

Instituto del Mar del Perú
Grupo de Trabajo Institucional El Niño

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Noviembre 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 noviembre 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 ~1024 hPa, encontrándose desplazado al oeste de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~1 hPa (Figura 1 y 2a). Frente a la costa peruana las anomalías de presión fueron próximas a 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 SON 2017 el IAPS presentó un valor de +1,2, menor que su valor anterior (+1,6). El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en noviembre fue de +0,2 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 se presentaron anomalías positivas de radiación de onda larga en la región del Pacífico Oeste (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo una magnitud 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. Asimismo continuó presentando anomalías del este en gran parte de la región Central a Oriental de hasta 2,0 m/s (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales.

En la región del Pacífico Oriental, la temperatura superficial del mar (TSM) mostró condiciones frías, asociada a la variación de la lengua de agua fría, con núcleos de anomalías que alcanzaron -2°C (Figura 6). Los índices basados en la anomalía de la TSM de las regiones Niño 3 y 4 exhibieron un pulso de intensificación de ATSM negativas durante la primera semana, que no se reflejó en la región Niño 1+2. El último valor semanal de noviembre para las regiones Niño 3.4, Niño 3 y Niño1+2, fue de -0,7°C, -1,1°C y -1,3°C respectivamente. En la región Niño 4, la última semana del mes presentó condiciones neutras de TSM (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

La anomalía del contenido de calor en la capa superior del océano (300 m), entre los 180°W y 100°W, continuó mostrando valores negativos, alcanzando un promedio mensual de -0,4°C (Figura 8). Esto se reflejó principalmente en la expansión del núcleo de anomalías negativas, encima de los 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 noviembre, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de 4,0 a 6,0 m/s, siendo la semana del 11 al 15 de noviembre la que presentó vientos más débiles, incrementándose ligeramente hasta fines de mes, alcanzando velocidades < 7,0 m/s. En la zona oceánica, el viento varió entre 6,0 y 7,0 m/s (Figura 10). Predominaron condiciones neutras y anomalías negativas durante todo el mes, con valores máximos entre los días 11 y 15 de noviembre y condiciones neutras durante la segunda quincena, tanto en la zona costera como en la zona oceánica (Figura 11).

En la franja costera de 40 km se registraron vientos entre 1,0 y 4,0 m/s a lo largo de la costa (Figura 12). Entre tanto, la configuración de la dirección del viento mostró anomalías del norte arriba de los 5°S, mientras que al sur de esta latitud, la dirección del viento mantuvo su dirección normal. Para la velocidad de viento costero predominaron condiciones neutras y anomalías negativas entre la primera quincena. Sin embargo durante la última semana el viento mostró ligeras anomalías positivas (+1 m/s) (Figura 13).

El afloramiento costero (IAC) mostró valores entre 400 y 450 m³/s/100m al norte de los 5°S, mientras que al sur de los 5°S los valores estuvieron entre 0 y 200 m³/s/100m (Figura 14).

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar.

En zonas oceánicas, frente a la costa central de Perú, desde la segunda semana se notó la evolución de ligeras anomalías positivas que alcanzaron +5 cm, asociadas a movimientos anticiclónicos. Frente a Pisco desde la tercera semana de noviembre se notó el desarrollo de débiles vórtices ciclónicos con anomalías negativas de -5 cm del NMM (Figura 15).

En la franja de 60 mn adyacentes a la costa se presentaron anomalías de +5 cm en el NMM al norte de Talara (4°S) y anomalías más débiles al sur de esta localidad (Figura 16). En Galápagos se presentó un pulso intenso de anomalía negativa que se restableció a condiciones positivas desde la segunda semana de noviembre (Figura 17).

2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral.

2.2.2.1 Laboratorios Costeros del Imarpe

La TSM registrada en todos los Laboratorios Costeros del IMARPE presentó una reducción de su valor promedio mensual. La TSM mensual varió entre 14,3°C (Callao) a 25,8°C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -1,23°C (Paita) a -0,03 °C (Pisco) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en todos los Laboratorios Costeros presentó predominancia de anomalías negativas durante el mes. La ATSM mostró alternancia entre anomalías negativas y positivas en Tumbes, Pisco e Ilo, observándose a fines de mes anomalías negativas, mientras que los demás laboratorios costeros presentaron anomalías negativas (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) exhibió el valor de -0,18°C para el trimestre SON y un valor mensual de noviembre de -0,67°C, afirmando la tendencia negativa de las anomalías térmicas mensuales en el litoral peruano (Figura 19).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y ATSM.

En noviembre, los valores de TSM menores a 19°C que estaban ampliamente expandidos fuera de la costa, se replegaron hacia la costa peruana, mostrando hacia finales de mes, una expansión de aguas con TSM mayores a 20°C desde zonas oceánicas hacia la costa central de Perú, así como la aparición de una celda de 20°C en el codo frente a Tacna (Figura 20).

En términos de anomalías, frente a la costa predominaron condiciones frías, con anomalías negativas de mayor intensidad (-2°C), frente a la zona norte, y menor intensidad frente a la zona sur. En general las anomalías negativas de TSM tendieron a disiparse durante la segunda quincena de noviembre, llegando a presentarse condiciones neutras en la zona costera (Figura 21). En la franja de 60 mn resaltó el cambio de anomalías negativas de -1°C y aún más intensas, hacia una condición neutra acompañada de débiles anomalías negativas, en gran parte de la costa excepto en Paita y la zona de Atico. (Figura 22).

