

**Instituto del Mar del Perú**  
**Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras**  
**Setiembre 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 30 de setiembre 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 103°W, 30°S con una intensidad máxima de ~1027 hPa, encontrándose desplazado al este de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~2 hPa (Figura 1 y 2a). Asimismo se observaron núcleos de anomalías positivas de presión en las regiones del Pacífico Ecuatorial Central y Subtropical Central, de 1 y 2 hPa respectivamente. Frente a la costa peruana el campo de presión no presentó anomalías significativas (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 JAS 2017 el IAPS presentó un valor de +1,9, mayor que su valor anterior (+1,6), indicando una condición más intensa que lo normal. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en setiembre fue de +2,2 hPa (Figura 3).

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

La convección tropical se mantuvo dentro de su valor promedio sobre el Pacífico Este, mientras que anomalías positivas fueron observadas en la región del Pacífico Oeste y el Continente Marítimo (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo su variación entre 2,0 a 7,0 m/s en el área comprendida entre 180°W y 100°W, con 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), aunque con mayores anomalías del este en el Pacífico Central.

### **1.2. Aspectos oceanográficos**

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

En la región del Pacífico Oriental, la temperatura superficial del mar (TSM) varió entre condiciones neutras a frías débiles con anomalías negativas entre -1°C a -0,5°C, asociadas al desarrollo de la lengua de agua fría (Figura 6). Los índices basados en la anomalía de la TSM de las regiones Niño exhibieron una tendencia negativa con respecto al mes anterior. Para las regiones Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, el último valor semanal del mes alcanzó -0,1°C, -0,25°C y -1,25°C, respectivamente. En la región Niño 4, la última anomalía semanal del mes fue cero (Figura 7).

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

La anomalía del contenido de calor de la capa superior del océano (300 m) continuó mostrando una tendencia negativa durante el mes de setiembre, descendiendo hasta  $-0,8^{\circ}\text{C}$  (Figura 8). Esto se reflejó principalmente en la expansión del núcleo de anomalías negativas en la capa subsuperficial entre los 10 y 200 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 setiembre, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de moderadas a fuertes (4,0 a 9,0 m/s), a excepción de la segunda quincena, en los cuales presentó velocidades débiles a moderadas ( $< 6,0$  m/s). En la zona oceánica, el viento varió entre 6,0 y 10,0 m/s (Figura 10). En la primera quincena predominaron condiciones neutras y anomalías positivas, mientras que, en la segunda quincena del mes las anomalías negativas y las condiciones neutras fueron predominantes, 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, con velocidades intensas ( $> 8$  m/s) entre  $14^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$ , y velocidades débiles ( $< 3$  m/s) al sur de los  $16^{\circ}\text{S}$  (Figura 12). Entre tanto, la configuración de la dirección del viento mostró su patrón normal a lo largo de la costa. Para la velocidad de viento costero predominaron condiciones neutras y anomalías positivas, con sus máximos valores en la segunda semana ( $+2,5$  m/s). Por otro lado, pequeños núcleos de anomalías negativas ( $-1$  m/s) se presentaron durante la última semana del mes al sur de los  $7^{\circ}\text{S}$  (Figura 13).

El afloramiento costero IAC persistió con valores arriba de los  $500\text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$  al norte de los  $5^{\circ}\text{S}$ , mientras que, entre los  $5^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  presentó valores entre 100 y  $250\text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$ . Al sur de  $16^{\circ}\text{S}$  el afloramiento costero no fue significativo (Figura 14).

### **2.2 Aspectos Oceanográficos**

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

Durante las primeras semanas, la variación espacial de la altura del nivel medio del mar (NMM) señaló la predominancia de movimientos ciclónicos a lo largo de la costa y finalizando el mes se focalizaron frente a Pisco y San Juan. En la zona adyacente oceánica, se observaron giros anticiclónicos con anomalías positivas intensas del NMM frente a Callao, San Juan e Ilo (Figura 15).

En la franja de 100 km adyacente a la costa, se registró en todo el mes condiciones neutras de NMM, fluctuando valores entre cero a  $+5$  cm ( $0^{\circ}$ -  $10^{\circ}\text{S}$ ) y entre cero a  $-5$  cm en la zona de  $10^{\circ}\text{S}$  –  $20^{\circ}\text{S}$  (Figura 16). Frente a Galápagos las anomalías disminuyeron de magnitud durante el mes (Figura 17).

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

### **2.2.2.1 Laboratorios Costeros del Imarpe**

La TSM presentó en la mayoría de los Laboratorios Costeros una reducción de su valor promedio mensual respecto al mes anterior con excepción de Tumbes, Paita, Pisco e Ilo. La TSM varió entre 14,7°C (Ilo) a 26,0°C (Tumbes), mientras que la anomalía (ATSM) varió entre -0,74°C (Chimbote) a +1,18 °C (Pisco) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en los Laboratorios Costeros de Tumbes y Chicama presentó anomalías positivas durante todo el mes. En Chimbote, Huacho y Callao la ATSM cambió gradualmente de valores positivos a negativos, mientras que en Paita, Pisco e Ilo, el comportamiento fue de valores negativos a positivos. La ATSM mostró alternancia entre anomalías negativas y positivas en San José y Huanchaco (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) exhibió el valor de +0,3°C para el trimestre JAS y un valor mensual de setiembre de -0,1°C, indicando una tendencia decreciente de las anomalías térmicas mensuales en el litoral peruano (Figura 19).

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

En setiembre, la TSM mostró valores entre 17° y 18°C frente a la costa norte y centro, mientras que frente a la costa sur se observó valores entre 15° y 16°C (Figura 20). Desde la segunda semana de agosto se detectó la expansión de los núcleos con valores negativos de la ATSM llegando hasta -2°C, que tendió luego a debilitarse en la segunda quincena de setiembre. En la zona oceánica frente a ecuador se detectó núcleos de ATSM menores a -2°C, que se fueron disipando hacia finales del mes (Figura 21). En la franja de 50 mn frente a la costa, durante el mes se evidenció una transición de anomalías cercanas a cero hacia negativas de hasta -1,0°C entre los 5°S a 18°S (Figura 22).

Durante el trimestre JJA 2017, El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe et al 2016) alcanzó un valor de -0,45, aún dentro del rango neutro, aunque con una tendencia negativa respecto al trimestre MJJ 2017. El valor mensual alcanzó -0,55, también correspondiente a condiciones neutras (Figura 23).

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

### **2.2.3.1 Información de modelo (HYCOM)**

En general en zonas oceánicas se observó Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con salinidad mayor a 35.1 ups. Cerca de la costa norte de Perú, aguas de baja salinidad (<34.1 ups) se desplazaron hacia el sur. Las isohalinas de 35 ups se mantuvieron frente a Talara, asociadas a la permanencia de aguas de mezcla, que llegaron a proyectarse hacia el sur-oeste de Paita hasta fuera de las 200 mn, con mayor notoriedad durante la primera quincena de setiembre. Mientras que en el sur, frente a San Juan, se notó la expansión de aguas con salinidades entre 34,8 y 35,0 ups, asociados a un proceso de mezcla y a la influencia de las Aguas Ecuatoriales Sub-superficiales (AESS) (Figura 24).

## **2.2.4 Secciones Oceanográficas**

### **2.2.4.1 Paita (28 – 29 de setiembre)**

La TSM presentó una proyección de la isoterma de 17°C, hasta las 100 mn (Figura 25 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15° a 16°C con un leve ascenso de las isotermas hacia la costa y presencia de una débil termoclina. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 50 y 100 m de profundidad. Sobre los 150 m predominaron las anomalías positivas de temperatura de hasta 1,0°C, mientras que por debajo de los 150 m, las anomalías fueron cercanas a cero, a excepción de un núcleo de +0,5°C sobre el talud continental entre los 350 y 400 m de profundidad (Figura 26 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró la predominancia de aguas de mezcla hasta las 100 mn de la costa durante todo el mes (Figura 25 b). Sobre los 100 m estuvieron asociadas en gran parte a aguas de mezcla entre ACF y ASS, lo cual generó ligeras anomalías positivas en la capa superficial, de hasta 0,1 ups (Figura 26 c, d).

La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL/L, ascendió de 120 - 140 m a 100 m de profundidad fuera de las 40 mn (Figura 25 c, Figura 26 e). Mientras el oxígeno disuelto (OD) mostró que el límite superior de la ZMO (OD<0,5mL/L) se presentó a unos 150 - 200 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 250 m predominaron flujos hacia el sur en la franja entre los 40 y 60 mn, con velocidades de hasta 30 cm/s. Por fuera de las 60 mn y dentro de 35 mn predominaron flujos hacia el norte, con velocidades de hasta 40 y 10 cm/s, respectivamente (Figura 26 e, f).

### **2.2.4.2 Chicama (28 – 29 de setiembre)**

La TSM presentó una proyección de la isoterma de 16°C, ausente en agosto, hasta las 20 mn de la costa. Afuera de los 80 mn se observaron valores entre 18° y 19 °C (Figura 27 a). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 17°C y 15°C con una termoclina por encima de los 100 m de profundidad. La isoterma de 15°C entre los 10 y 100 m de profundidad, siendo más somera en la zona costera en relación a lo observado el mes de agosto. Las anomalías térmicas fueron cercanas a cero frente a Chicama, a excepción de un núcleo de hasta +1°C a 50 – 120 m de profundidad por fuera de las 60 mn frente a la costa, asociado a la presencia de las ASS (Figura 28 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró las ASS por fuera de las 40 mn y encima de los 50 m, aunque su influencia alcanzó la costa generando mezcla con las aguas costeras frías (ACF), asociadas al afloramiento, durante todo el mes (Figura 27 b, Figura 28 c). Predominaron anomalías halinas positivas sobre los 100 m, con anomalías máximas de +0,20 ups, asociadas a las ASS (Figura 28 d).

La distribución del oxígeno mostró el ascenso de las iso-oxígenas debido a los procesos de afloramiento costero. La oxiclina se presentó a unos 80 m de profundidad fuera de las 40 mn y a menos de 50 m en la zona costera (Figura 27 c). El borde superior de la ZMO alcanzó una mayor profundidad sobre la plataforma externa (130 m), mientras en la zona más costera se ubicó a 20 m de profundidad (Figura 28 e). Por otra parte, se observó flujos geostroficóicos con dirección al norte entre las 40 y 80 mn (0 – 100 m) y dentro de las 20 mn frente la costa (0 – 30 m), de hasta 30 y 10 cm/s, respectivamente (Figura 28 f).

## 2.2.5 Estaciones fijas costeras

El monitoreo quincenal que se realiza en las estaciones fijas se observó la emergencia y ascenso de las isotermas en Paita, Chicama y Callao, mientras que en Atico e Ilo se registró un leve hundimiento de las isotermas. La temperatura en la columna de agua varió entre 14° y 15°C en Paita, entre 14° y 16°C en Chicama, entre 14° y 15°C en Callao, alrededor de 13°C en Atico y para Ilo, entre 13° y 14°C (Figura 29). En Paita, Chicama y Callao se detectó una disminución de las anomalías térmicas de valores cercanos a cero a ligeramente negativas, alrededor de -0.5°C, (Figura 30). La salinidad del mar mostró una transición de aguas de mezcla (ASS y ACF) a ACF en gran parte de columna de agua frente a Paita, Chicama y Callao. Por otra parte en Callao, Atico e Ilo se observó la presencia de ACF en la columna de agua (Figura 31).

En cuanto al OD, también se visualizó el ascenso de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Chicama, Callao e Ilo, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a 50 m de profundidad aproximadamente en Chicama y Callao. En cambio, en Paita y Atico se registró una profundización durante el mes de las iso-oxígenas (Figura 32).

## 2.2.6 Fertilidad y Productividad

### 2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

Los nitratos en las estaciones fijas costeras mostraron un incremento de sus concentraciones en la columna de agua de Paita, Chicama y Callao, y una disminución en Atico e Ilo. Las estaciones con mayor concentración de nitratos fueron Chicama y Atico. En Paita y Callao, la columna de agua presentó un valor promedio de 15  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , mientras que en Chicama y Atico los valores estuvieron alrededor de 20  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ . La estación Ilo se caracterizó por presentar valores mayores a 25  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  (Figura 33).

Los silicatos presentaron un incremento en sus concentraciones durante setiembre respecto a fines de agosto. Las menores concentraciones en la columna de agua se observaron en Paita ( $\sim 15 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ). En Chicama la isolínea de 20  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  se superficializó hasta los 20 metros, mientras que en Callao e Ilo, la isolínea de 25  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  se superficializó hasta los 20 y 40 metros respectivamente. En Atico a finales del mes se observaron concentraciones entre 25-40  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la columna de agua (Figura 34).

Los fosfatos disminuyeron en Paita, Chicama, Callao y Atico, mientras que en Ilo se observó un incremento. En promedio en la columna de agua en Paita, Chicama y Callao se detectaron concentraciones de  $\sim 2 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , y en Atico e Ilo, un promedio de  $\sim 2.5 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Figura 35).

### 2.2.6.2 Clorofila-a

La concentración de clorofila-a presentó un valor de anomalía promedio de  $\sim 2.5 \text{ mg.m}^{-3}$  en la franja de 100 Km. Cabe recalcar que estas anomalías positivas estuvieron focalizadas entre los 12°S-14°S a finales del mes de setiembre. La presencia de nubes fue muy frecuente entre los 6°S-12°S durante casi todo el mes (25 días cubiertos en promedio); sin embargo entre Pisco y San Juan, cerca de la costa se presentaron más días despejados (16 días en promedio) (Figura 36).

## 2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

### 2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

#### Paita

Durante el mes de setiembre, no se determinaron indicadores biológicos de masas de agua, siendo dominante el fitoplancton sólo a 40 mn, destacando las diatomeas de afloramiento *Thalassiosira subtilis*, *T. anguste-lineata*, *T. subtilis*, *Thalassiosira sp.* y *Coscinodiscus spp.*, relacionado a la TSM que fluctuó entre los 16° y 19 °C. Los dinoflagelados termófilos estuvieron distribuidos por fuera de las 15 mn sobresaliendo *Ceratium candelabrum*, *C. lunula*, *Protoperidinium oceanicum* y *P. divergens*, entre otros. También estuvieron presentes dinoflagelados de distribución cosmopolita como *Ceratium buceros*, *C. dens*, *Protoperidinium depressum*, *P. conicum* y *P. crassipes*. Además, se registró en la zona evaluada a *Octactis octanaria*, del grupo de los silicoflagelados (Figura 37).

#### Chicama

Frente a Chicama, se registró al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de ACF, distribuido dentro de las 40 mn de la costa, asociado a una TSM de obtuvo un rango de variación entre 15,7° y 16,8 °C. El fitoplancton fue abundante solo en las dos primeras estaciones sobresaliendo diatomeas propias de afloramiento costero como *Chaetoceros lorenzianus*, *Ch. affinis* y *Pseudo-nitzschia pungens* que alcanzaron las categorías de abundancia relativa de “Muy Abundante” y “Abundante”, respectivamente (Figura. 38).

Los dinoflagelados sobresalieron entre las 80 y 100 mn, siendo *Ceratium azoricum* (termófilo) y *Ceratium tripos* (cosmopolita), las especies que alcanzaron abundancia relativas de “Abundante”, asociados a TSM de 17,6 y 17,8 °C, respectivamente.

### 2.2.7.2 Indicadores Biológicos del Zooplancton.

#### Chicama

Frente a Chicama en el mes de setiembre se determinó al copépodo *E. inermis*, especie indicadora de ACF, dentro de las 60 mn. Los copépodos *A. danae* y *Oncaea conífera*, especies indicadoras de ASS, se localizaron principalmente por fuera de las 30 mn de la costa (Figura 39).

## 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° 429-2017-PRODUCE, se autorizó al IMARPE la ejecución de la Operación Eureka LXX del 18 al 20 de setiembre de 2017, entre los 04° 45´ S y 15°21´S y desde la línea de costa hasta las 120 millas náuticas.

## Seguimiento de las pesquerías

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 30 de setiembre del presente año ascendió a 3,2 millones de toneladas, correspondiendo el 98 % al recurso anchoveta, seguido de caballa con 2 %. Otros recursos de importancia fueron samasa, jurel, bonito y bagre (Tabla 2).

### Anchoveta

#### Distribución, capturas y tallas

En la región norte – centro, la información de la flota artesanal y menor escala dentro de las 10 mn, registró cuatro (04) zonas de pesca del recurso anchoveta. En la zona norte, frente a Bahía de Sechura (5°S) y a Chinbote (9°S), conformado principalmente por ejemplares adultos; en la zona centro, se observaron dos núcleos de ejemplares juveniles, el primero frente a Pisco (13°S) con mayor descarga y mayor incidencia de juveniles y el segundo frente a Callao (12°S) (Figura 40). La distribución vertical de anchoveta, al ser obtenida de zonas bastante costeras, presentó una distribución vertical promedio de 12 m de profundidad. En la región sur, no se registró desembarques (Figura 41).

#### Indicadores reproductivos y somáticos

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) continuaron registrando valores altos de acuerdo a sus respectivos patrones históricos, evidenciando que la anchoveta en la Región Norte-Centro sigue desovando (Figura 42).

### Jurel y Caballa

Durante el mes de setiembre, el desembarque de jurel y caballa fue por la flota artesanal en la zona zona sur: Atico (16°S), La Planchada (16°30'S) y Mollendo (17°S). Las capturas de "jurel" *Trachurus picturatus* alcanzaron valores diarios promedio <5 t y en el caso de la caballa" *Scomber japonicus peruanus*, el desembarque diario promedio fue <2 t (Figuras 43).

### Merluza

Durante setiembre se continuó con la veda reproductiva para el recurso merluza establecida desde el 25 de agosto del presente año.

#### Especies indicadoras

El Seguimiento de la Pesquería Pelágica, registró especies costeras dentro de su hábitat. Por otro lado, la *Anchoa nasus* "samasa", indicadora de aguas cálidas incrementó sus desembarques en la zona norte, dentro de las 10 mn frente a Paita - Parachique (5°S) y en la zona central en Pisco (14°S). Mientras que la presencia de especies de aguas costeras frías como *Odonthesthes regia regia* "Pejerrey", *Sciaena deliciosa* "lorna" y "múnida" fueron registradas dentro de las 10 mn frente a Chinbote (09°S) y Pisco (14°S), encontrándose dentro de su distribución habitual (Figura 44).

