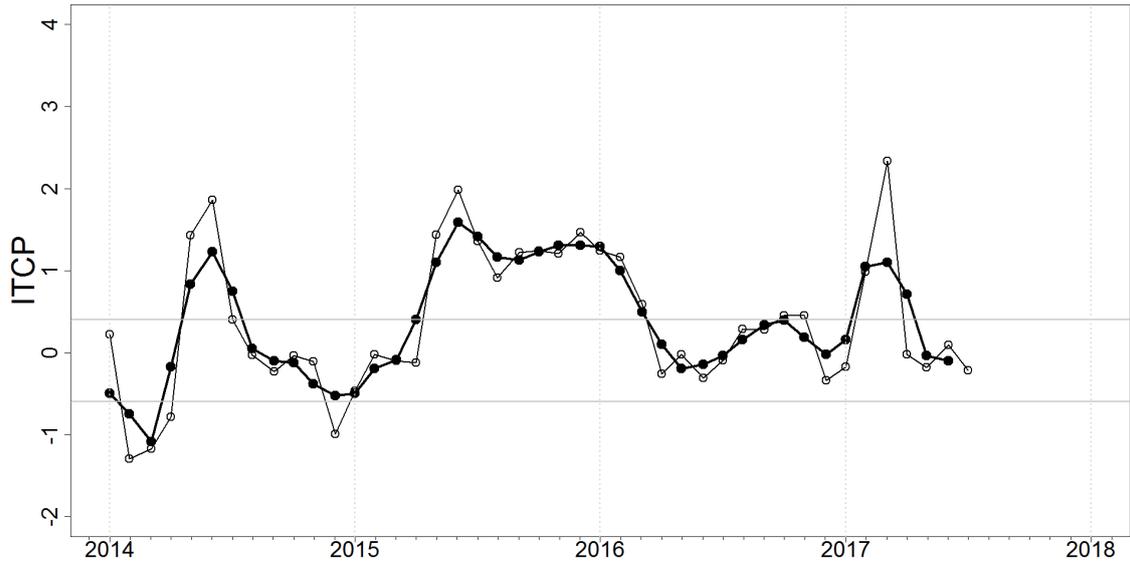


Figura 22. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre MJJ 2017. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco).

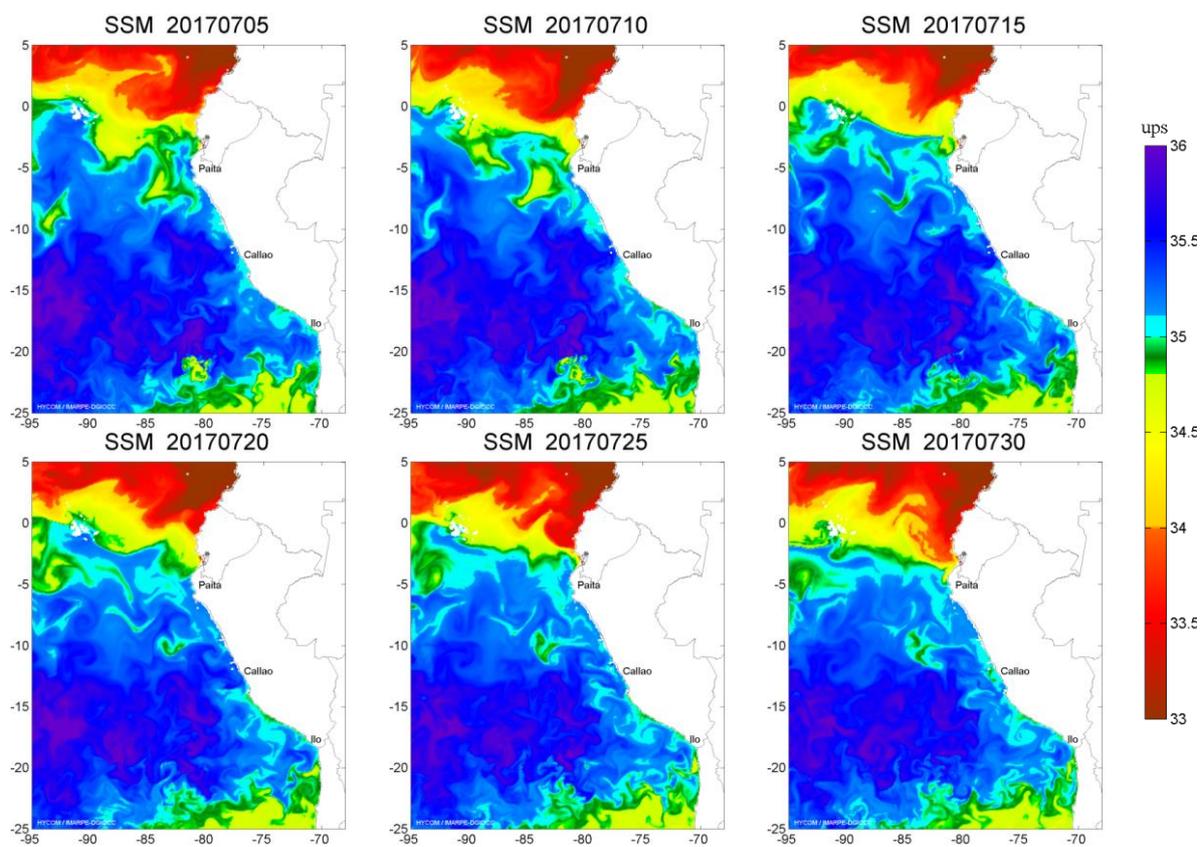


Figura 23. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de julio del 2017. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE

### SECCIÓN PAITA (22-23 de julio del 2017)

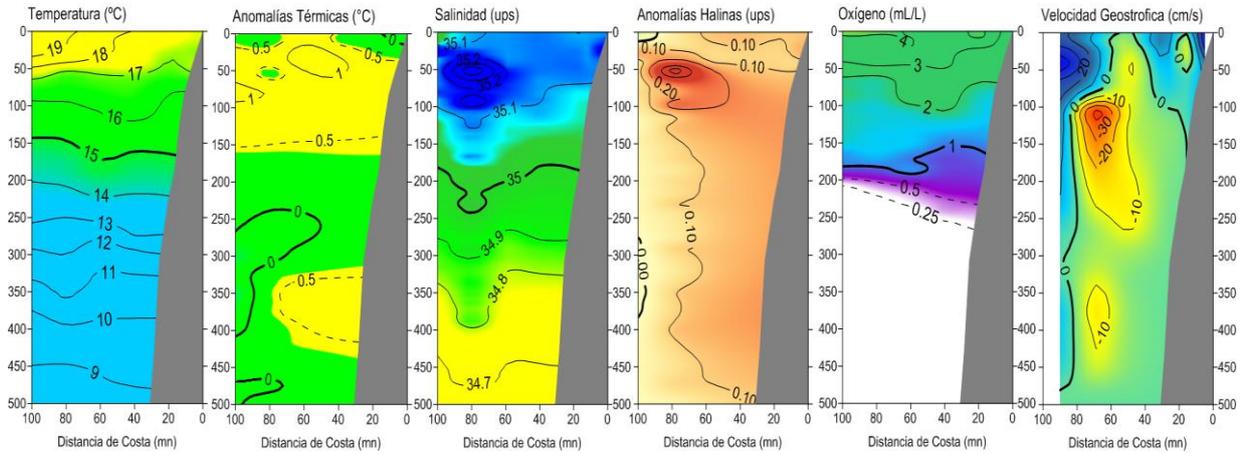


Figura 24. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL/L) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 22-23 de julio 2017 (BIC Flores). Fuente: IMARPE.

### SECCIÓN CHICAMA (20-21 de julio del 2017)

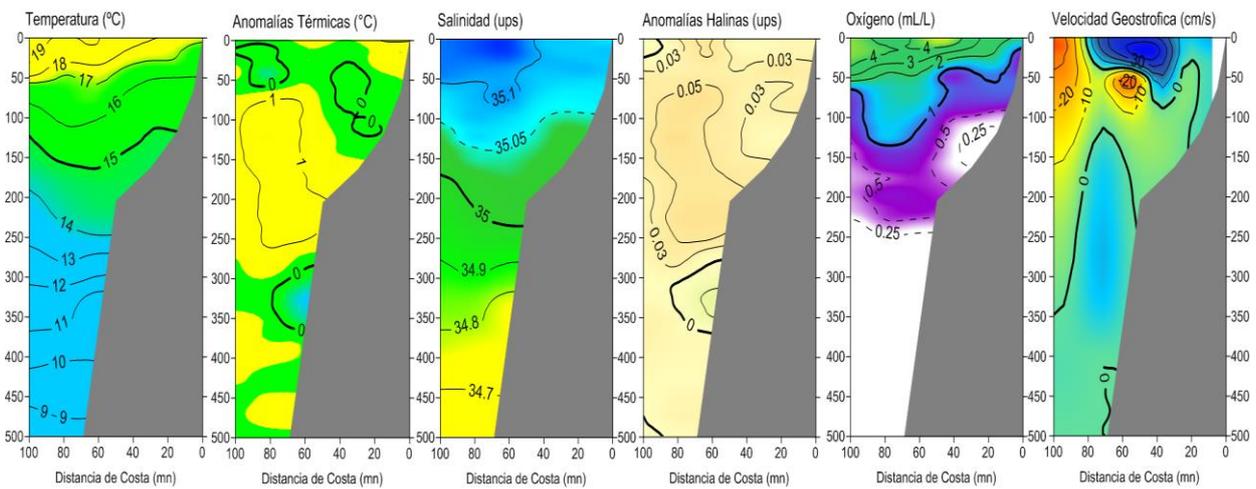


Figura 25. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (ups), d) Anomalía de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL/L) y f) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 20-21 de julio 2017 (BIC Flores). Fuente: IMARPE.

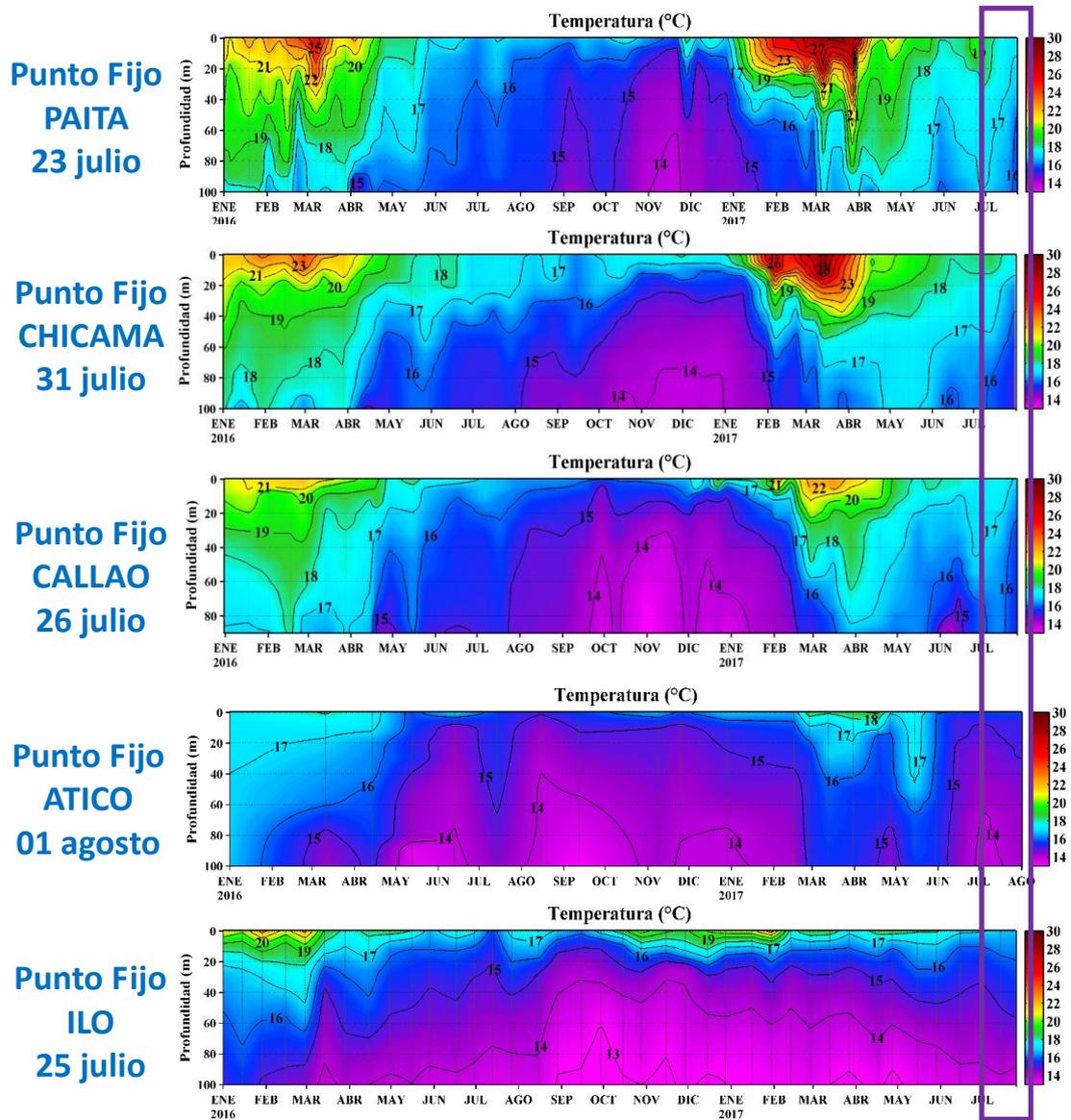


Figura 26. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a julio de 2017.