Por otro lado, durante la Operación EUREKA LXX del 18 – 20 setiembre con la participación de la flota industrial se observó a las especies oceánicas y transzonales como agujilla, volador y caballa fuera de las 50 mn de costa de la costa, mientras que el demersal merluza y el mesopelágico esperlan plateado, se localizaron a las 30 mn. Los invertebrados y macrozooplancton fueron observados en las zonas cercanas a la costa. Así mismo, se realizó un avistamiento de tortuga a 50 mn frente al Callao (Figura 45). En general, con una normalización de las condiciones ambientales, los recursos se encuentran dentro de su distribución estándar.

### **Depredadores superiores**

Durante la Prospección de monitoreo oceanográfico frente a Chicama realizado del 26 al 30 de Setiembre 2017 se observó que continúa la presencia de las aves guaneras, *Sula variegata* “piquero”, *Phalacrocorax bougainvillii* “guanay” y *Pelecanus thagus* “pelicano”, restringidas dentro de las 5 mn principalmente frente a Chimbote (09°S), mientras que el piquero presentó una mayor amplitud hasta las 50 mn frente a Chicama. Las aves guaneras se registraron en el rango de temperatura de 15°C, mientras que las aves migratorias “albatros”, “gaviota de Wilson” y “gaviota de Galápagos” se registraron en el rango de temperatura de 16°C a 17°C (Figura 46).

## **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 setiembre 2017, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central presentaron valores negativos pero dentro del rango de las condiciones neutras del ENOS (valor del ONI entre -0.5°C y +0.5°C). Según las agencias internacionales (IRI, setiembre 2017), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican que las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central estaría entre dos escenarios: un ENOS neutro y una condición La Niña débil durante la primavera 2017 y verano 2017/18 austral (Figura 47).

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

Según la simulación del modelo de ondas (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) durante el mes de setiembre una intensificación de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central generó una señal una onda Kelvin fría (modo 1) que alcanzaría el extremo oriental del Pacífico Ecuatorial entre octubre y noviembre 2017. Este mismo evento de los vientos alisios habría generado otra onda Kelvin fría (modo 2) que llegaría frente a las costas de Sudamérica en Noviembre 2017 (Figura 48).

### **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 octubre 2017 y enero 2018 (Figuras 49 y 50).

## 5. CONCLUSIONES

- Las condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial fueron normales en promedio. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó para el mes un núcleo desplazado al este de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en  $\sim 2$  hPa.
- El viento costero mostró su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió predominancia de valores normales y anomalías positivas, mientras que el afloramiento costero continuó persistente entre los  $5^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  la mayor parte del mes.
- En la mayoría de laboratorios costeros del Imarpe la TSM presentó una reducción respecto a agosto. La ATSM se mantuvo positiva en Tumbes y Chicama. En Chimbote, Huacho y Callao se observó gradualmente el cambio de la ATSM de valores positivos a negativos y en Paita, Pisco e Ilo de valores negativos a positivos.
- El ITCP y el LABCOS presentaron valores de  $-0,45$  y  $+0,3^{\circ}\text{C}$  para el trimestre JAS respectivamente, ambos índices con una tendencia negativa respecto a meses anteriores.
- Se observó un incremento en la concentración de los nitratos y silicatos en la capa superior de la columna de agua frente en la mayor parte del litoral. La concentración de clorofila-a presentó anomalías positivas de  $\sim 2,5$   $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  principalmente entre los  $12^{\circ}\text{S}$ - $14^{\circ}\text{S}$ . Los mayores valores se detectaron cerca de la costa frente a Pisco, asociados a una mayor incidencia de días despejados.
- En la región norte – centro, el recurso anchoveta se registró en núcleos dispersos dentro de las 10 mn, siendo capturado por la flota artesanal. En Sechura ( $5^{\circ}\text{S}$ ) y Chimbote ( $9^{\circ}\text{S}$ ) presentaron una estructura por tallas adulta. Mientras que entre Callao ( $12^{\circ}\text{S}$ ) y Pisco ( $13^{\circ}\text{S}$ ) predominaron los juveniles, alcanzando al 82% en Pisco.
- Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro presentaron valores altos, indicando que aún se encuentra en su periodo de reproducción importante.
- Con respecto al fitoplancton, para setiembre de 2017, en Paita no se determinaron indicadores biológicos de masas de agua; sin embargo en Chicama se registró al dinoflagelado *Proto-peridinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) distribuido dentro de las 40 mn de la costa.
- A corto plazo se pronostica el arribo de una onda Kelvin fría entre los meses de octubre-noviembre, que contribuiría al enfriamiento de la columna de agua a lo largo de la costa.

## 7. 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. du Penhoat 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.

## 8. Tablas

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM de Laboratorios costeros

Estación	TSM Sep., °C	TSM Ago., °C	ATSM Sep., °C
Tumbes	26,02	25,96	+0,46
Paita	16,81	16,66	-0,37
San José	18,49	18,90	-0,42
Chicama	15,93	16,45	+0,14
Huanchaco	16,10	16,91	-0,56
Chimbote	17,89	18,06	-0,74
Huacho	14,98	15,40	-0,13
Callao	14,76	15,02	-0,07
Pisco	20,60	18,70	+1,18
Ilo	14,66	14,50	-0,50

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 30 de setiembre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región		Año Calendario (01 Ene. Al 30 Set. 2017)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	1 033 520	1 391 408	2 424 929	162068	2 586 997	81
	FI Madera	445 842	84 256	530 098	18244	548 342	17
Sub-total		1 479 363	1 475 664	2 955 027	180 312	3 135 339	98
%		47	47	94	6	100	0
Sardina		0	0	0	0	0	0
Jurel		33	72	105	7	112	0
Caballa		34 466	40 013	74 479	17	74 496	2
Samasa		1 215	0	1 215	0	1 215	0
*Otros		117	855	972	425	1 397	0
Total		1 515 194	1 516 605	3 031 799	180 761	3 212 560	100
%		47	47	94	6	100	

\*Otros incluye: Múnida, Bonito, Bagre

Cifras preliminares

## 9. Figuras

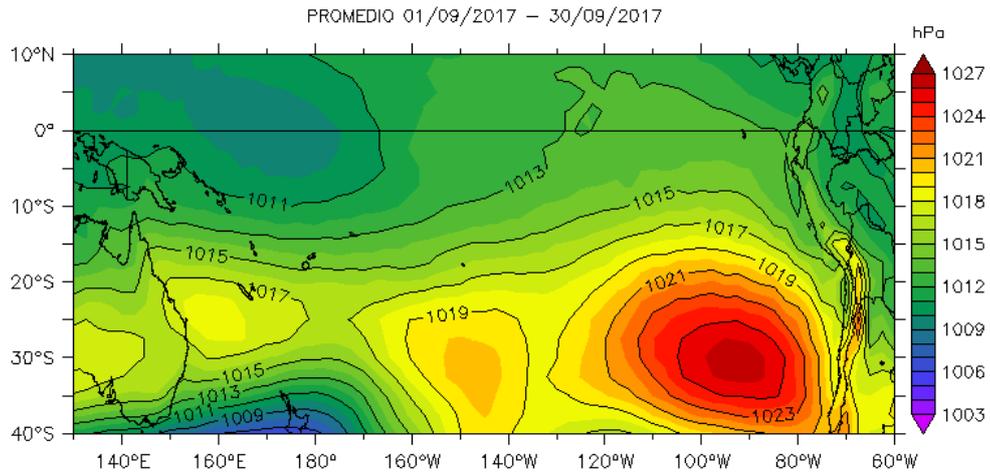


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-3 setiembre 2017, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

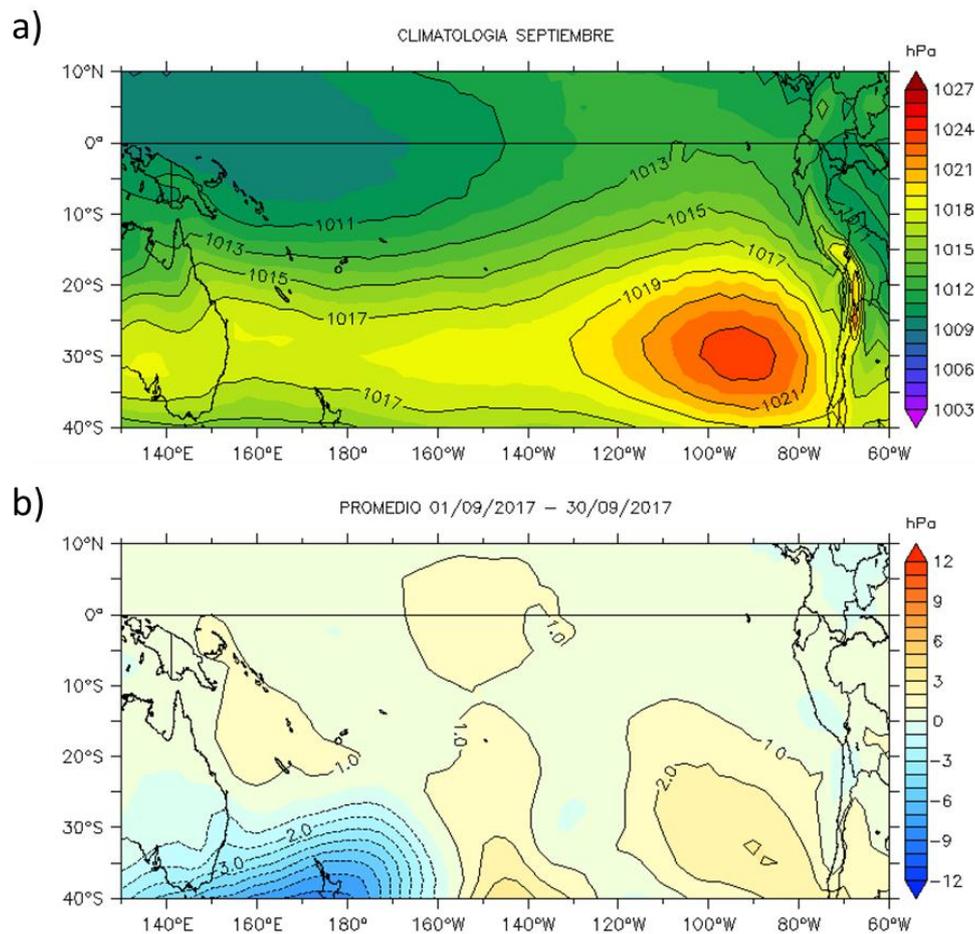


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de setiembre 2017. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

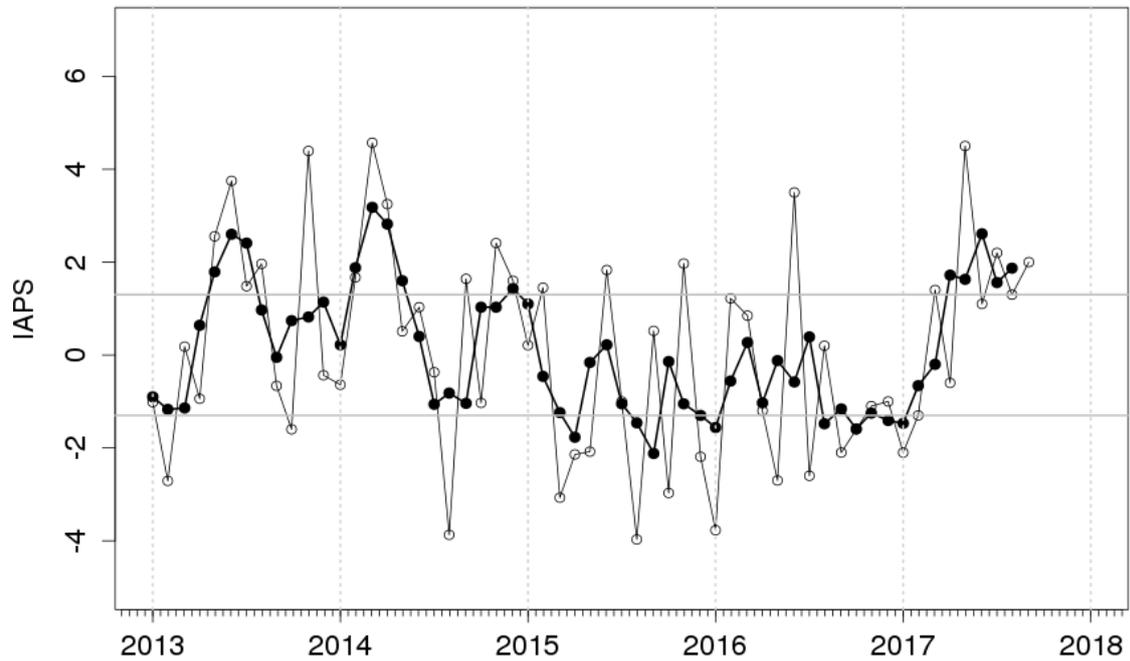


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre JAS 2017. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

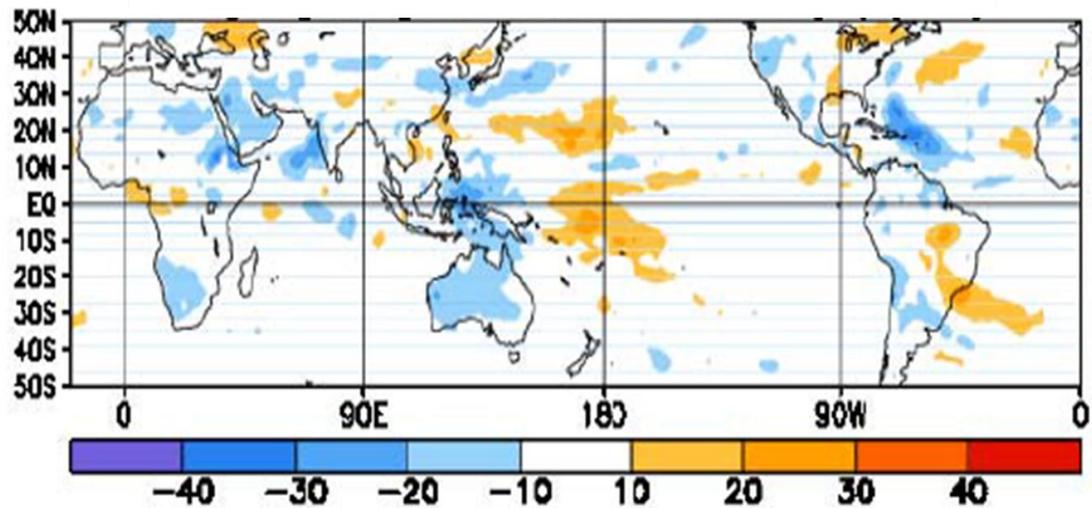


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ( $W/m^2$ ) durante el mes de setiembre de 2017. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

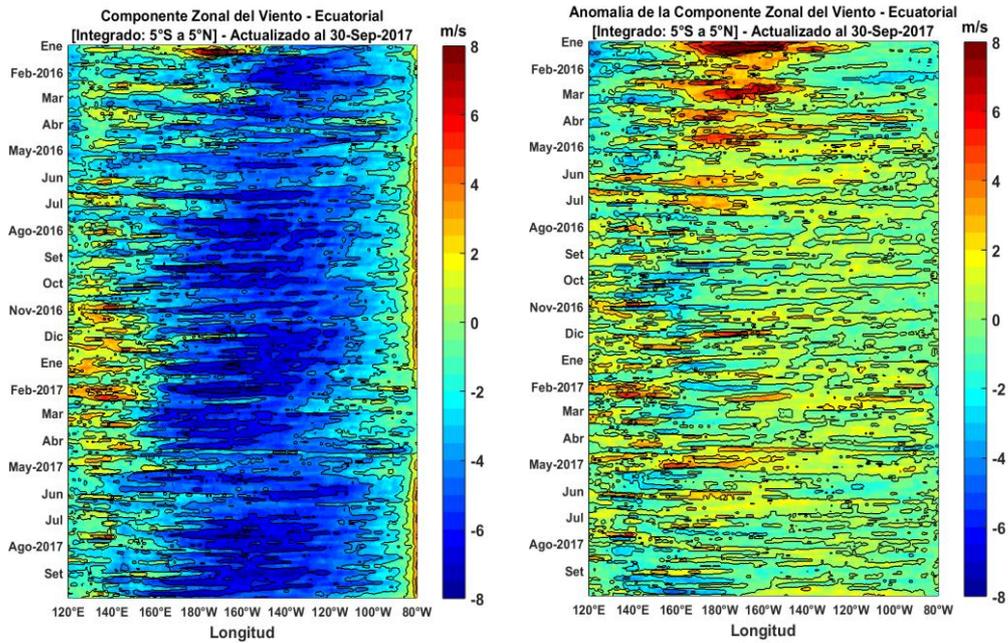


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/09/2017.

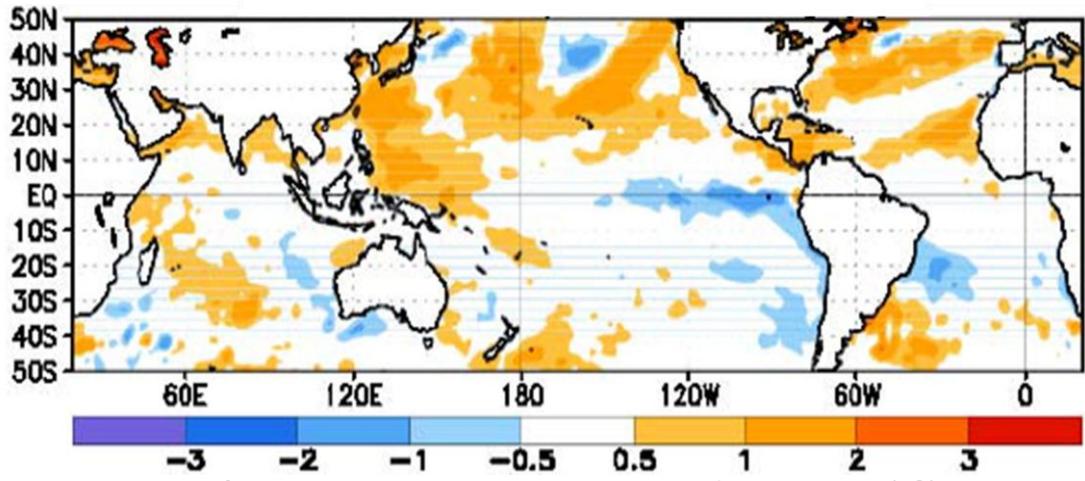


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de setiembre 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

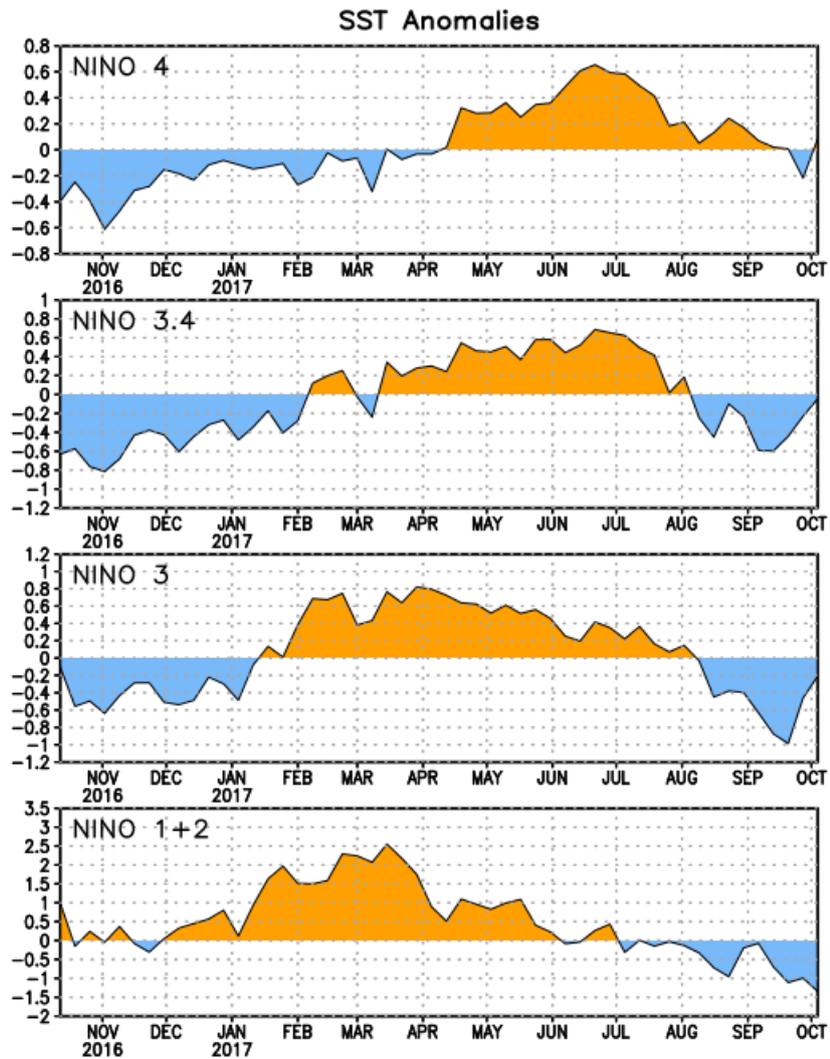


Figura 7. Anomalías Semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el periodo de octubre 2016 a 04 octubre 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

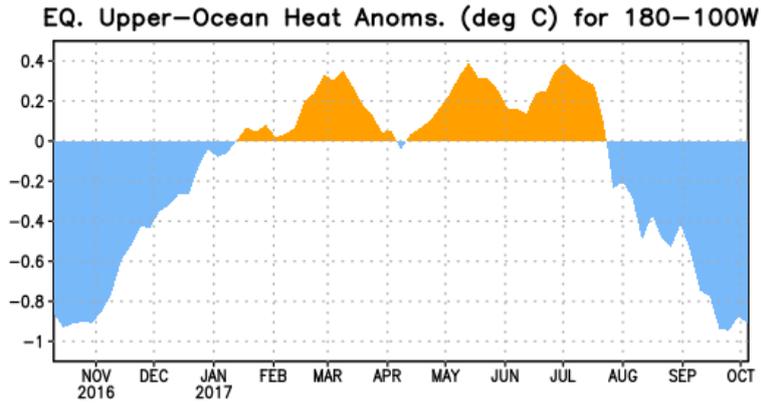


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010

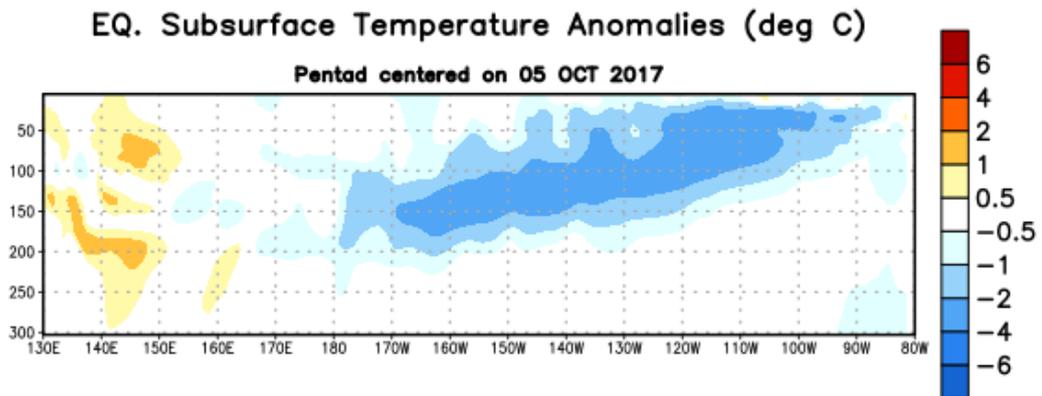


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 5 de octubre de 2017. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los penta-promedios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

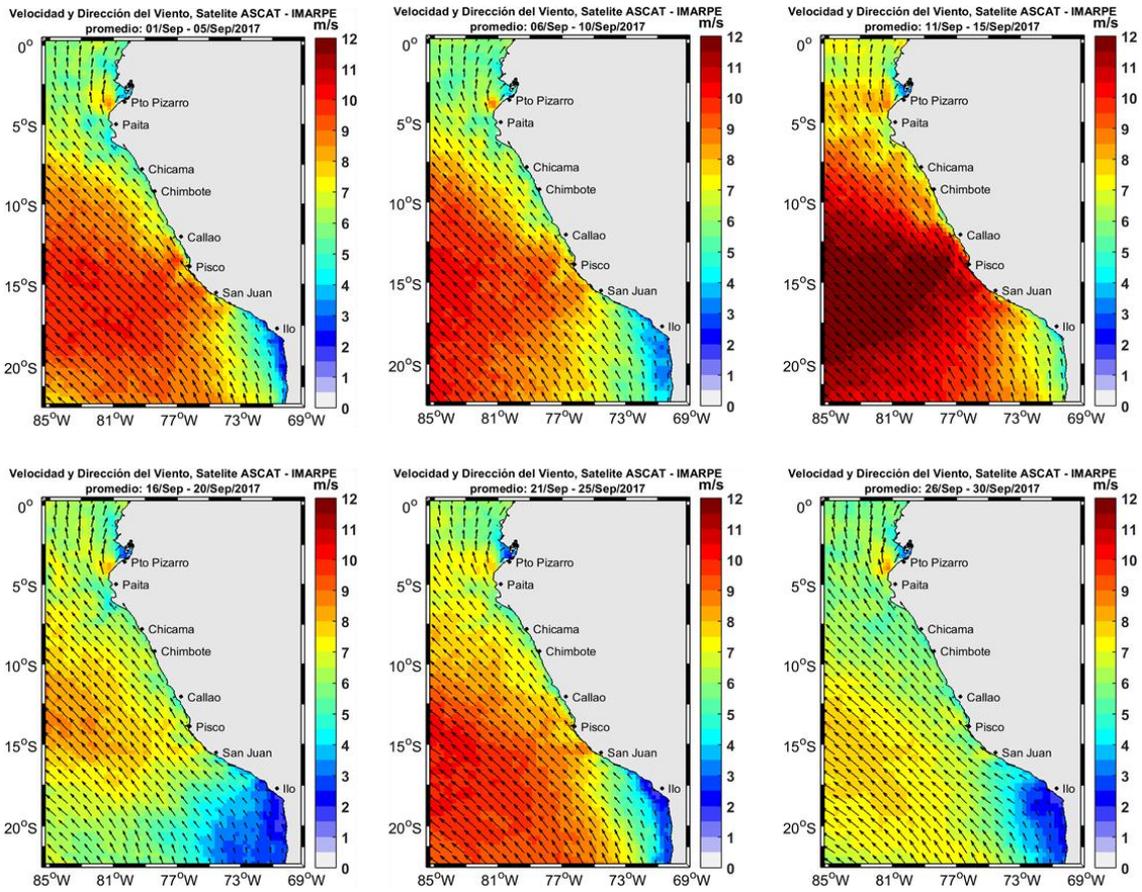


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de setiembre del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/09/2017.

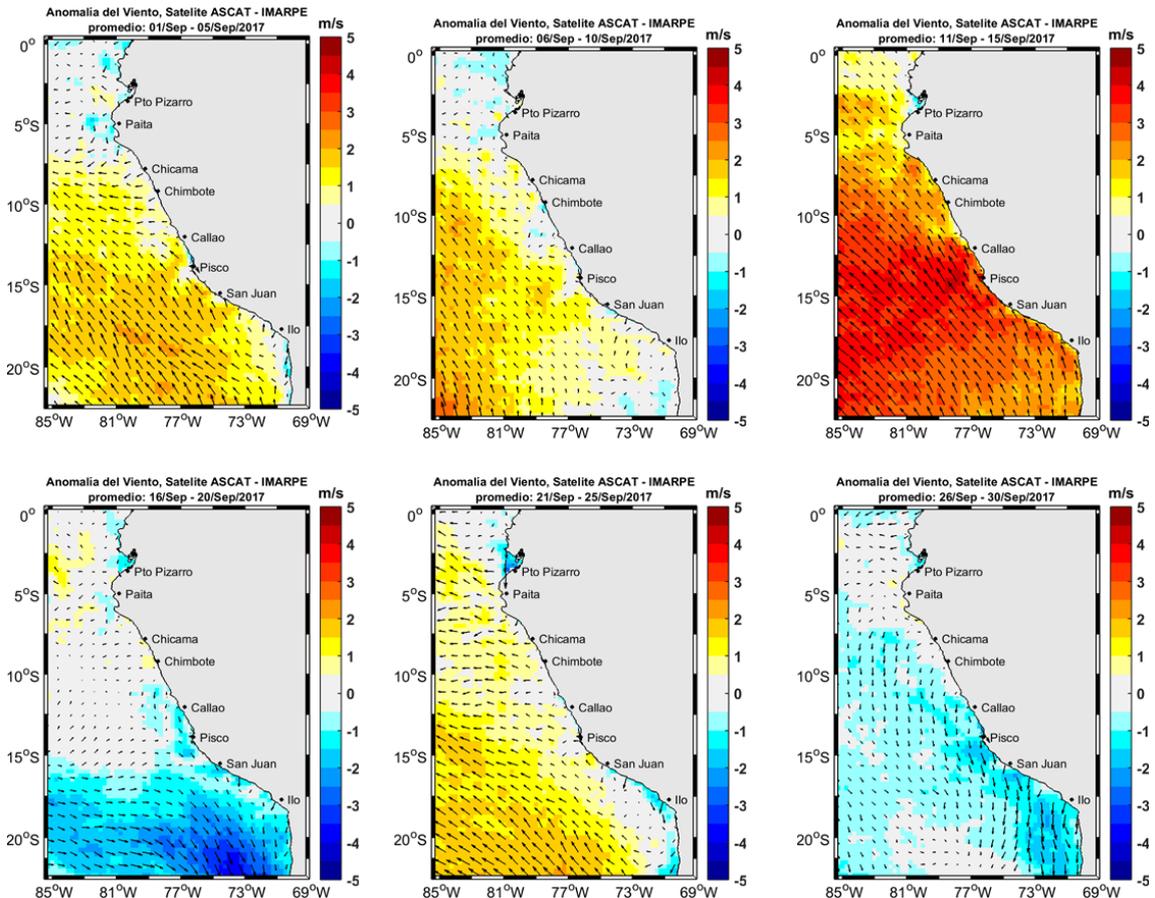


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de setiembre del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/09/2017.

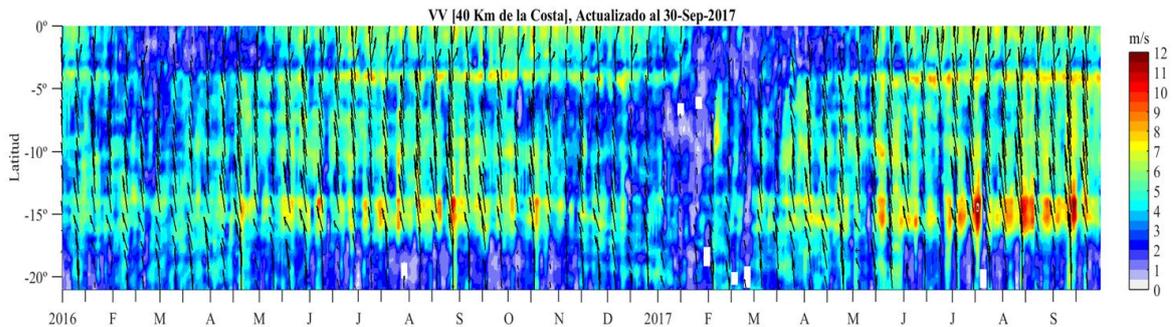


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/09/2017.

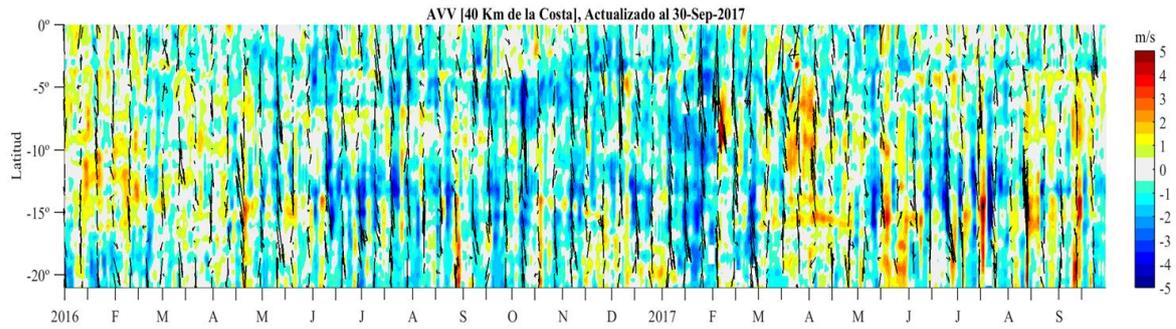


Figura N° 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalía del Viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/09/2017.

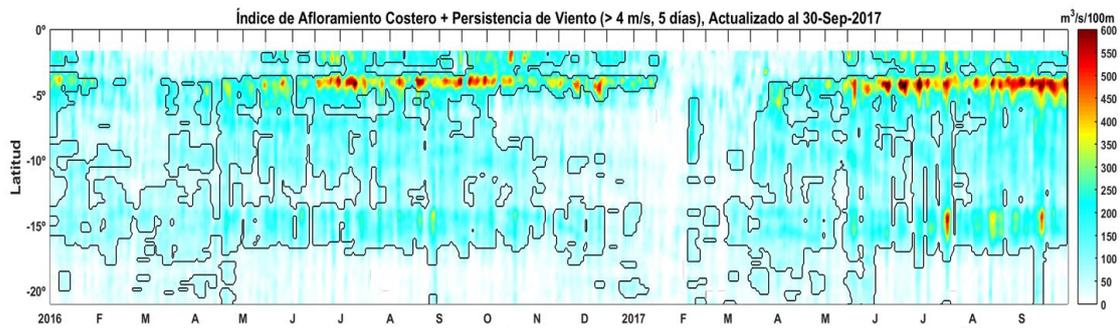


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ( $\text{m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad mayor a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 30/09/2017.