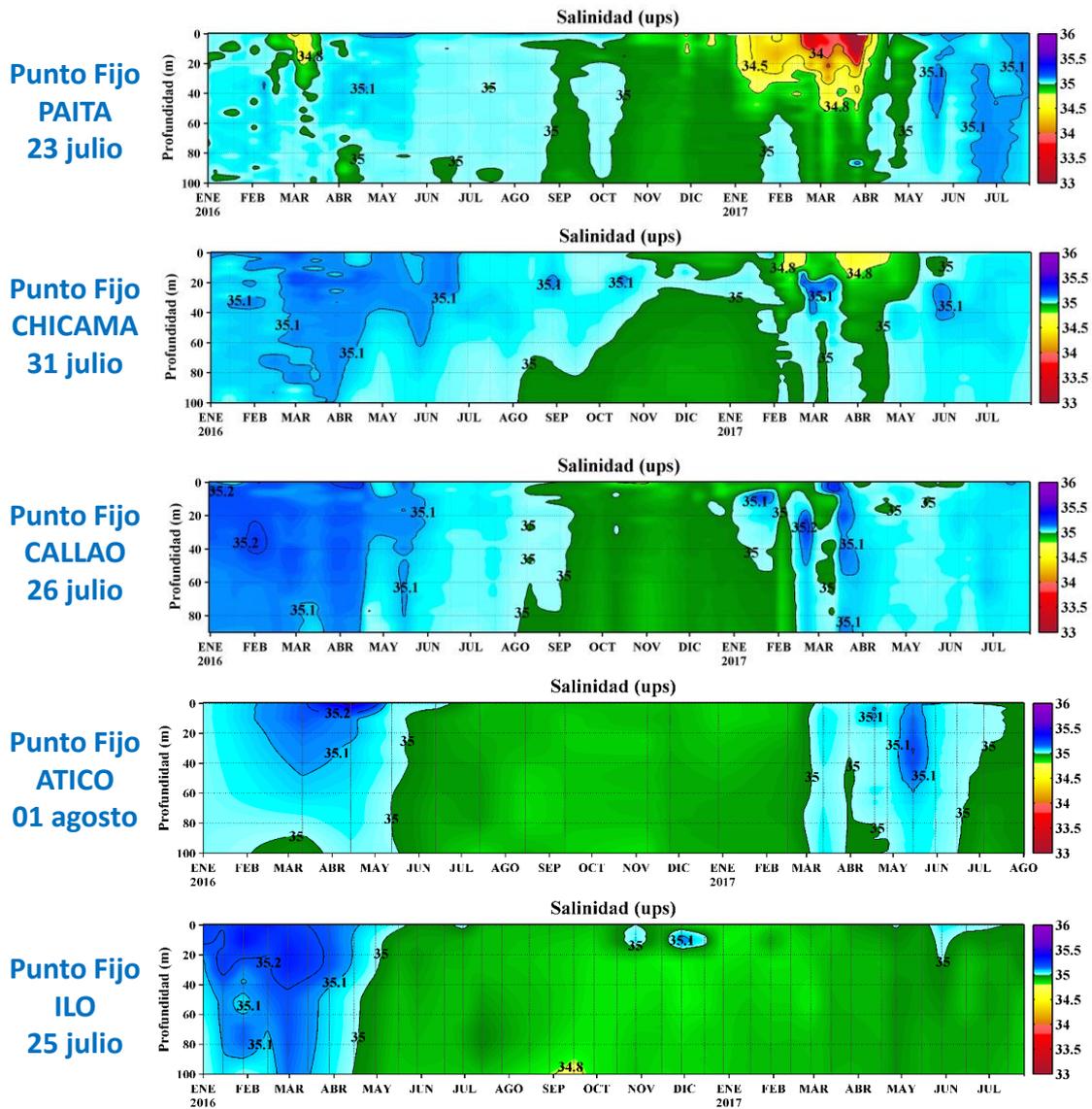


Figura 27. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a julio de 2017.