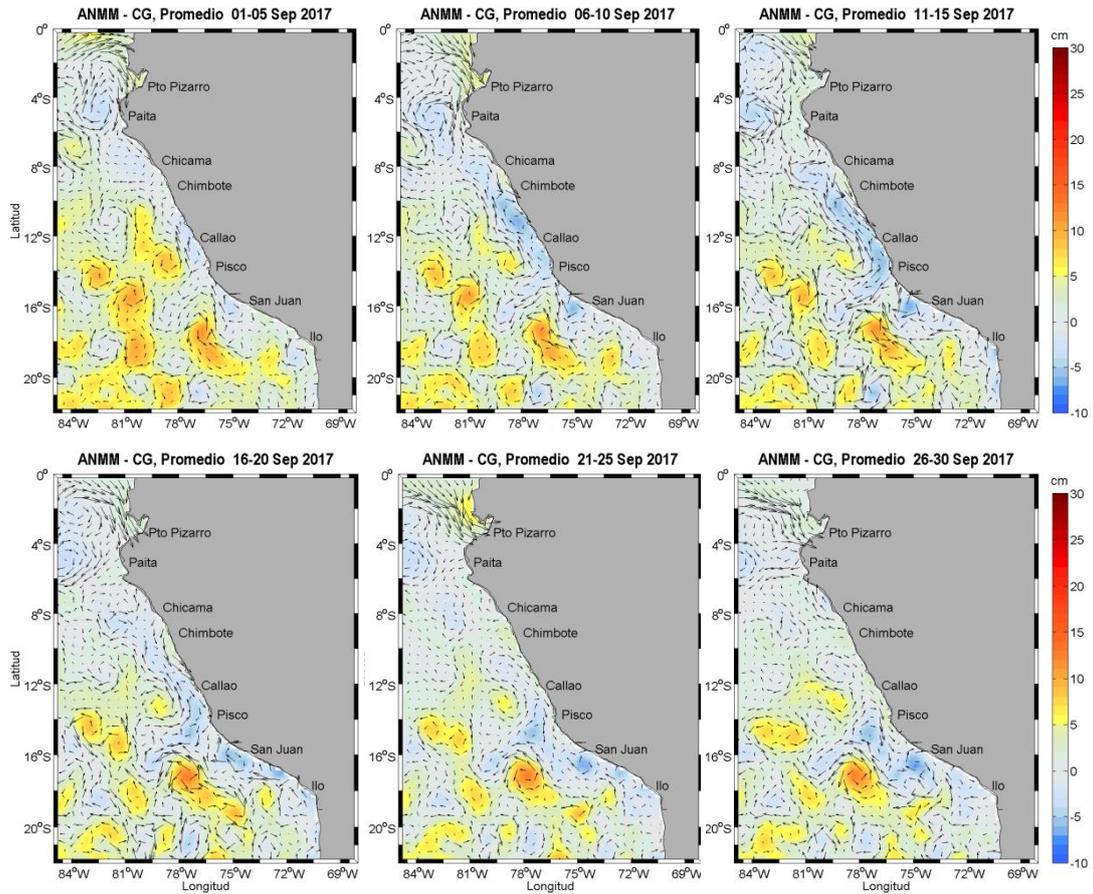


Figura 15. Anomalia de altura del nivel del mar (cm) y corrientes geostroficas. Pentadas para el mes de setiembre de 2017. Fuente: CMEMS/Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE

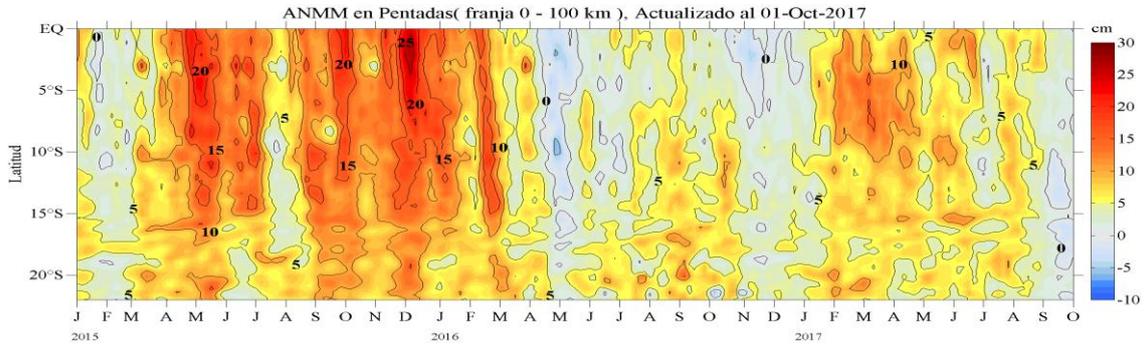


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde enero 2015 al 01 de octubre de 2017 para la franja de 100 km adyacente a la costa. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

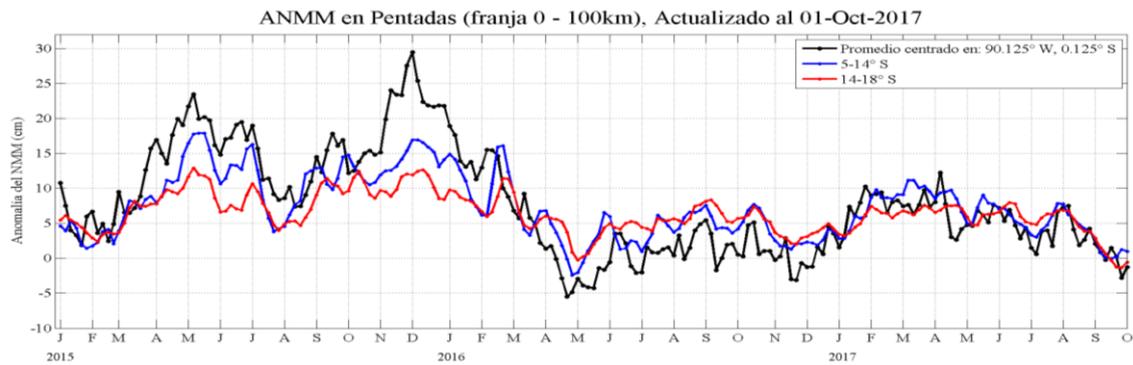


Figura 17. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015-2017. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

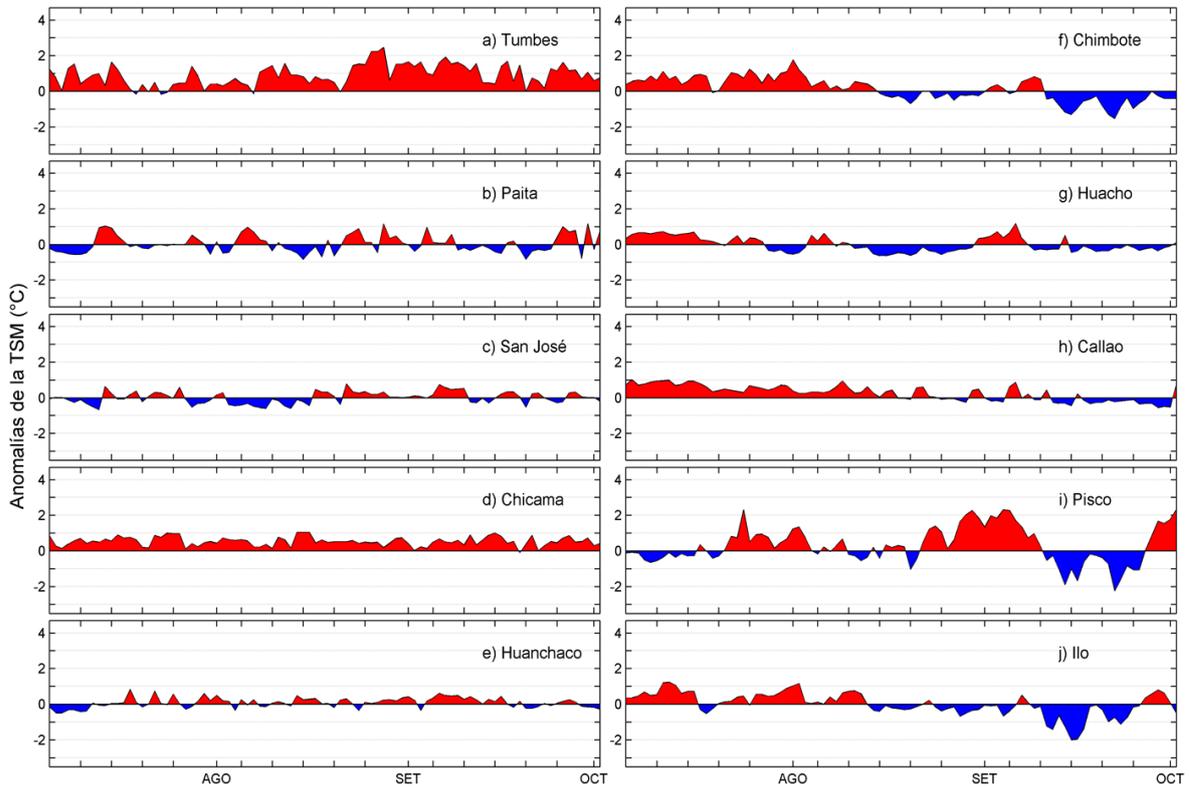


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

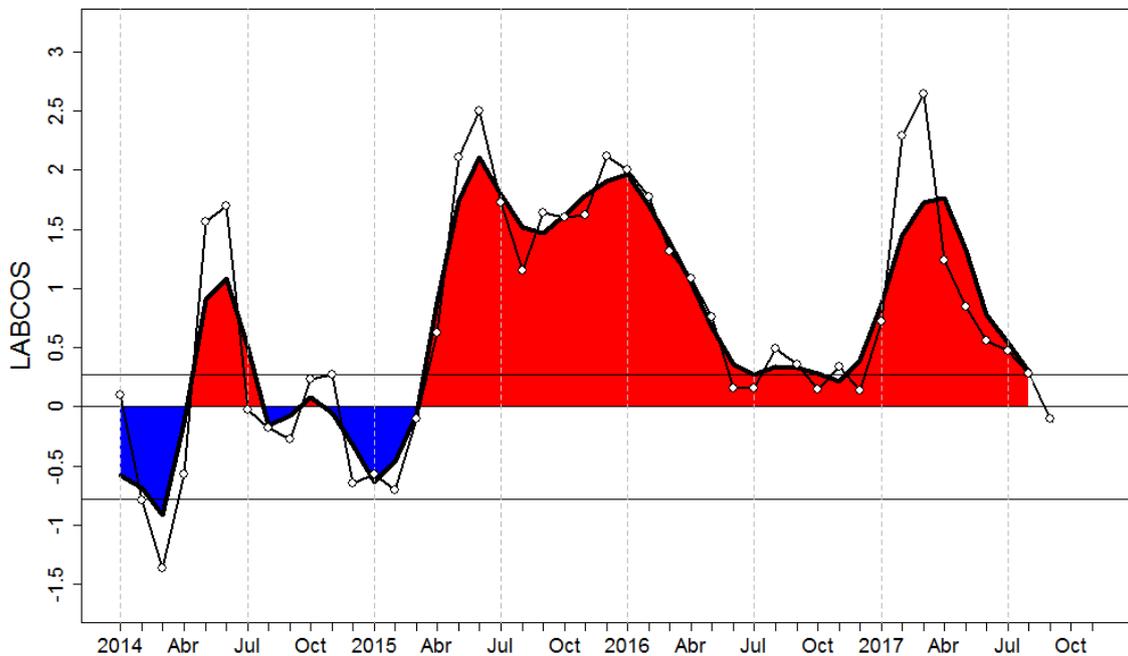


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo 2015-setiembre 2017. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE.

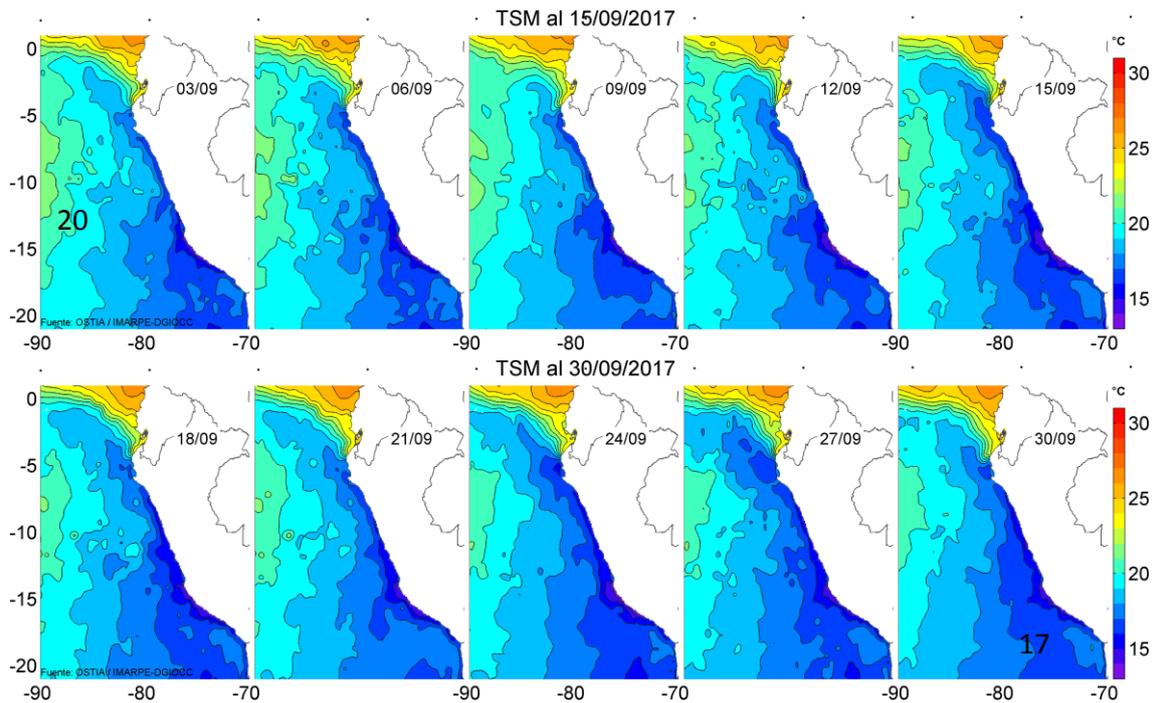


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para setiembre del 2017. Datos UKMO/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

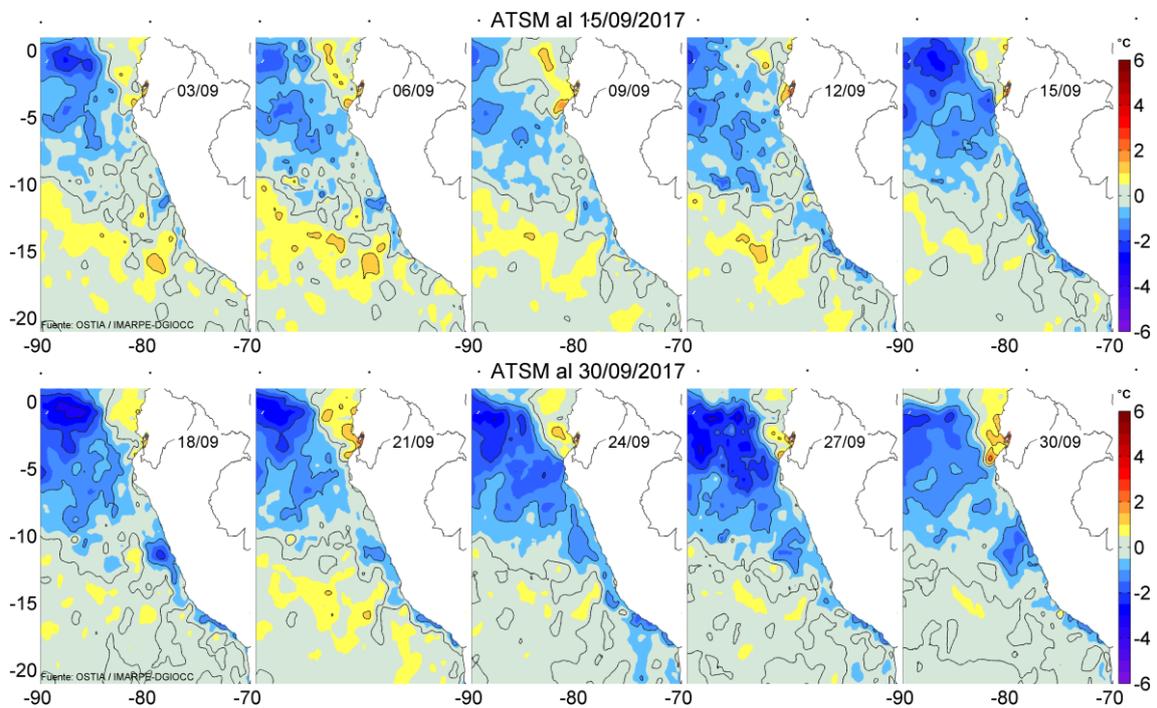


Figura 21. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) frente a Perú, cada 3 días durante setiembre del 2017, (periodo climatológico 2007-2016). Datos: UKMO/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

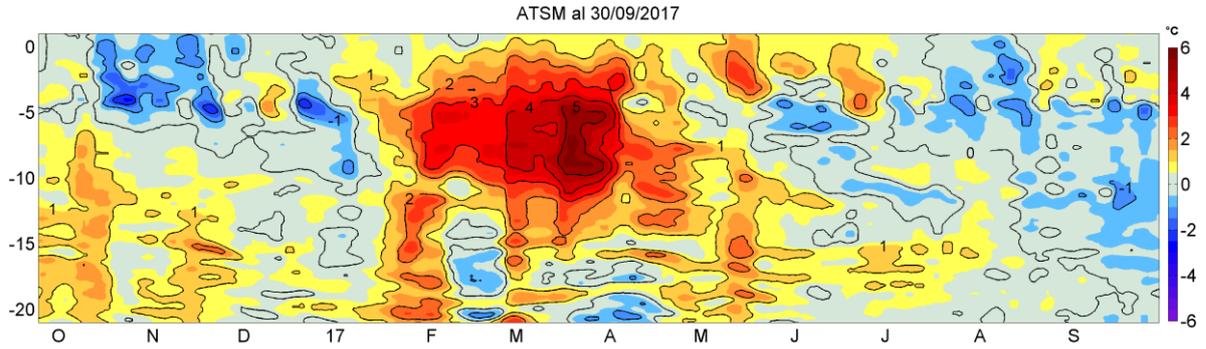


Figura 22. Evolución de las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, hasta fines de setiembre 2017 (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: OSTIA, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

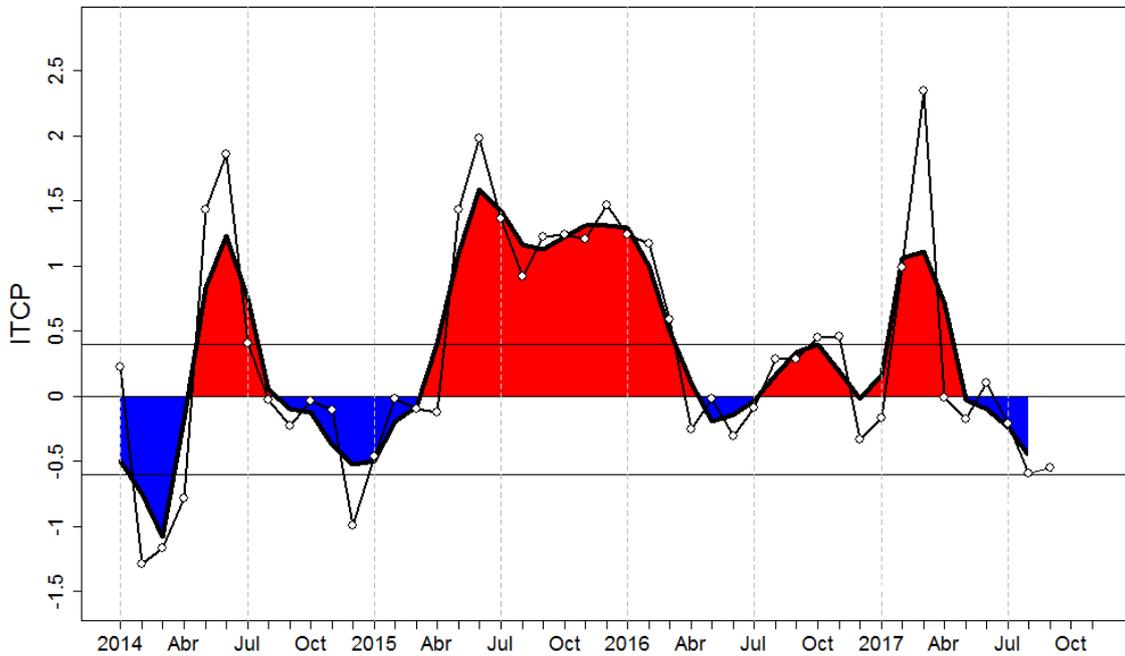


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre JAS 2017. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco).