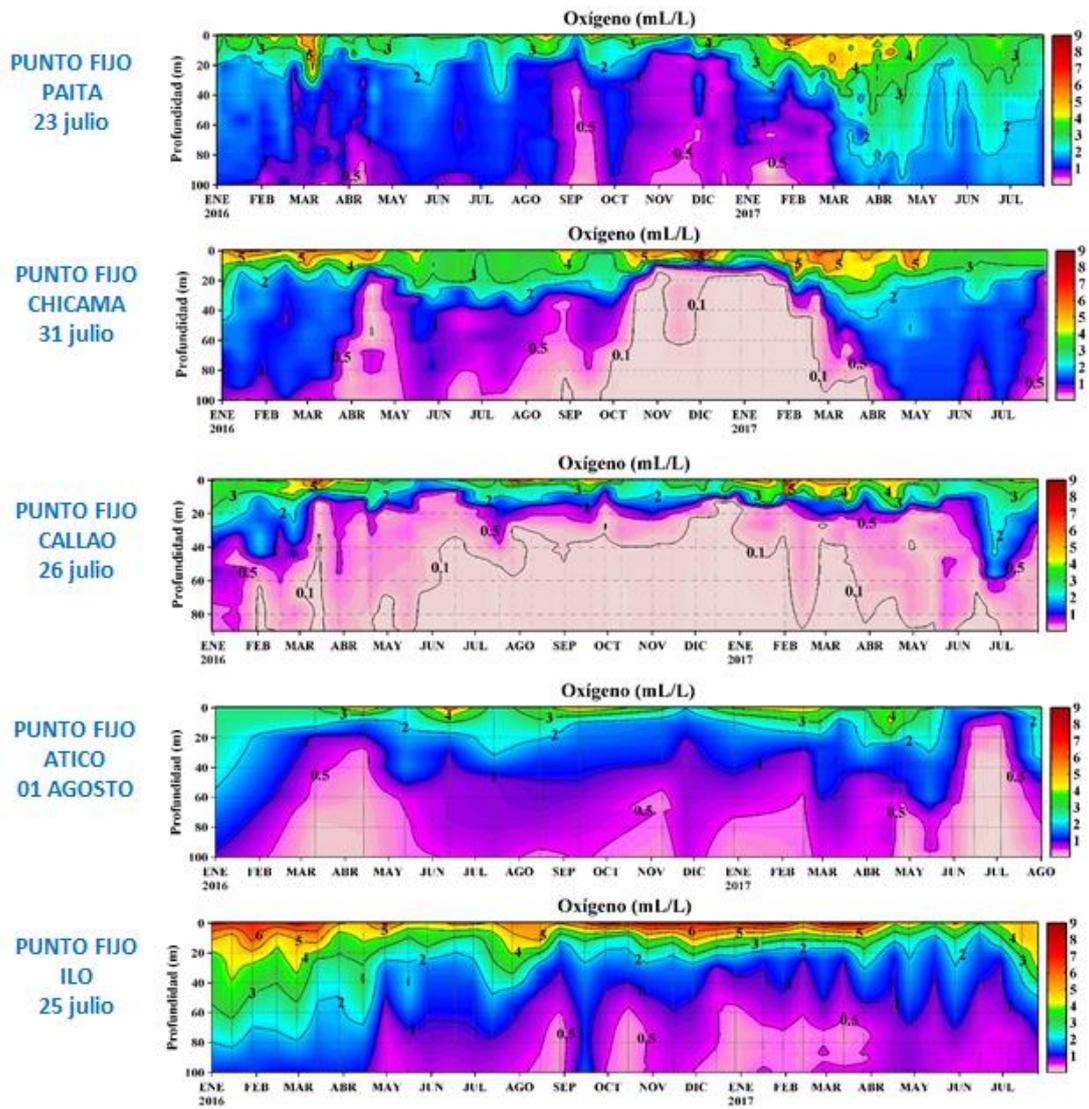


Figura 28. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a julio de 2017.

**Paita (22-23 Julio 2017)**

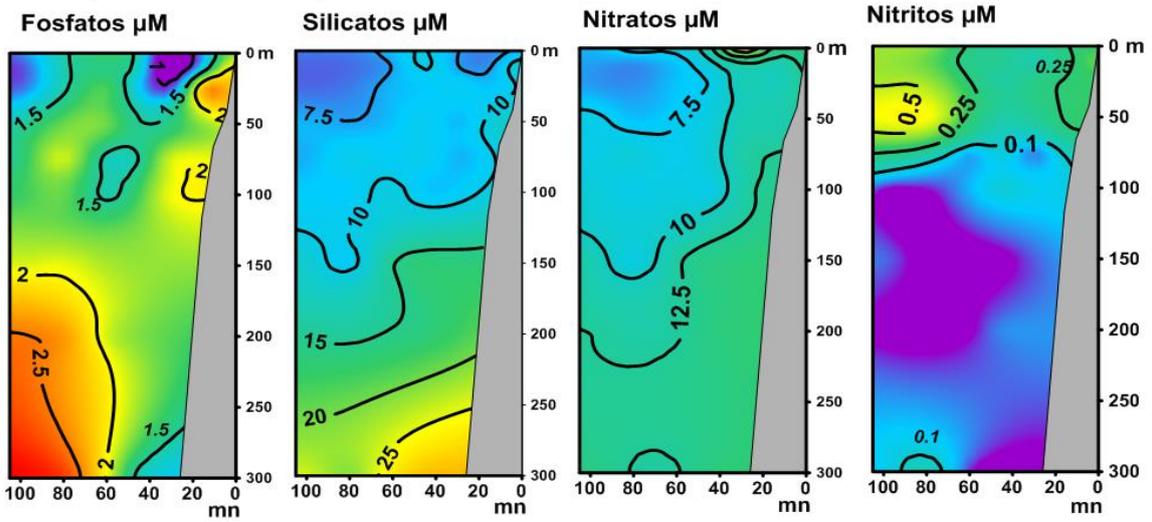


Figura 29 Distribución vertical de nutrientes (Fosfato  $\mu\text{M}$ , Silicatos  $\mu\text{M}$ , Nitratos  $\mu\text{M}$  y Nitritos  $\mu\text{M}$ ) frente a Paita 22-23 julio 2017. BIC Flores 1707.

**Chicama (20-21 Julio 2017)**

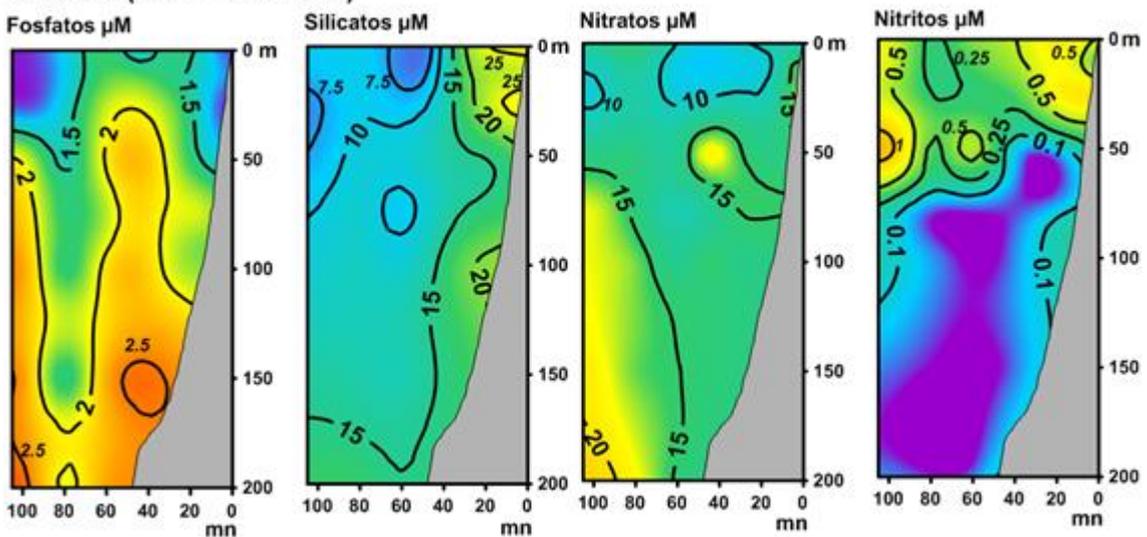


Figura 30 Distribución vertical de nutrientes (Fosfato  $\mu\text{M}$ , Silicatos  $\mu\text{M}$ , Nitratos  $\mu\text{M}$  y Nitritos  $\mu\text{M}$ ) frente a Chicama 20-21 julio 2017. BIC Flores 1707.