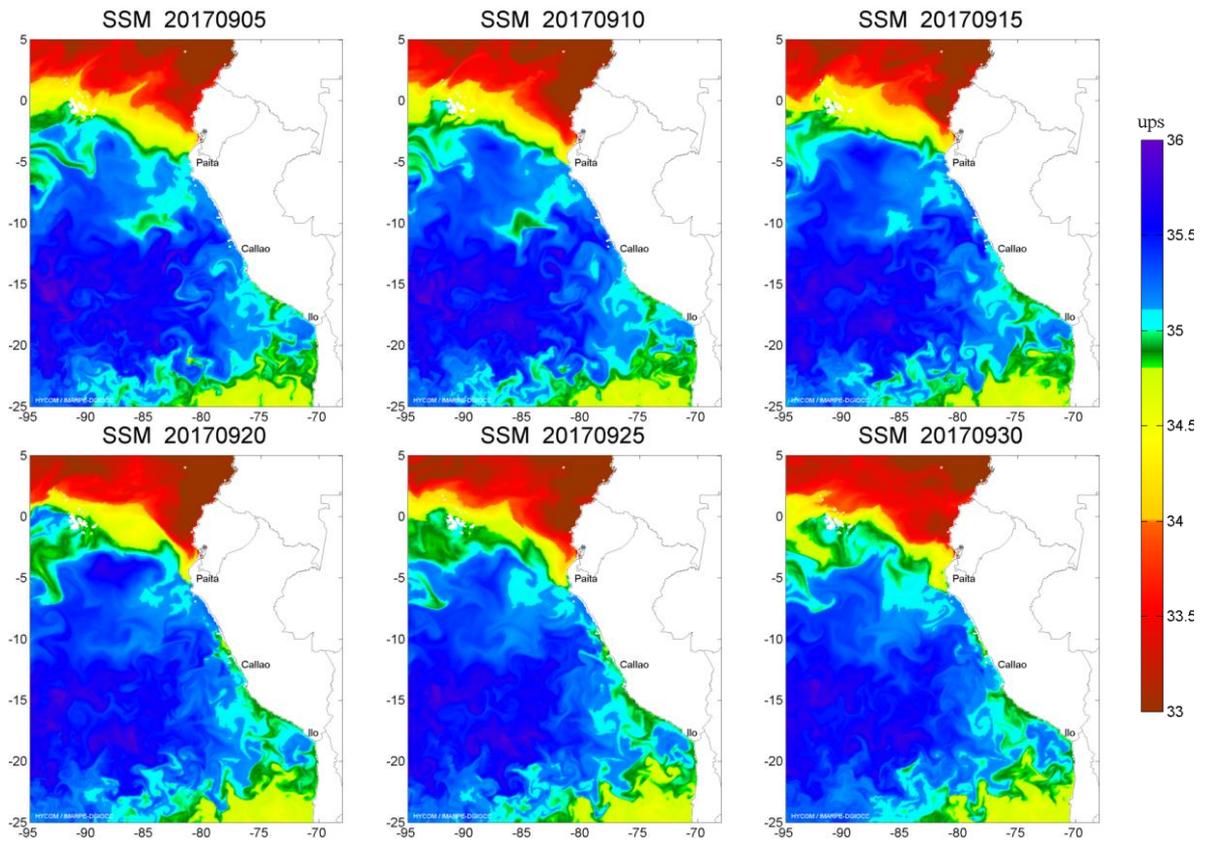


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de setiembre del 2017. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

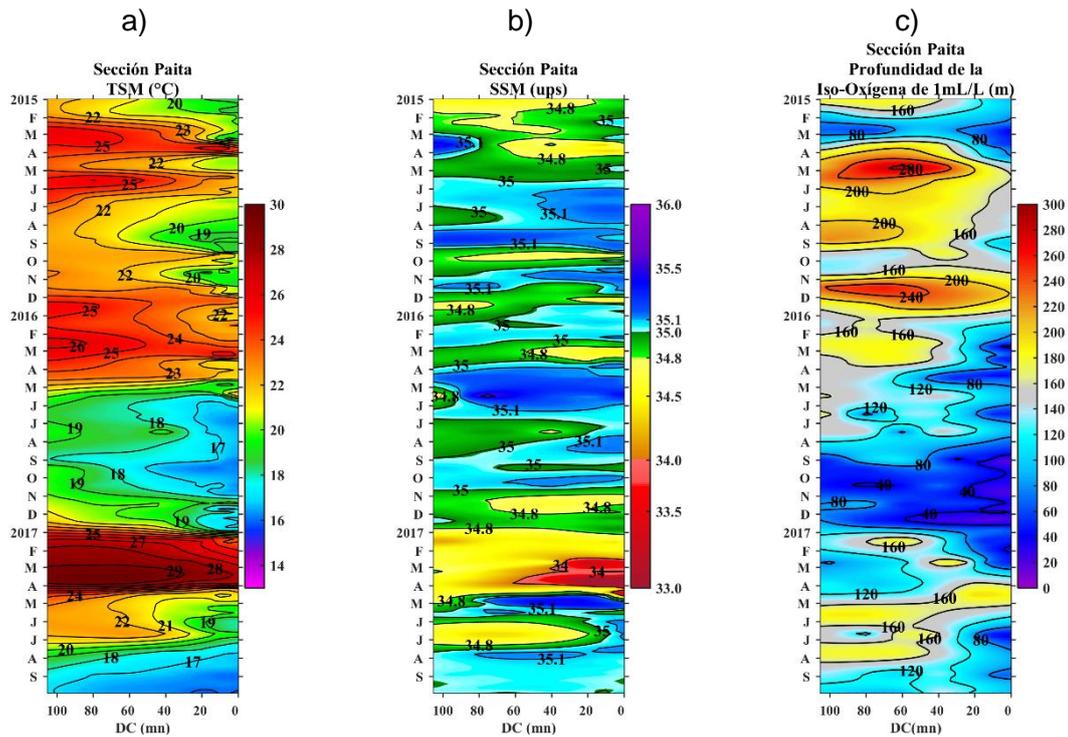


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L(m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta septiembre del 2017.

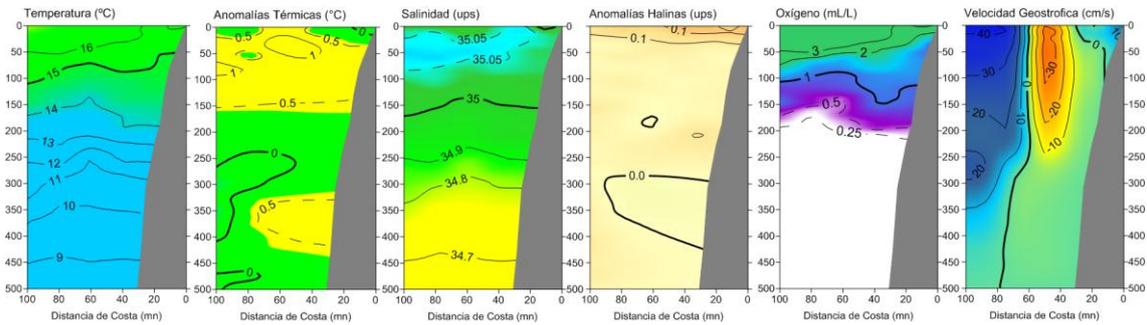


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL/L) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 28-29 de septiembre de 2017. Fuente: IMARPE.

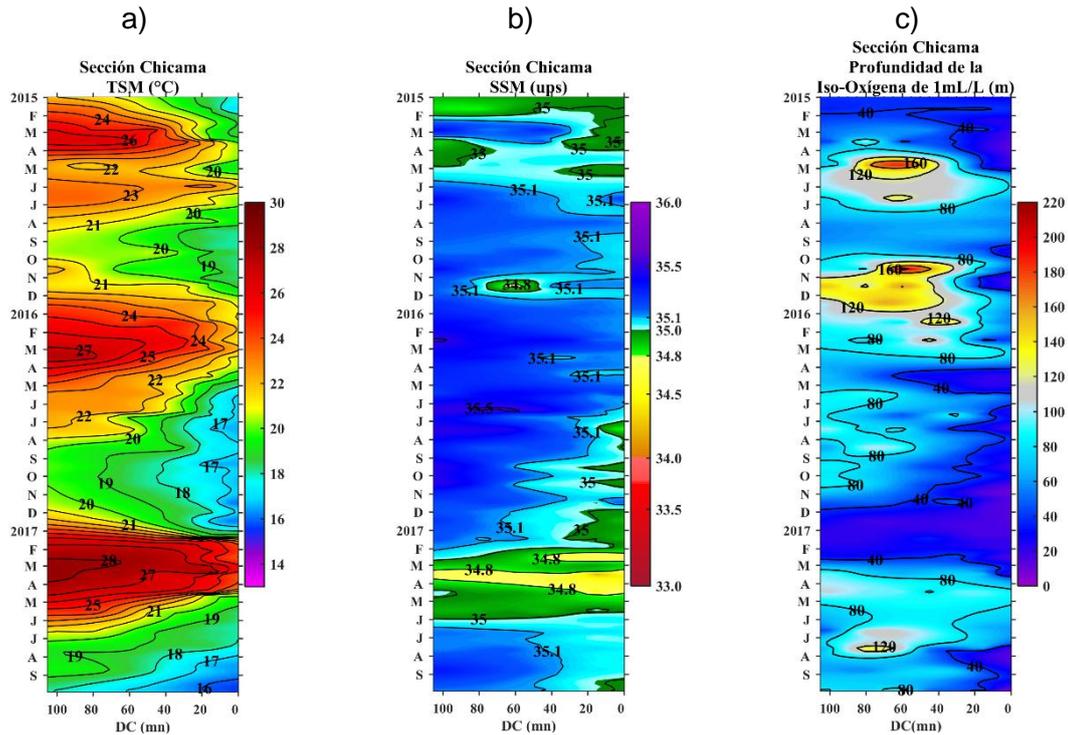


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L(m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta septiembre del 2017.

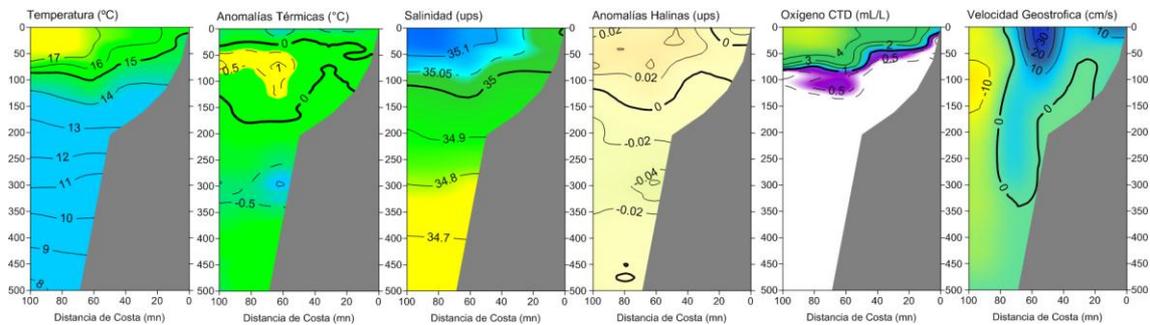


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalia de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (ups), d) Anomalia de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL/L) y f) Velocidad Geostrófica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 28-29 de septiembre de 2017. Fuente: IMARPE.

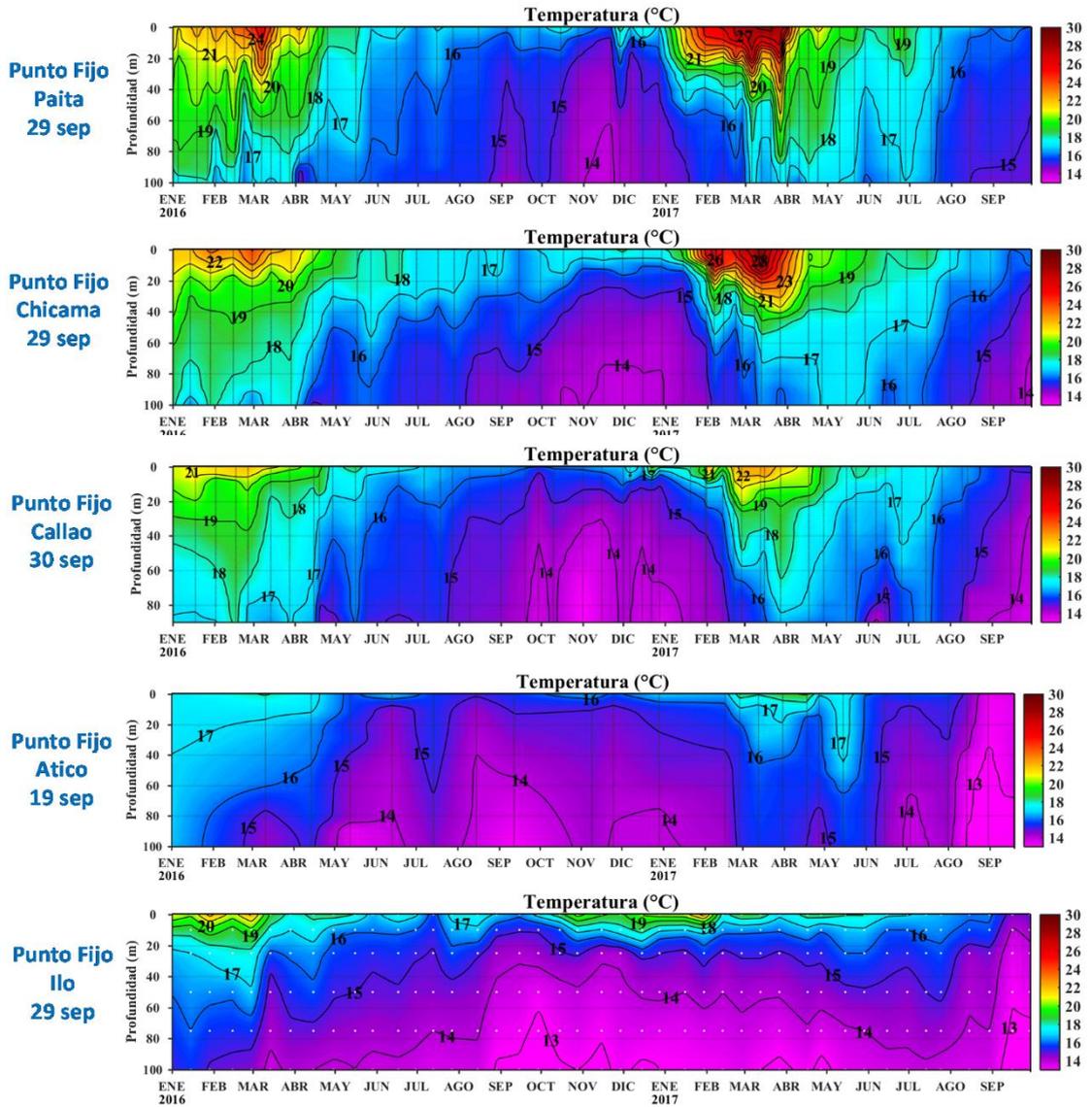


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a septiembre de 2017.

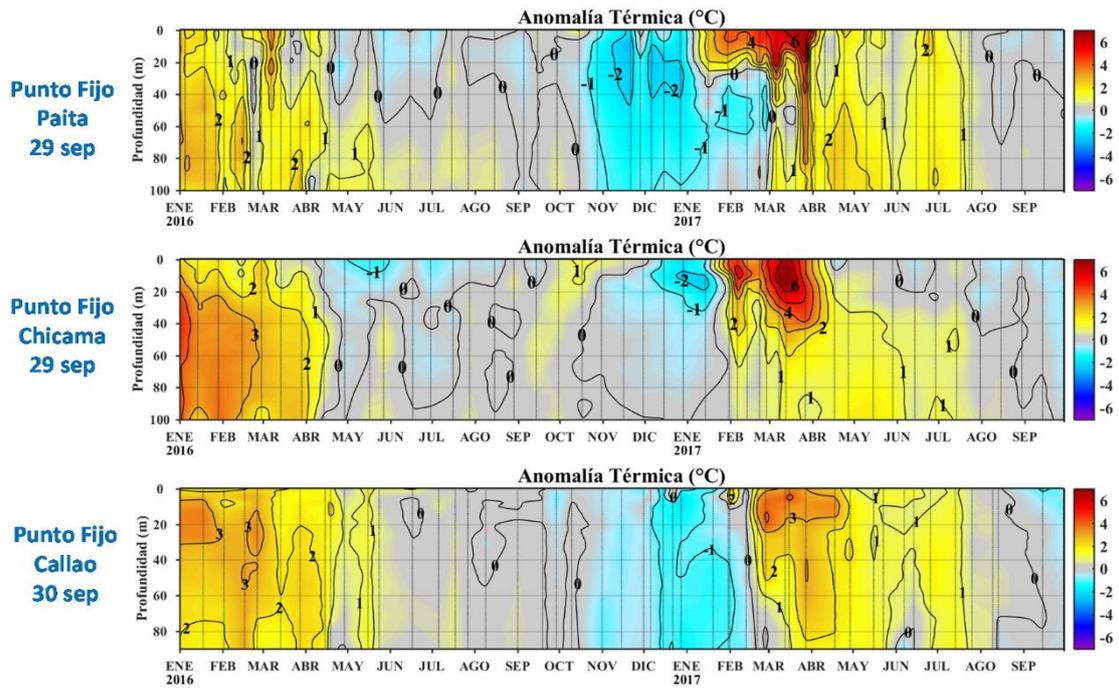


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica ( $^{\circ}\text{C}$ ) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a septiembre de 2017.