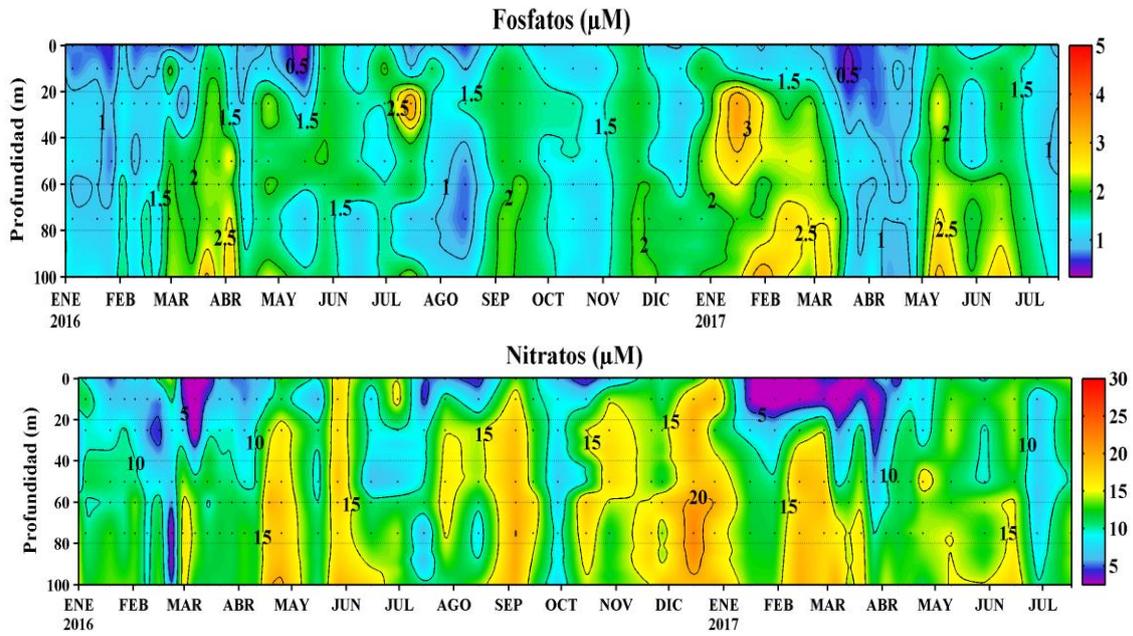


Figura 31 Distribución vertical de Fosfatos ( $\mu\text{M}$ ), Nitratos ( $\mu\text{M}$ ) Punto Fijo Paita enero 2016- julio 2017

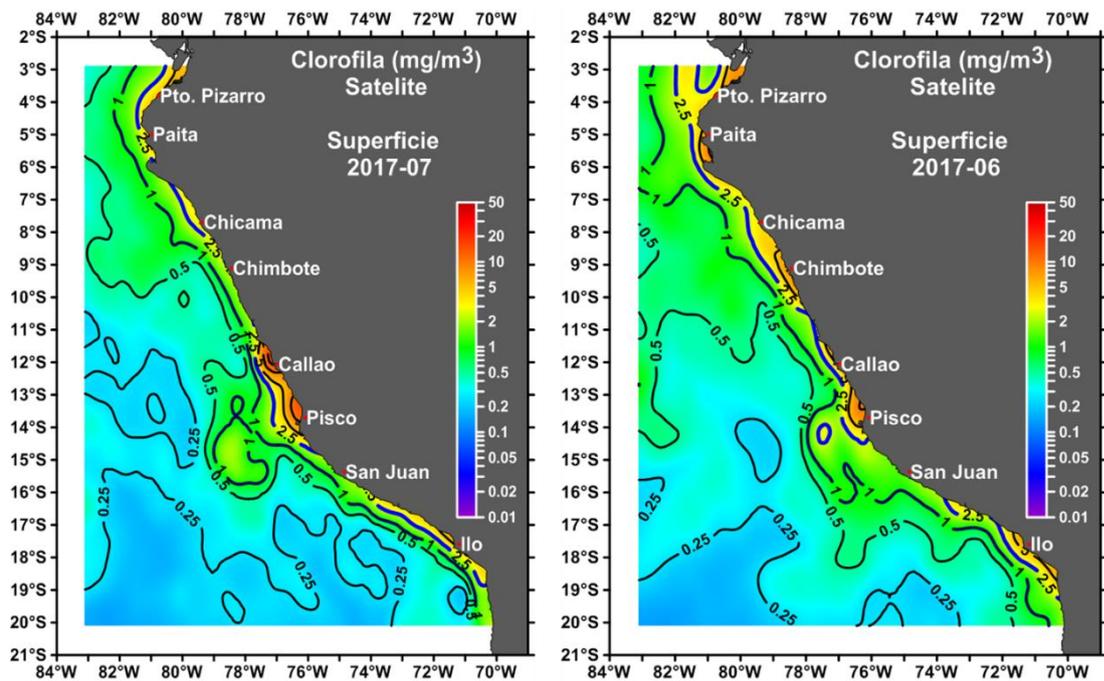


Figura 32. Clorofila satelital ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) para los meses de julio 2017 y junio 2017 con datos provenientes del satélite MODIS.