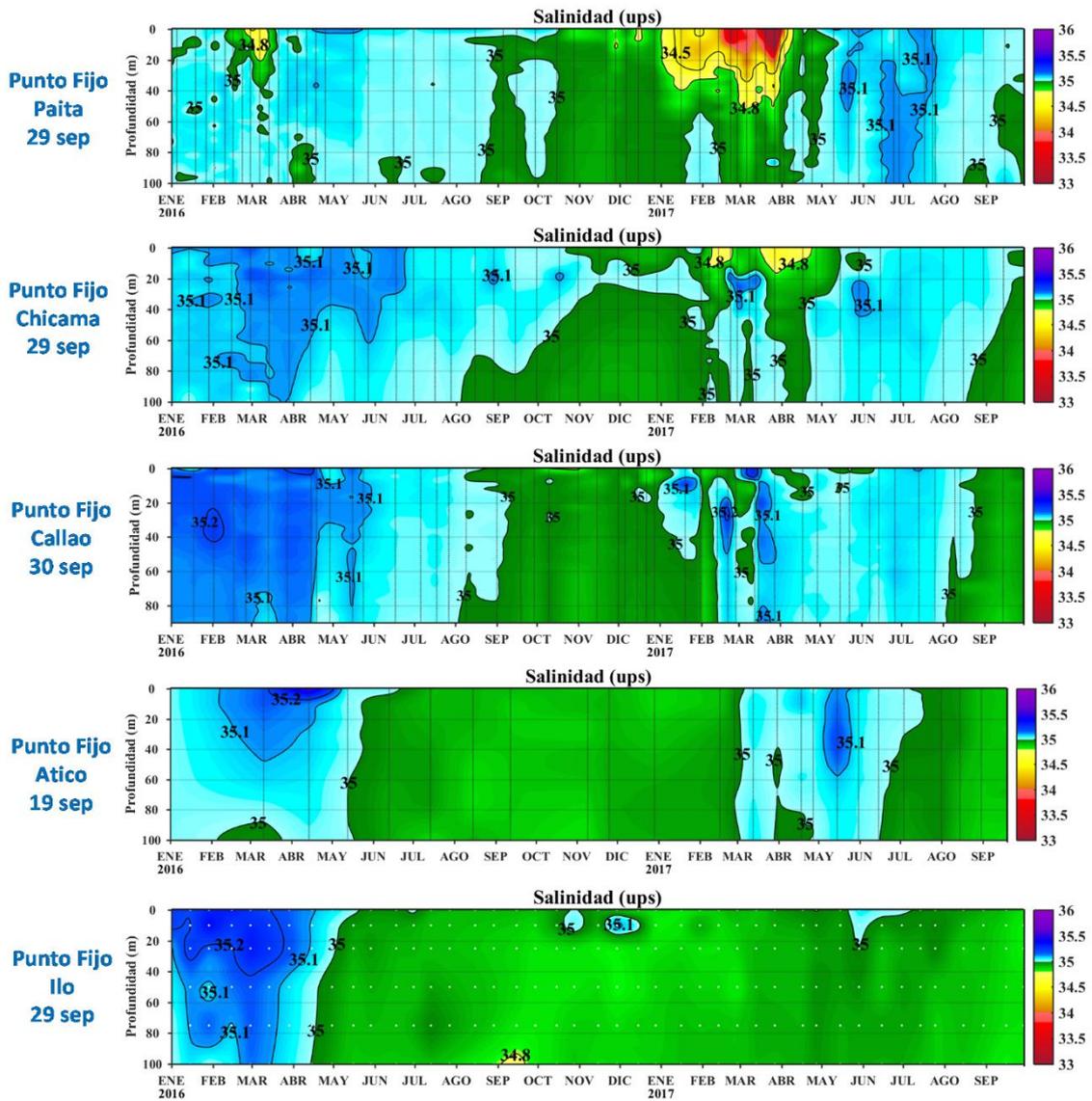


Figura 31. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a septiembre de 2017.

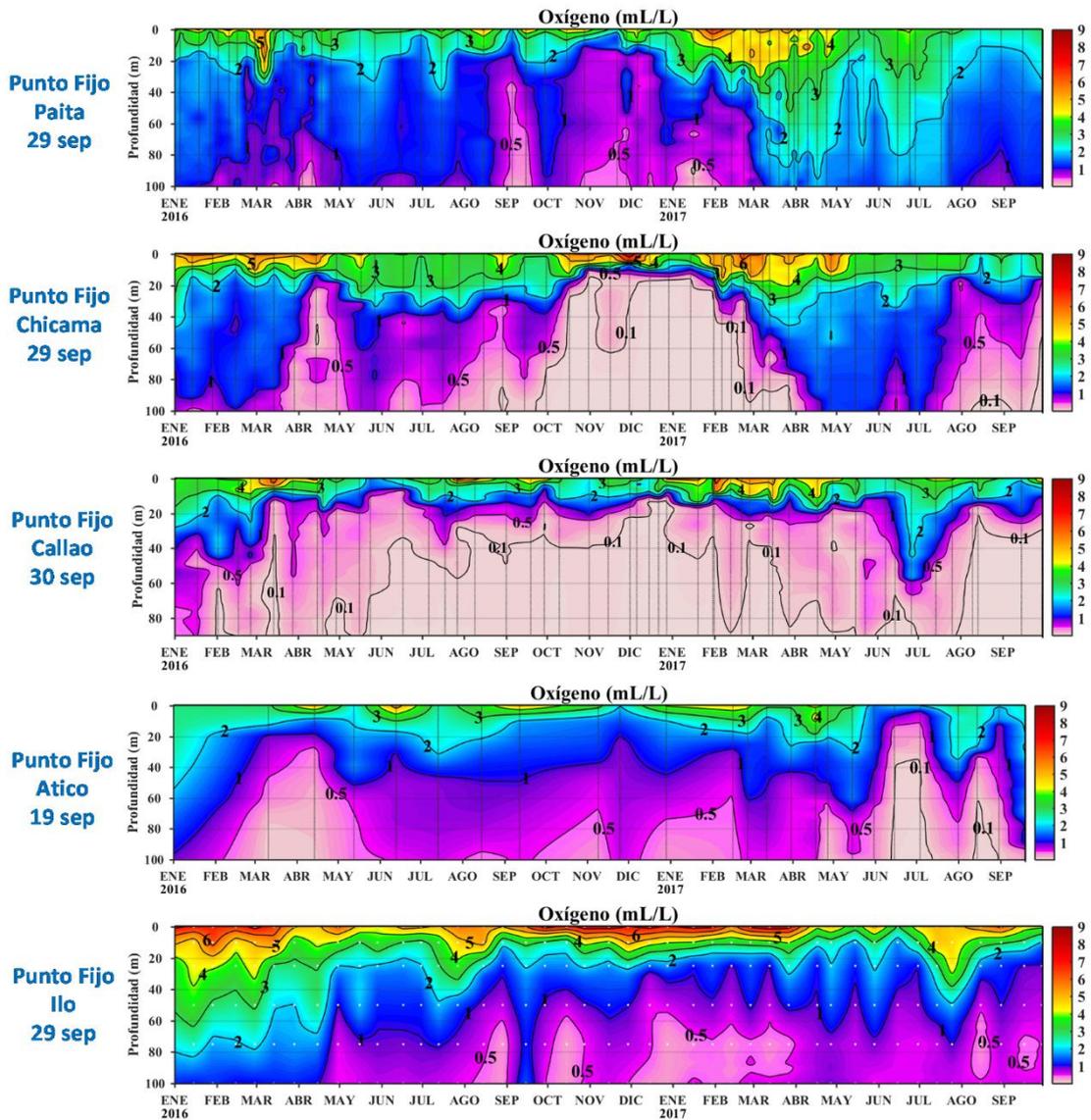


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a septiembre de 2017.

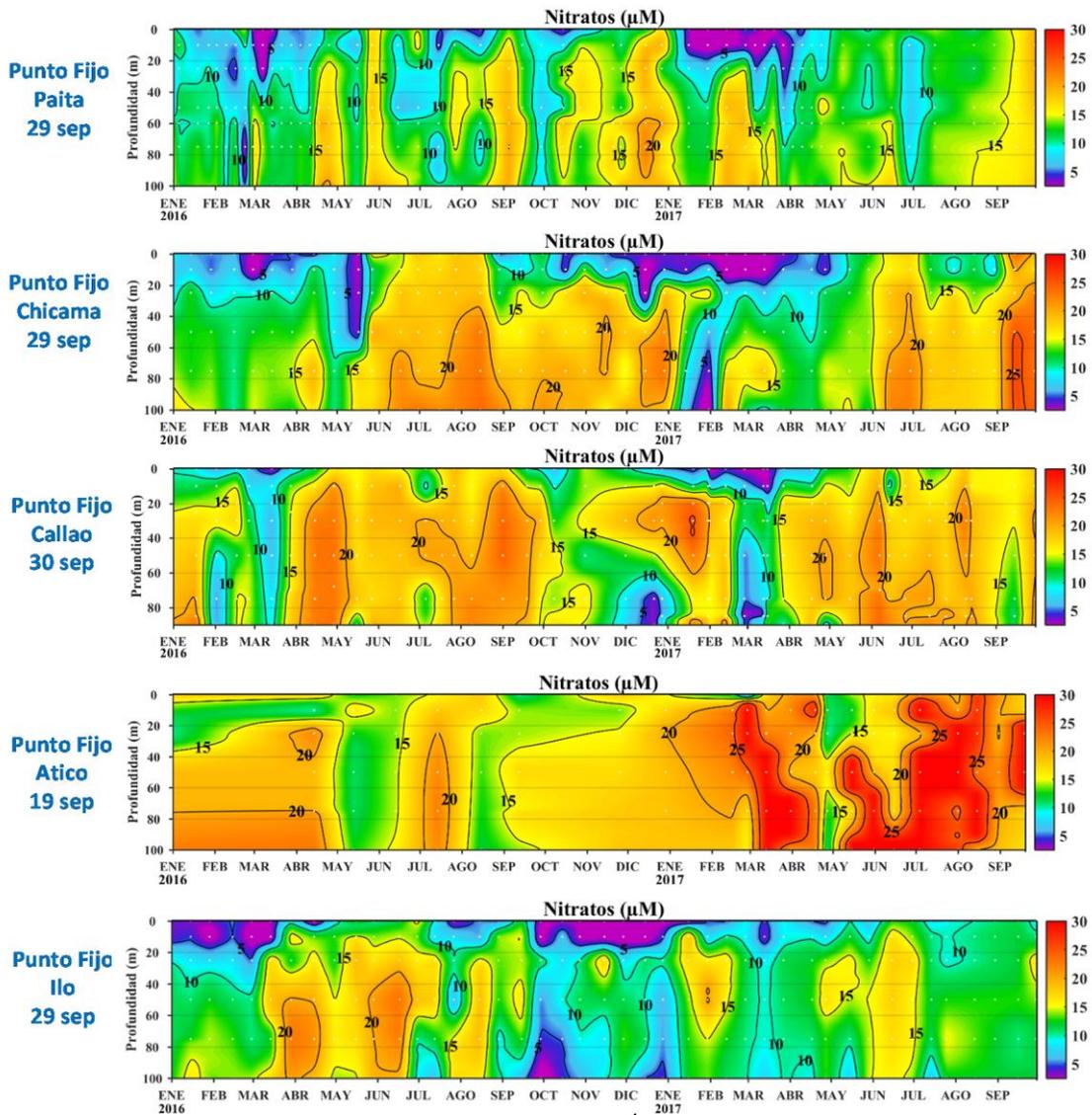


Figura 33. Concentración de nitratos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a setiembre 2017

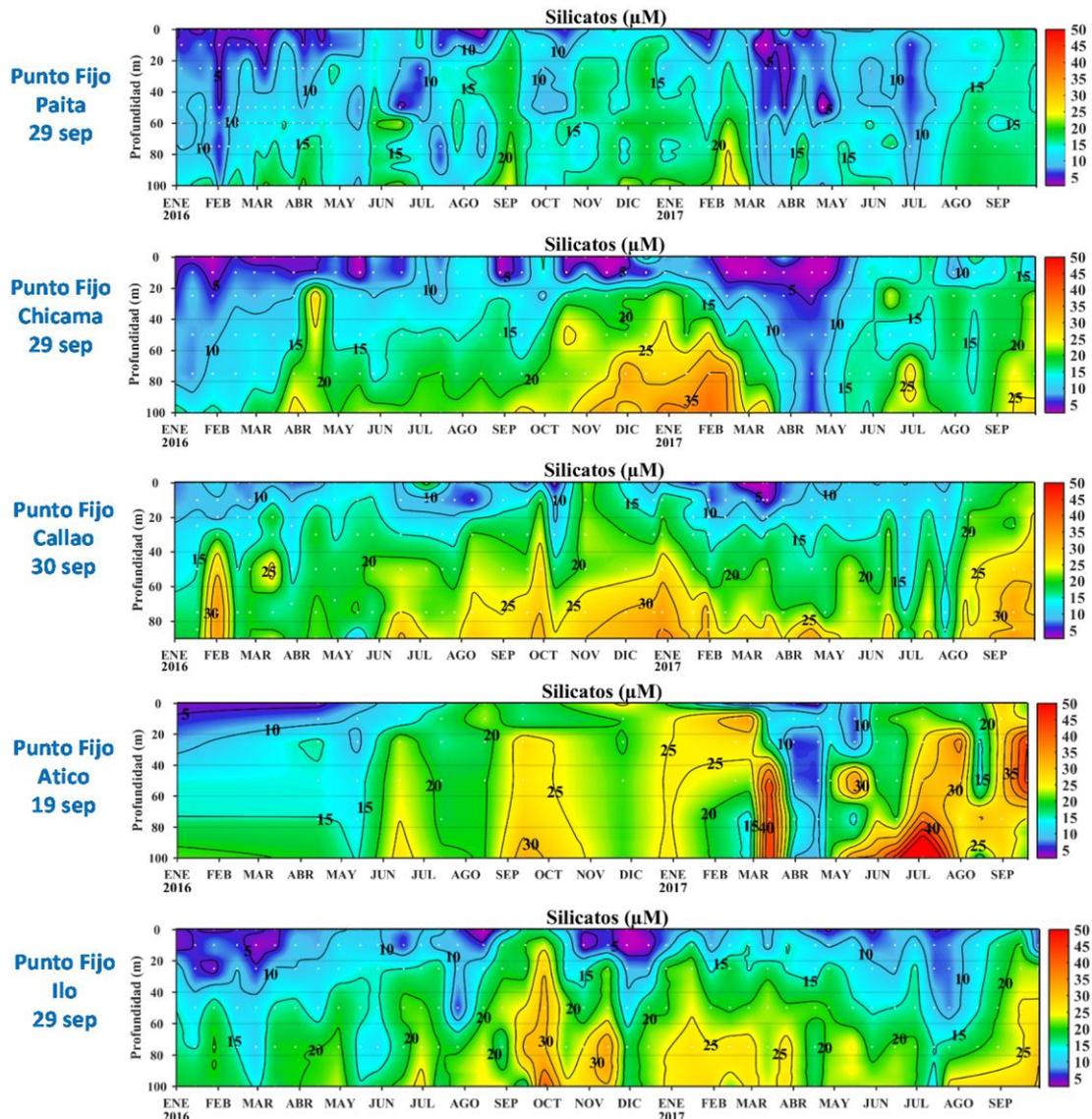


Figura 34. Concentración de silicatos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a setiembre 2017

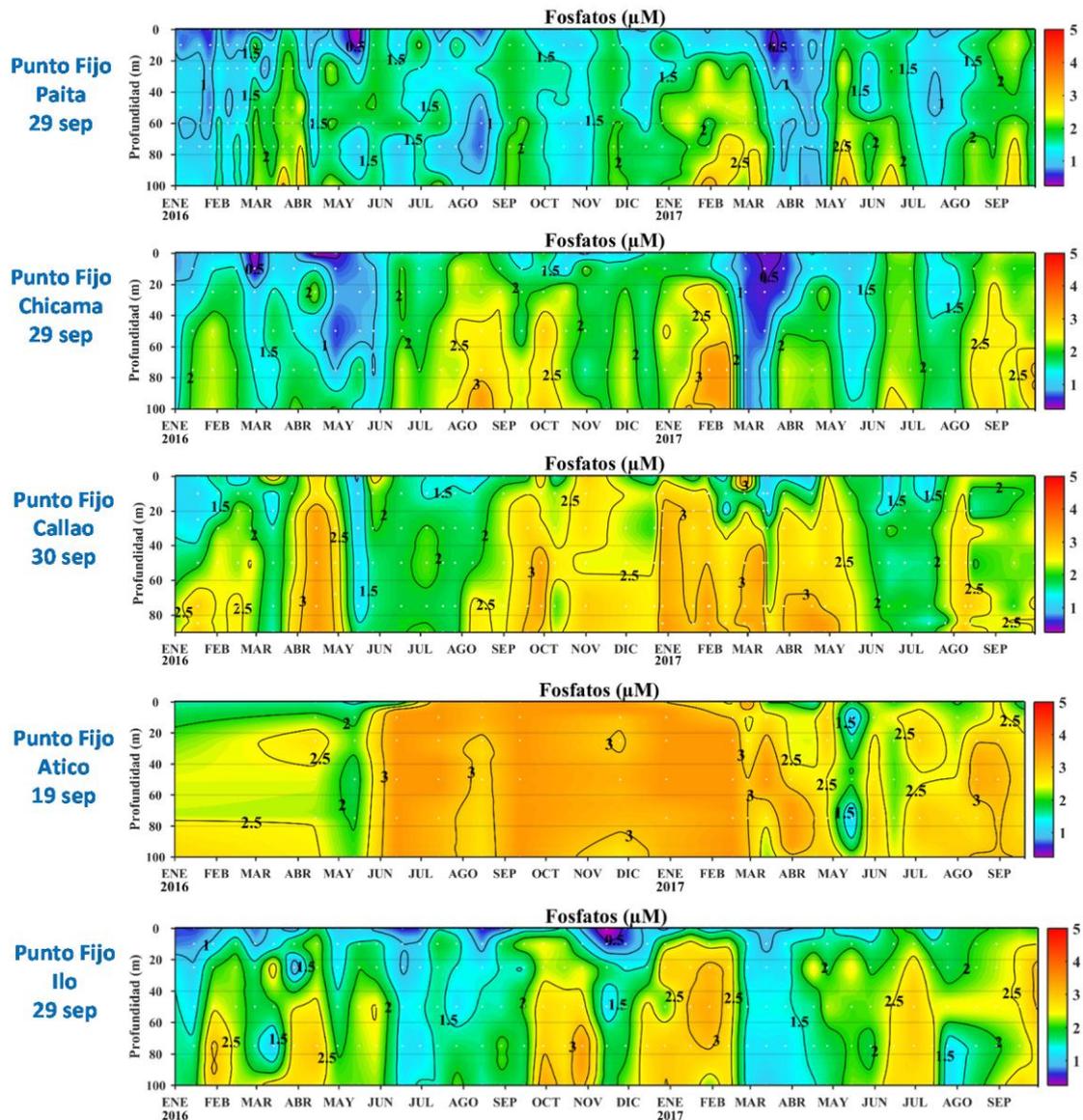


Figura 35. Concentración de fosfatos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a setiembre 2017

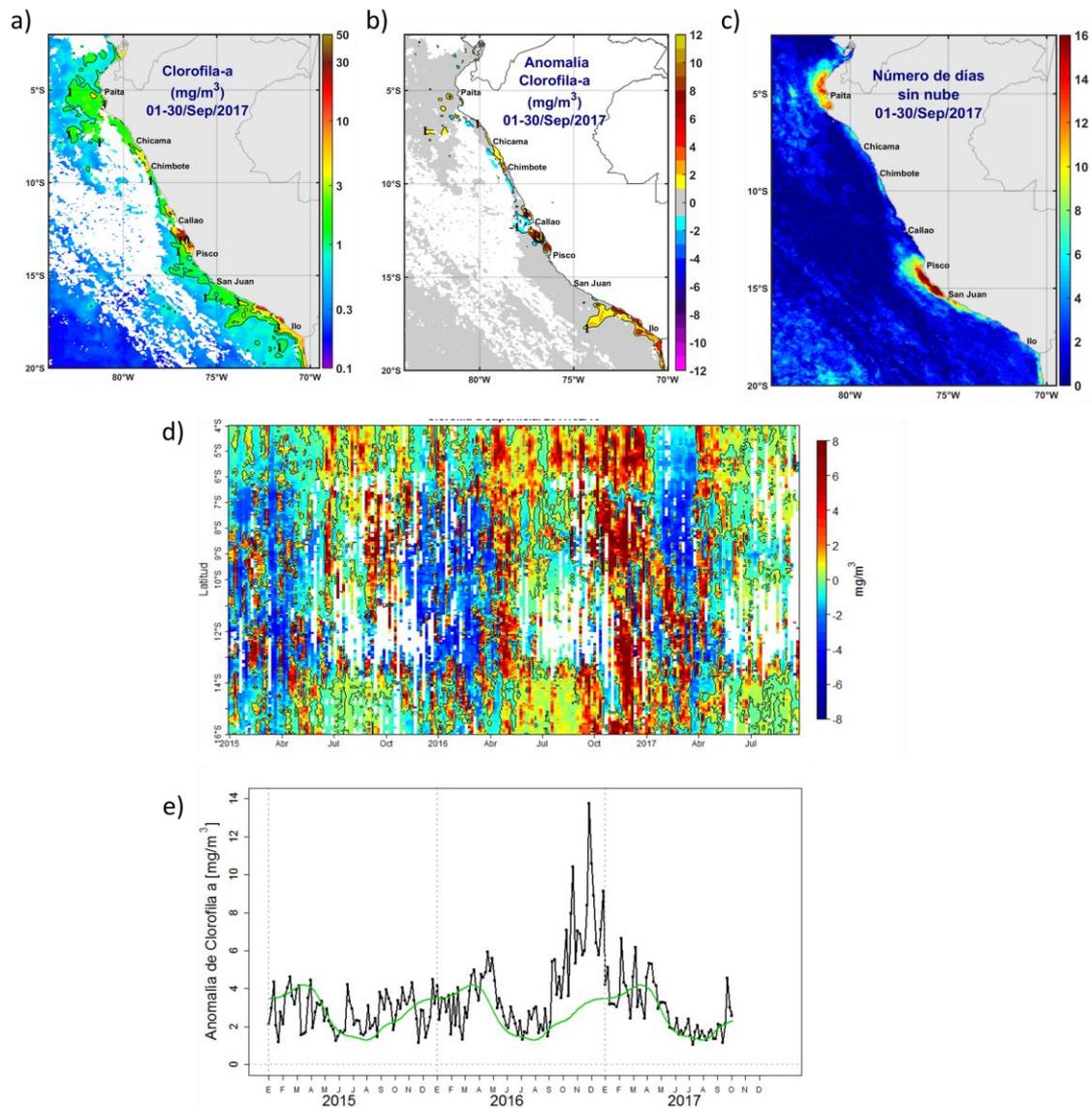


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante setiembre 2017. Número de días sin nubes en (c). Hovmuller (d) y serie de tiempo (e) ( $4^{\circ}\text{S}$ - $16^{\circ}\text{S}$  y dentro de los 100km de la costa) de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS.

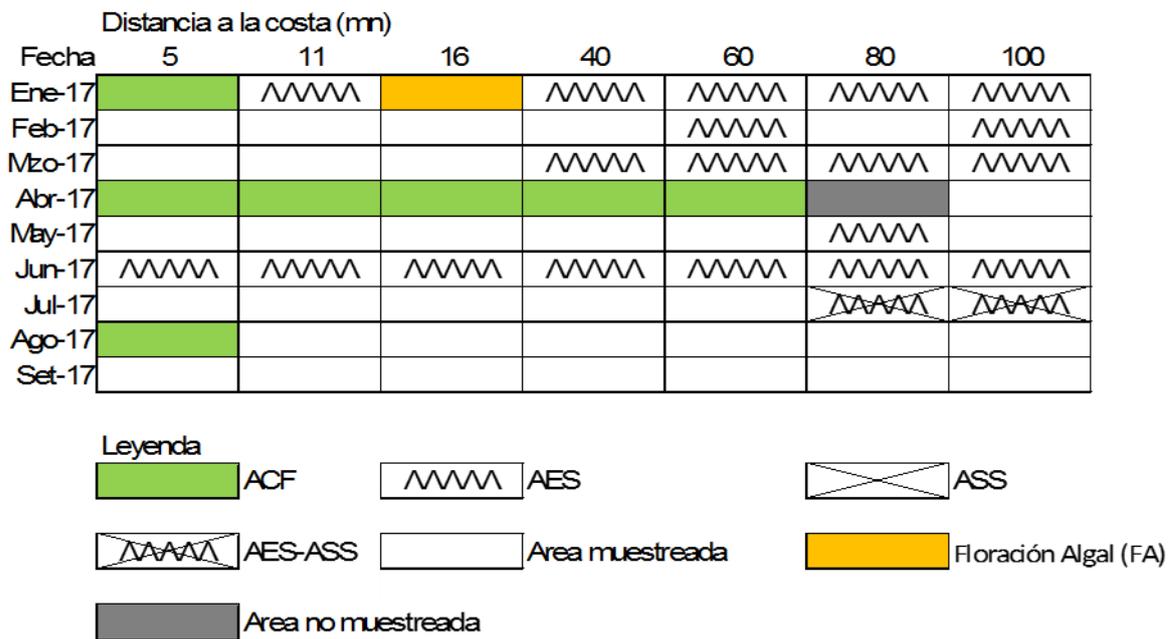


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Paita 1709

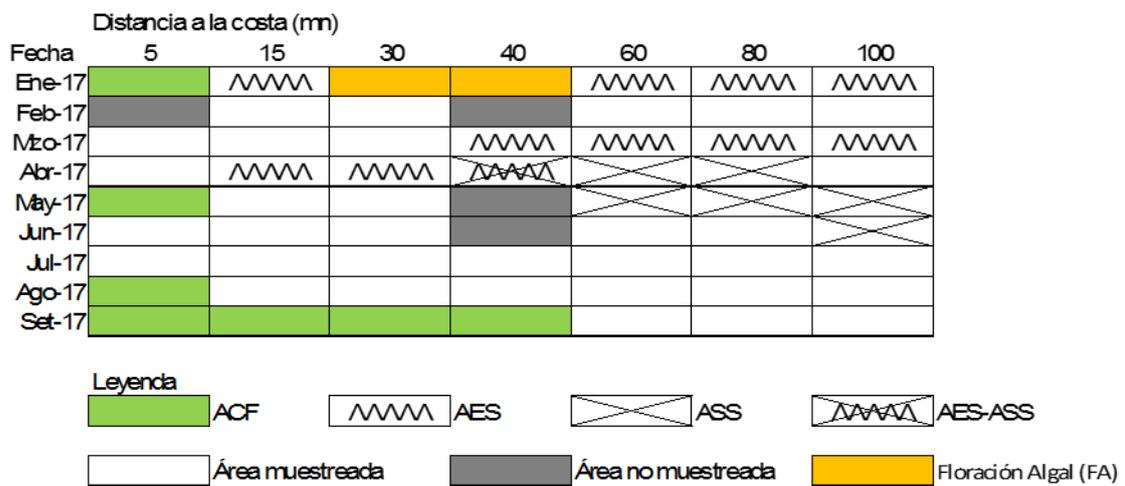


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Chicama 1709

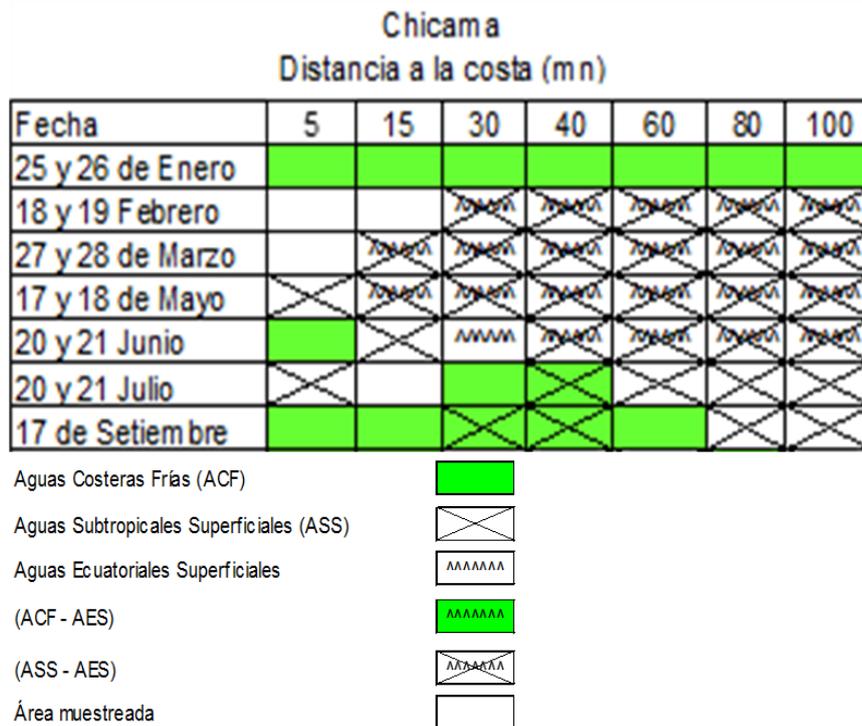


Figura 39. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama

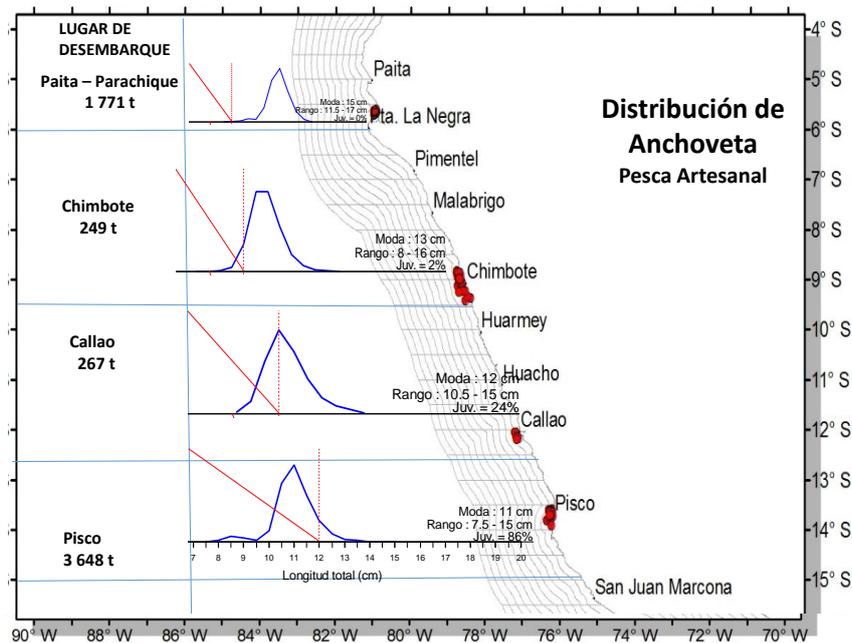


Figura 40. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota Artesanal durante Setiembre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

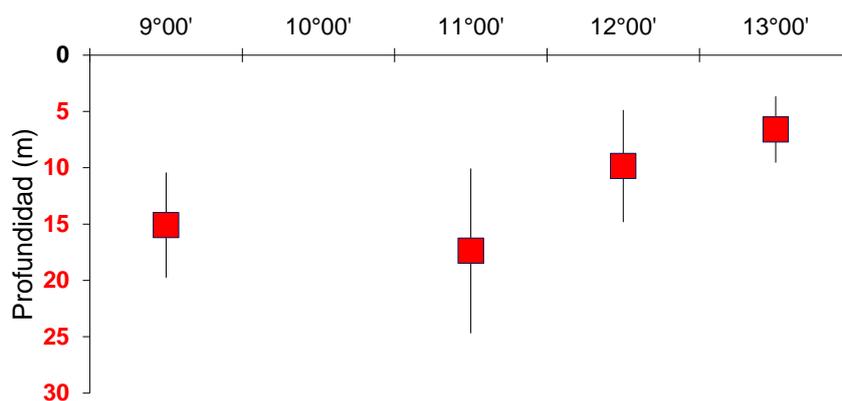


Figura 41. Distribución vertical de anchoveta, con información de la flota de menor escala y artesanal, durante setiembre 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

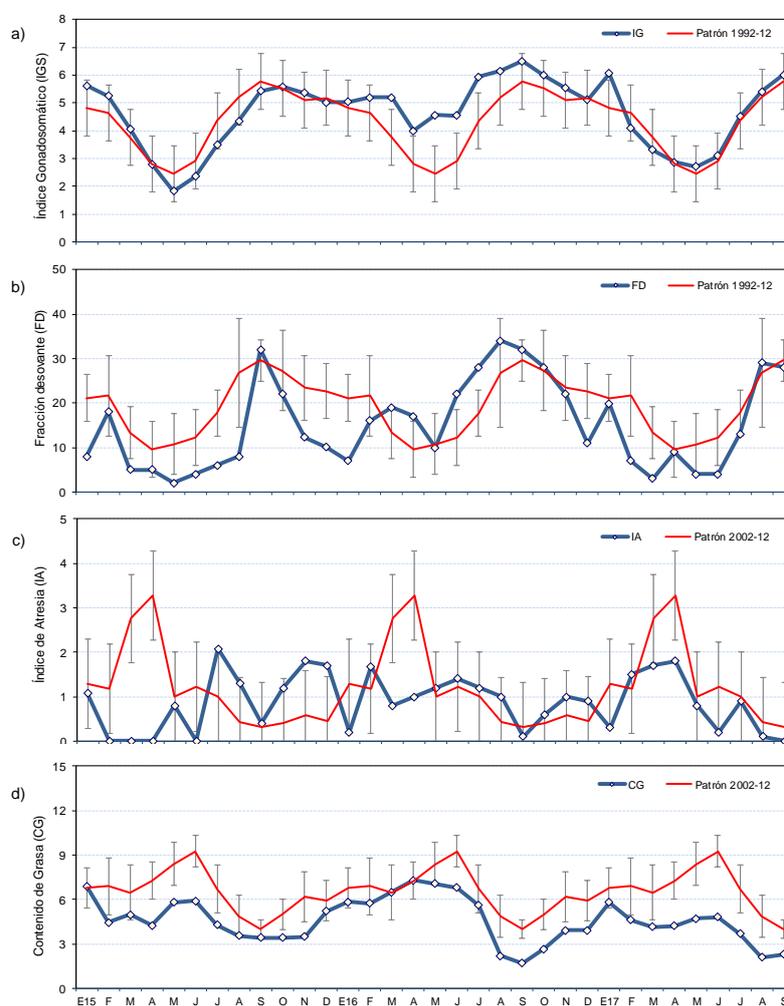


Figura 42. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2015 – Setiembre 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

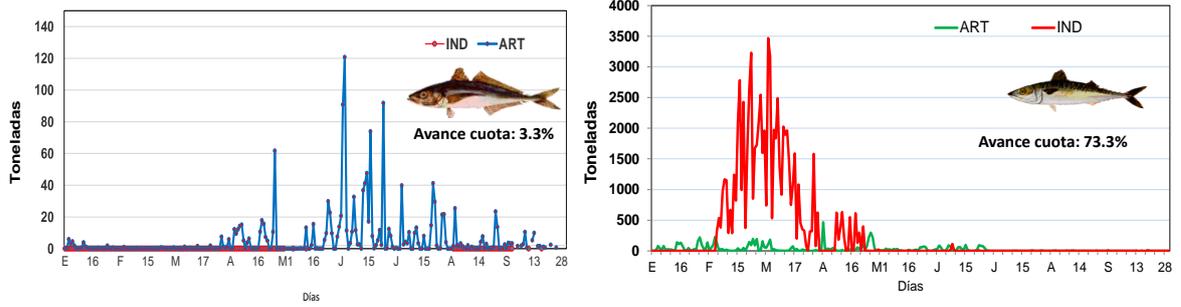


Figura 43. Desembarque diario de a) jurel y b) caballa durante el periodo 01 enero – 30 setiembre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