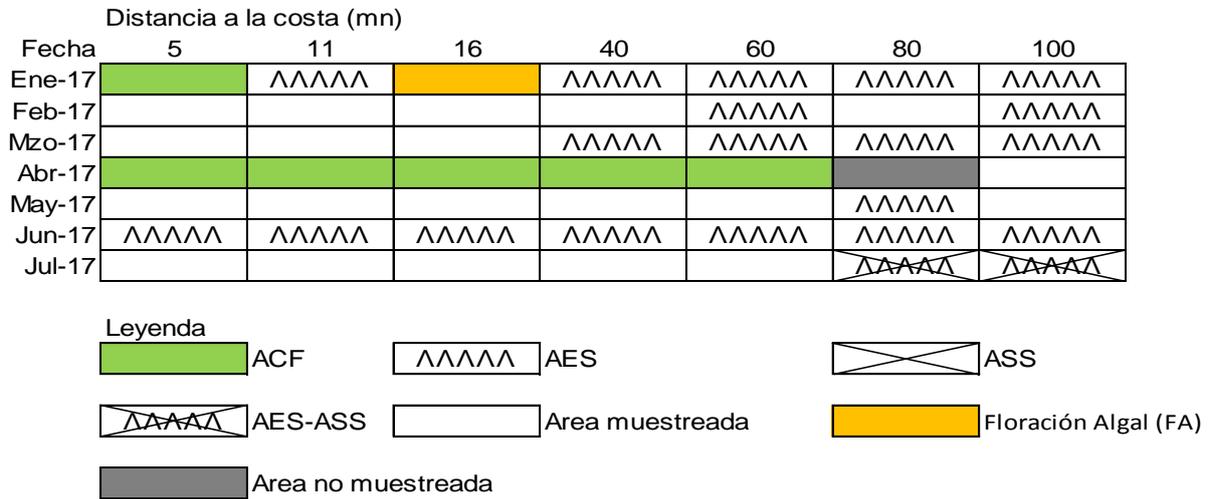


Figura 33. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Paíta 1707

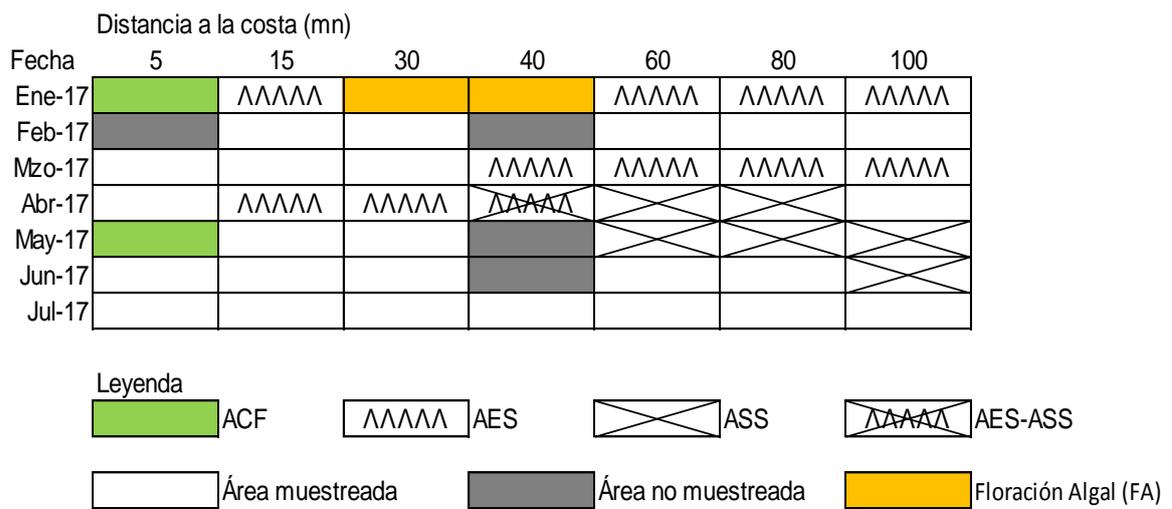


Figura 34. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Chicama 1707

Paita  
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	10	15	40	60	80	100
27 y 28 de Enero							
21 y 22 Febrero							
30 y 31 de Marzo							
19 y 20 Mayo							
22 y 23 Junio							
22 y 23 Julio							

Figura 35. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paita 1707

Chicama  
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	40	60	80	100
25 y 26 de Enero							
18 y 19 Febrero							
27 y 28 de Marzo							
17 y 18 de Mayo							
20 y 21 Junio							
20 y 21 Julio							

Aguas Costeras Frías (ACF)

Aguas Subtropicales Superficiales (ASS)

Aguas Ecuatoriales Superficiales (ACF - AES)

(ASS - AES)

Área muestreada

\
/

\
/

\
/

\
/

Figura 36. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama 1707

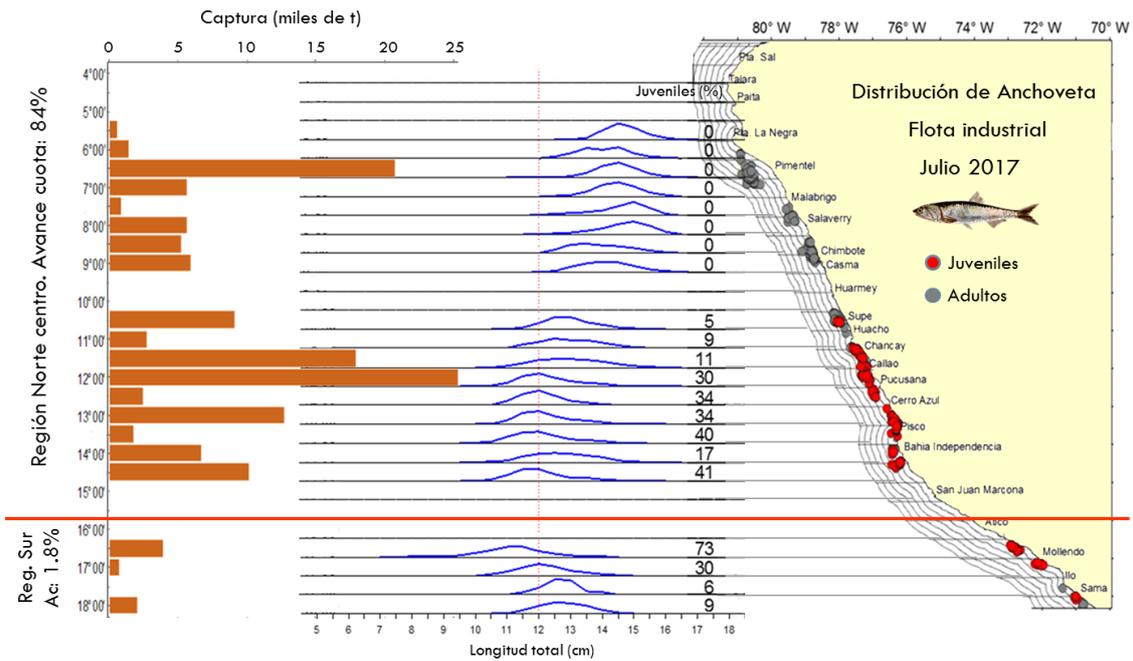


Figura 37. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoqueta por la flota industrial durante Julio. Primera Temporada de Pesca 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

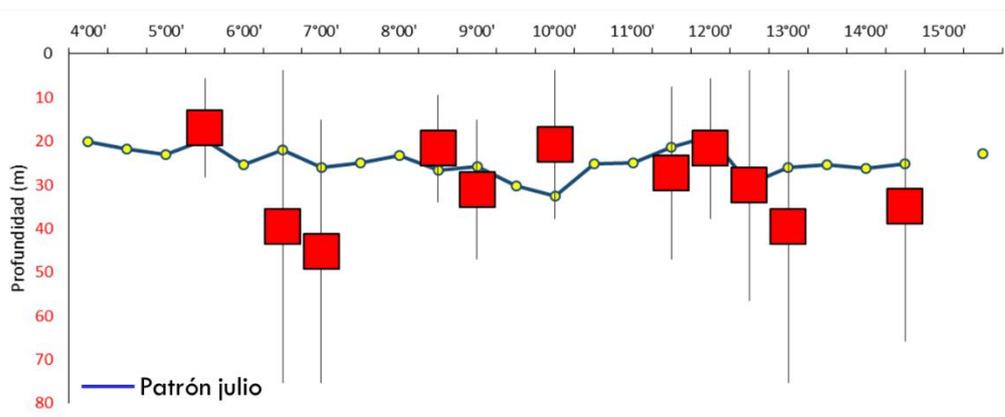


Figura 38. Distribución vertical de anchoqueta durante junio 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

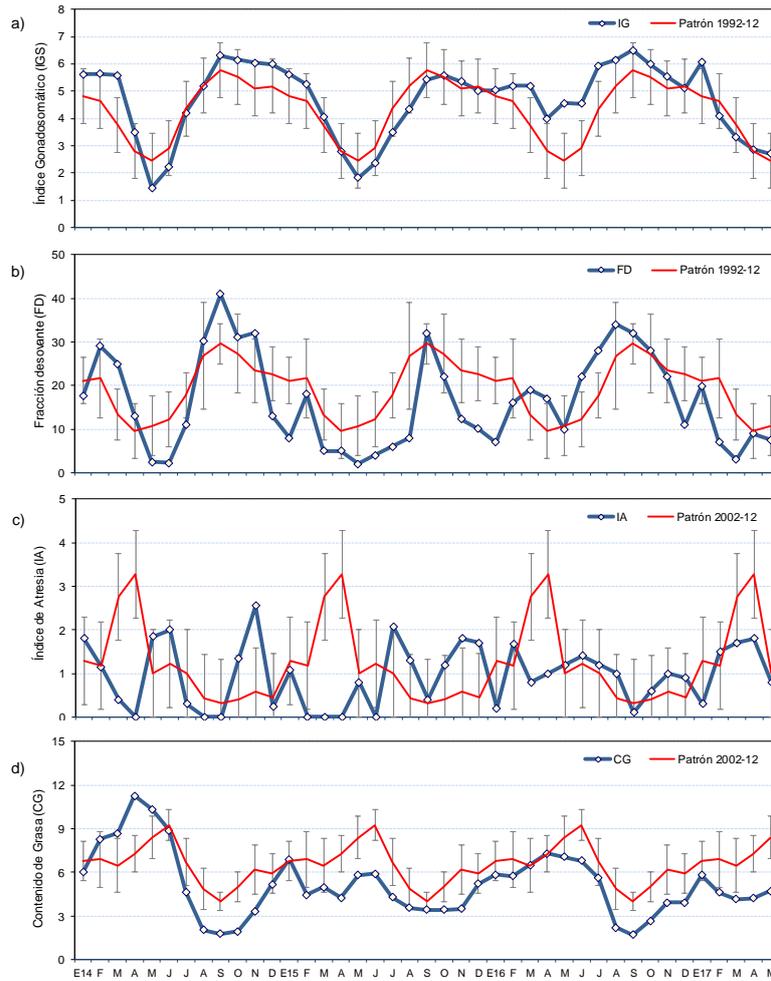


Figura 39. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de Atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – Julio 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

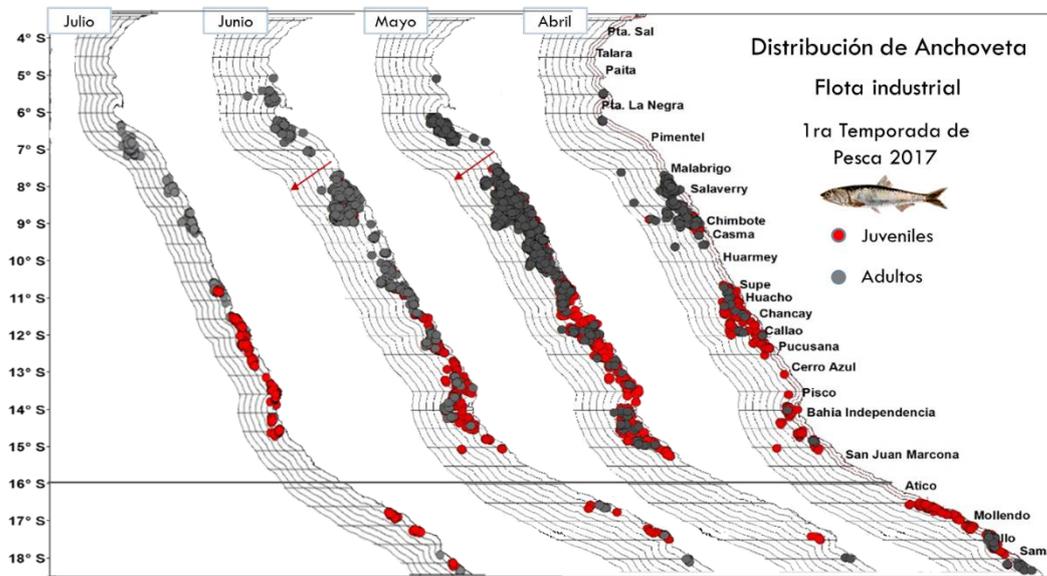


Figura 40. Distribución mensual de anchoveta durante la Primera Temporada de Pesca de la región norte – centro y Primera y Segunda Temporada en la región sur 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