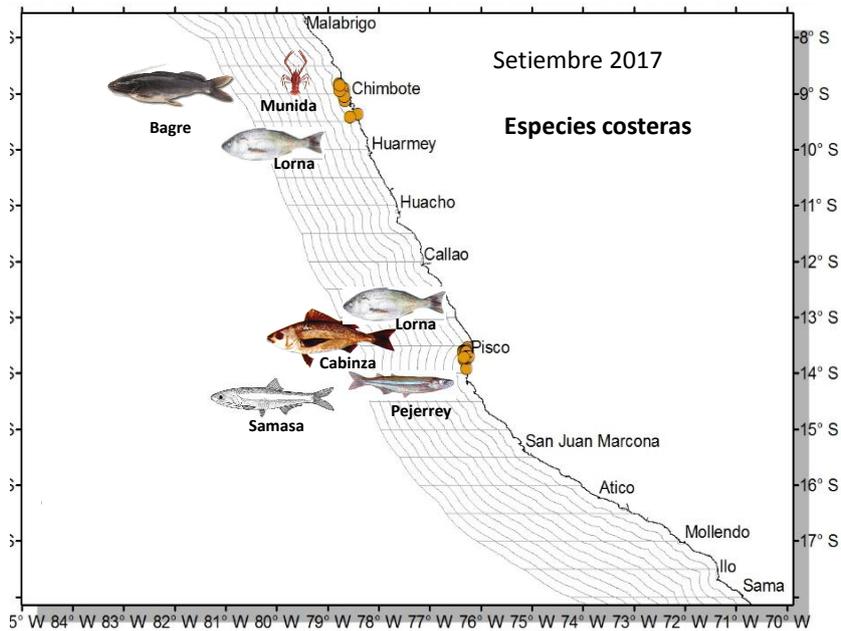


Figura 44. Especies costeras registradas en la flota cerquera (menor escala y artesanal) durante setiembre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

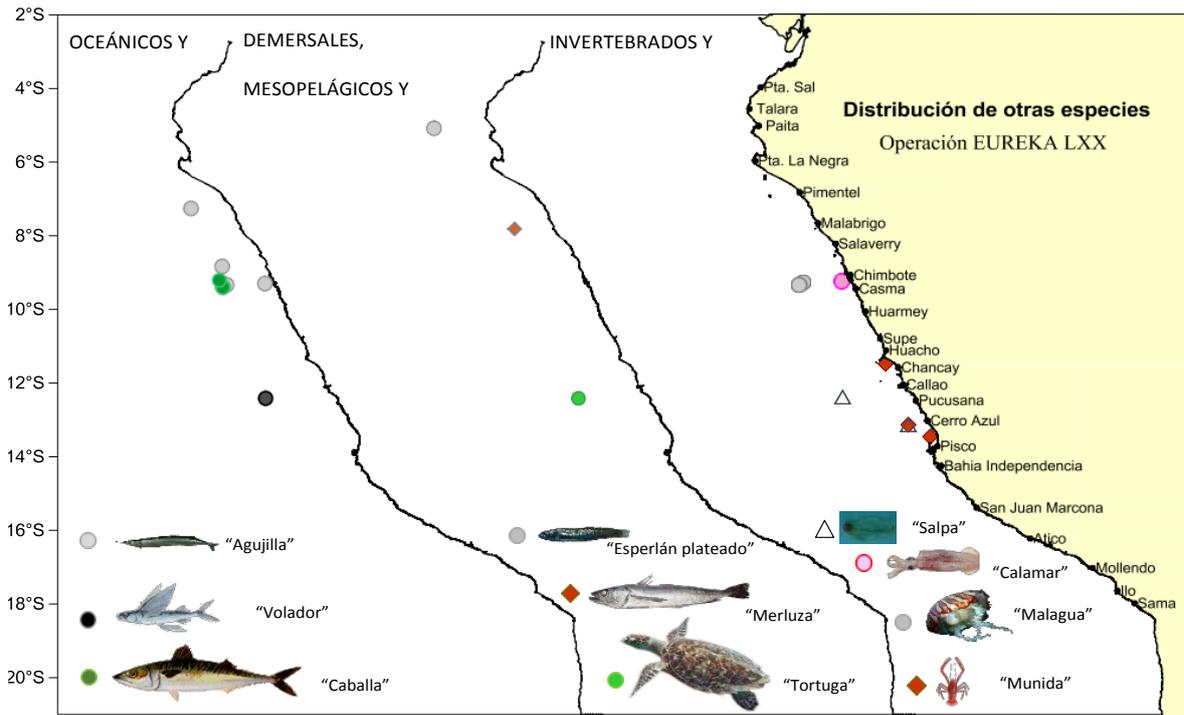


Figura 45. Otras especie registradas en la flota cerquera (industrial) durante la Operación EUREKA LXX del 18 – 20 setiembre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

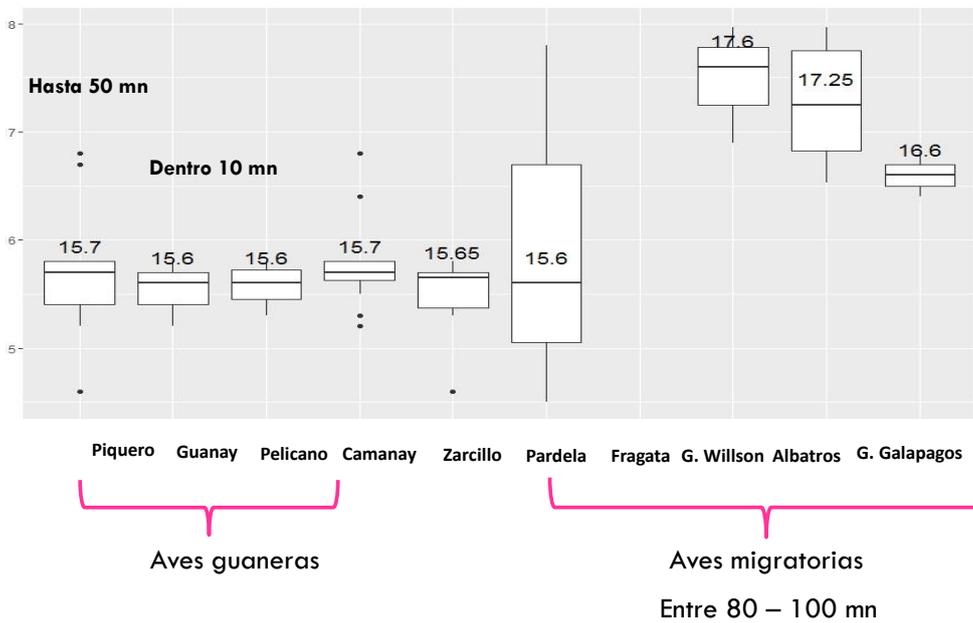


Figura 46. Distribución de aves marinas en relación a la temperatura superficial del mar (ATSM). Fuente: Prospección de monitoreo oceanográfico Chicama- Paita del 26 al 30 de Setiembre 2017. Fuente: AFIOF/DGIOCC/IMARPE

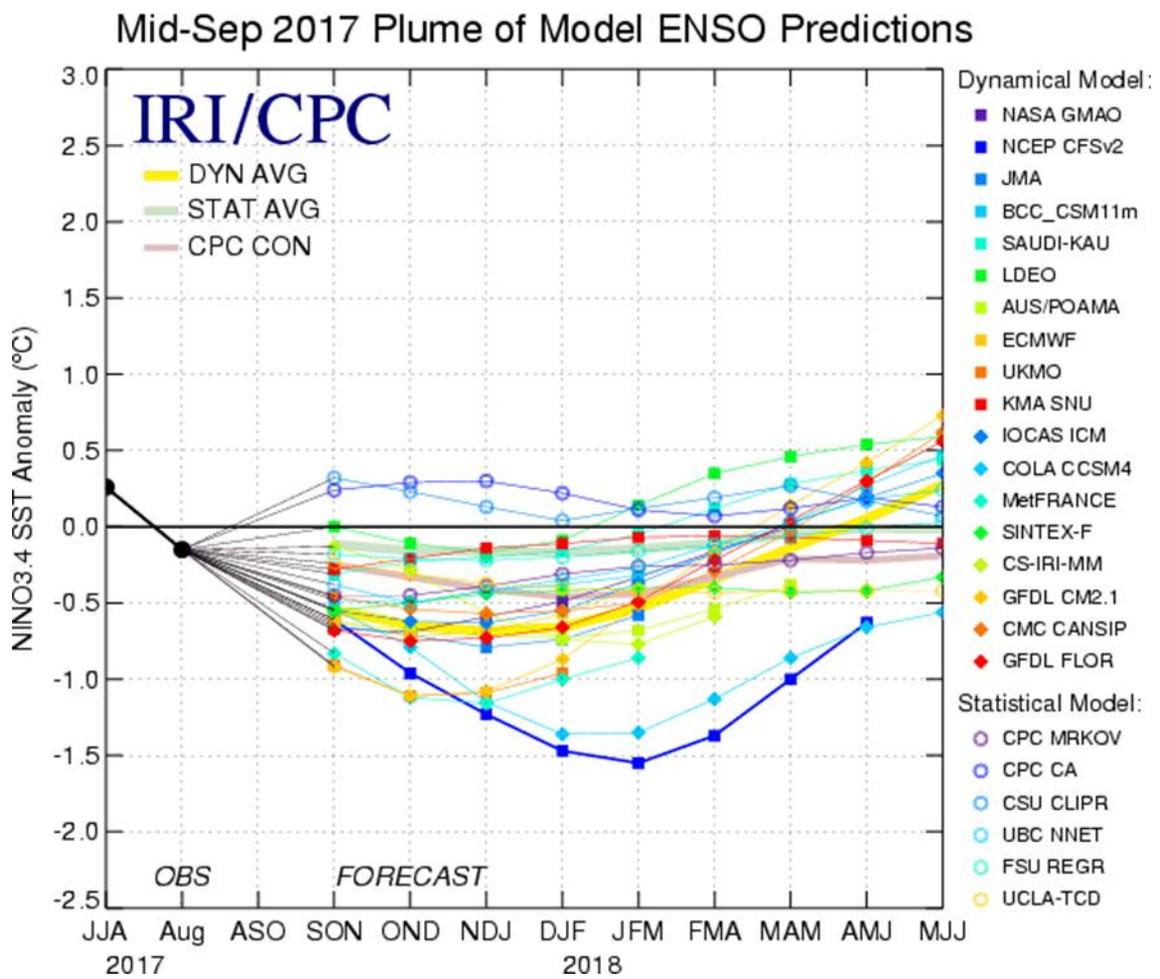


Figura 47. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Setiembre 2017.

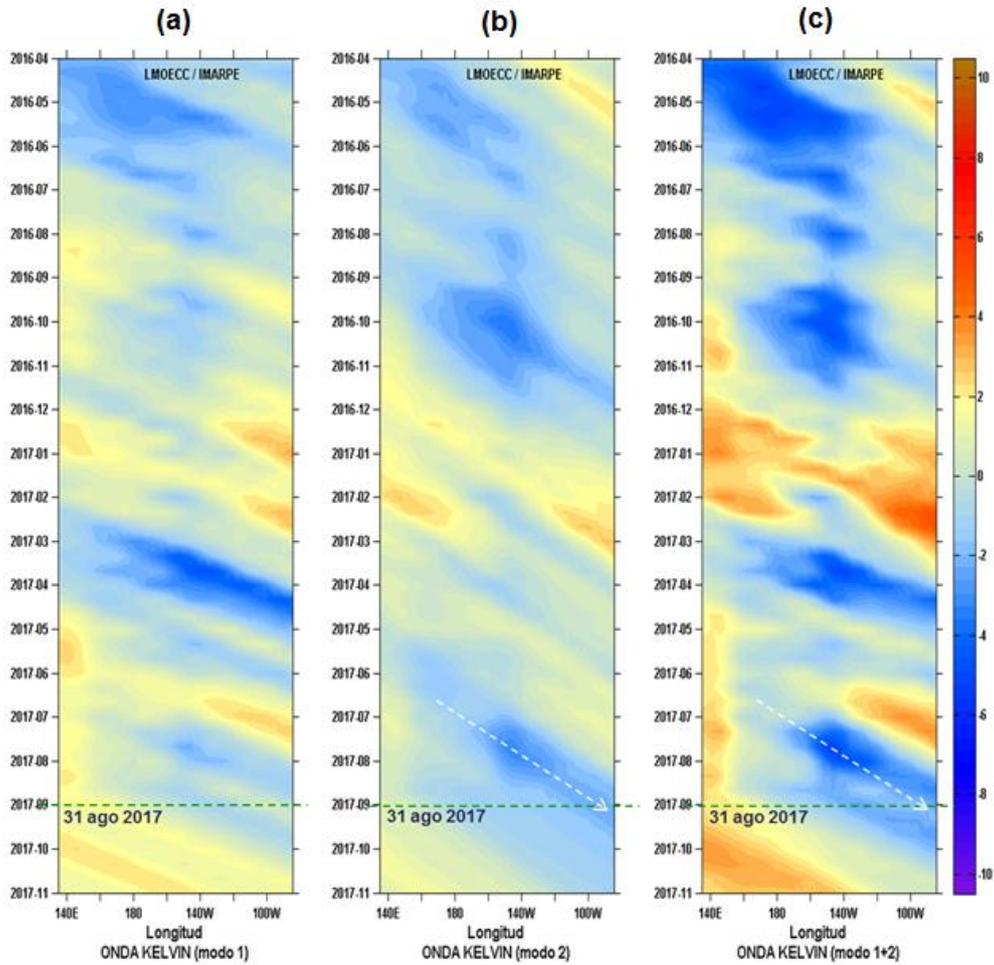


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

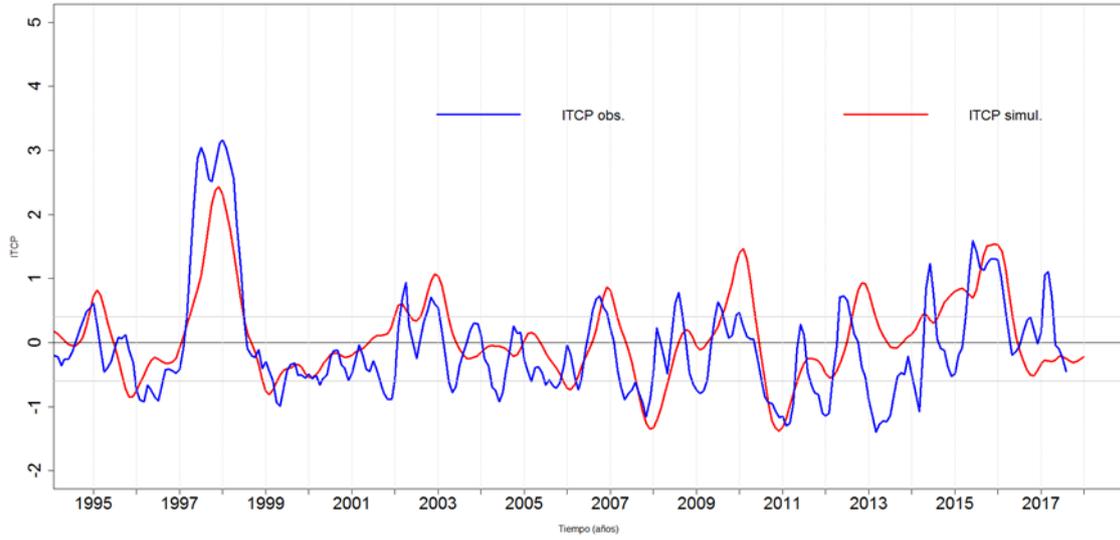


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

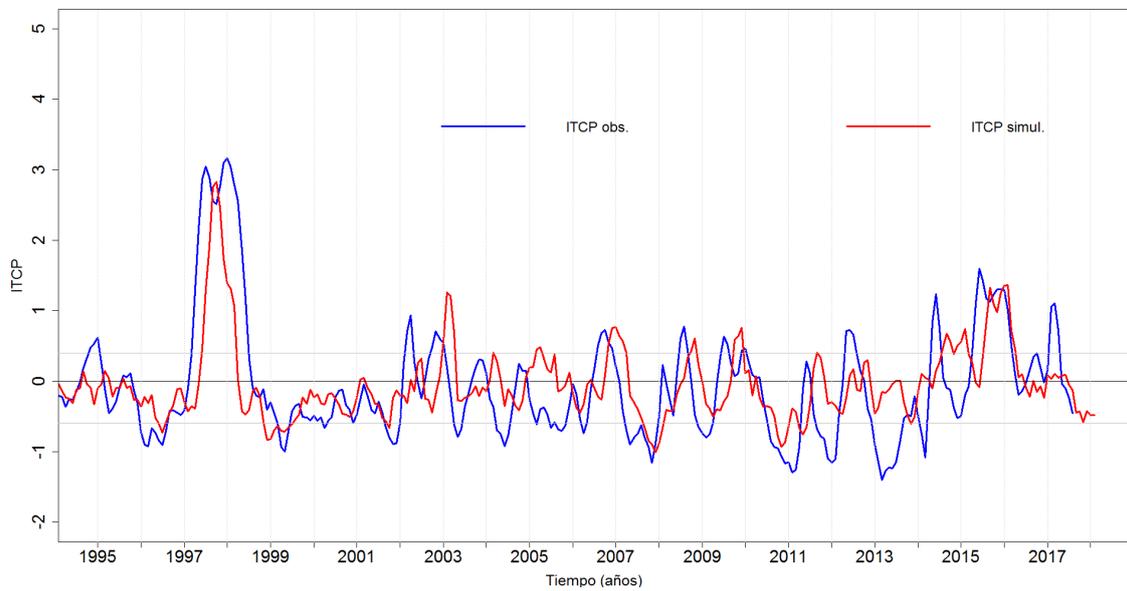


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.