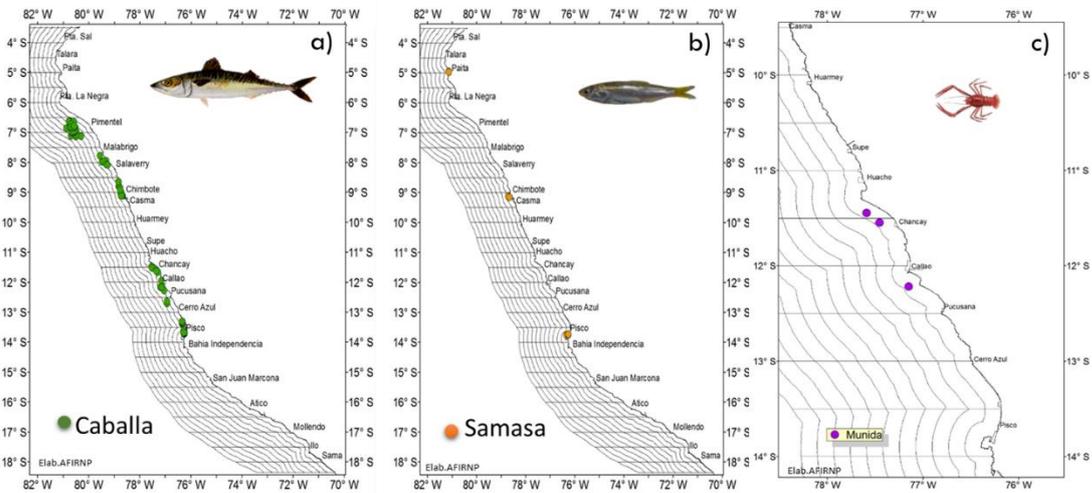


Figura 41. Otras especie registradas como pesca incidental en embarcaciones industriales dirigidas a la pesca de anchoveta durante junio 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.



Figura 42. Distribución de aves marinas en relación a la temperatura superficial del mar (ATSM). Fuente: Prospección de monitoreo oceanográfico Chicama- Paita del 19 al 26 de Julio 2017. Fuente: AFIOF/DGIOCC/IMARPE



Figura 43. Varazón de depredadores superiores frente a Piura y Lambayeque durante la segunda quincena de julio. Fuente: ODS/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.



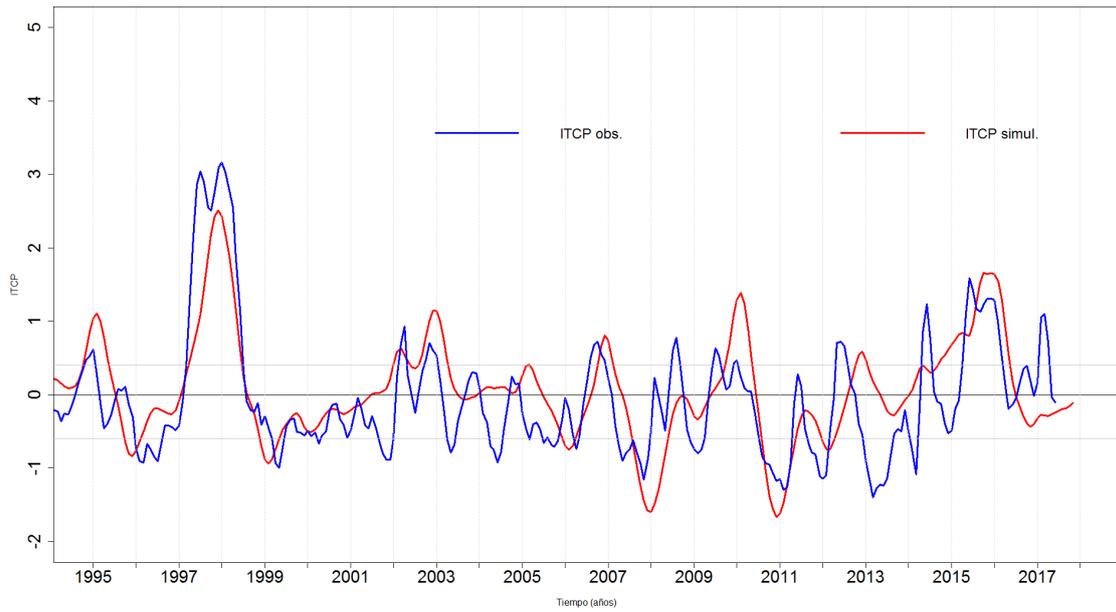


Figura 46. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

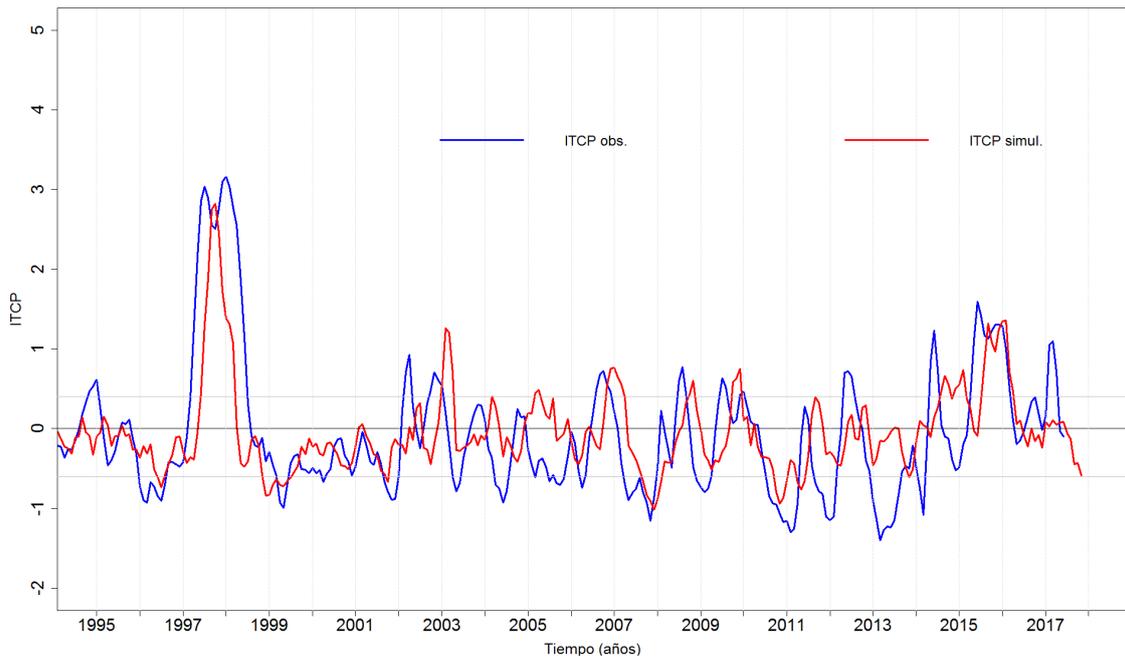


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.