Durante el trimestre SON 2017, El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari *et al* 2016), alcanzó un valor de -0,83 indicando una condición fría en la franja costera frente a Perú, continuando la tendencia negativa de los últimos meses. El valor mensual de noviembre alcanzó -1,02, con el mismo comportamiento (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 predominaron Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con salinidad >35,1 ups y en zonas costeras aguas de mezcla con salinidades <35.1 ups. En la costa norte las aguas con salinidad menor a 34,8 ups asociadas a Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), estuvieron presentes frente a Paita durante la tercera semana. En la zona centro, se notó una aproximación de las ASS a zonas costeras ubicadas entre Paita y Supe durante la cuarta semana. En la zona sur estuvieron expandidas las aguas de mezcla, hasta fuera de las 200 mn (Figura 24).

2.2.4 Secciones Oceanográficas

2.2.4.1 Paita (27 – 28 de noviembre)

La TSM presentó un desplazamiento de la isoterma de 17°C de 10 a 45 mn de la costa en el último mes, con valores de hasta 19°C, entre las 80 y 100 mn frente a la costa (Figura 25 a, Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 14° a 19°C con una débil termoclina. La isoterma de 15°C se presentó entre los 20 y 90 m de profundidad, ascendente en dirección a la costa. Sobre los 90 m y por dentro de las 90 mn se registró una capa con anomalías de hasta -2,0°C, siendo más intensa en la zona costera (Figura 26 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró la presencia de ACF por dentro de las 40 mn y aguas de mezcla entre aguas costeras frías (ACF) y ASS en el resto de la sección (Figura 25 b, Figura 26 c). Sobre los 100 m estuvieron asociadas aguas de mezcla por fuera de los 20 mn y aguas del afloramiento en la zona costera. Se generaron anomalías positivas en la capa superficial de hasta +0,10 ups, asociadas a aguas de mezcla (Figura 26 c, d).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL/L, ascendió de 60-80 m a 40-70 m de profundidad hasta las 100 mn frente a la costa, (Figura 25 c, Figura 26 e). El límite superior de la zona mínima de oxígeno (ZMO; OD<0,5mL/L) se presentó a unos 140-160 m de profundidad en toda la sección, sin embargo en la zona costera de la plataforma el límite superior de la ZMO se presentó a 40 m de profundidad. Sobre los 250 m, predominaron flujos hacia el norte por fuera de las 80 mn, con velocidades de hasta 30 cm/s (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (25-26 de noviembre)

La TSM presentó un repliegue de la isoterma de 17°C hacia la costa, hasta las 8 mn, la cual se encontraba por fuera de las 20 mn en octubre. Afuera de los 80 mn se observaron valores de hasta 20°C (Figura 27 a). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 14°C y 20°C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15°C se presentó a 70 m de profundidad por fuera de las 70 mn y ascendió hasta 30 m en la zona costera, en modo similar al mes de octubre. En los primeros 70 m de profundidad las anomalías térmicas fueron de hasta +1,0°C por fuera de las 40 mn frente a la costa y en el resto de la sección las anomalías fueron cercanas a cero (Figura 28 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró a las ASS por fuera de las 40 mn y encima de los 100 m, a más profundidad que en octubre, mientras en la zona cerca a la costa se presentaron las ACF (Figura 27 b, Figura 28 c). Como consecuencia se observó anomalías halinas positivas de hasta +0,20 ups sobre los 100 m y por fuera de las 40 mn, asociadas a las ASS, así como anomalías negativas de hasta -0,05 ups cerca a la costa asociadas a la presencia de las ACF (Figura 28 d).

La distribución del oxígeno disuelto mostró el ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL/L, se presentó a unos 80 m de profundidad fuera de las 40 mn, mientras que a ≤ 40 m en la zona costera (Figura 27 c). El borde superior de la ZMO mostró el mismo comportamiento de la oxiclina (Figura 28 e). Por otra parte, se observó flujos geostroficados con dirección al norte dentro de las 40 mn y por fuera de las 80 mn, este último con velocidades de hasta 20 cm/s; entre las 60 y 80 mn (50 – 250 m se apreció un flujo con dirección al sur de 10 cm/s (Figura 28 f).

2.2.5 Estaciones fijas costeras

El monitoreo quincenal que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita y Chicama la temperatura en los 100 m de la columna de agua varió entre 14° y 16°C, en Callao entre 14° y 15°C, en Atico entre 13° y 14°C y en Ilo entre 13° y 17°C (Figura 29). En Paita se detectó anomalías de hasta -1,0°C en toda la columna de agua, en Chicama anomalías cercanas a cero y en Callao anomalías de hasta -1,0°C por encima de los 60 m de profundidad durante el mes (Figura 30). La salinidad del mar mostró valores consistentes con el afloramiento costero en todas las estaciones fijas (Figura 31).

En cuanto al OD, se visualizó una distribución superficial de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Chicama, Callao y Atico, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a unos 20 - 30 m en las dos primeras, y a 30 - 60 m de profundidad en la última. En Paita e Ilo se registró un ascenso de las iso-oxígenas profundas a finales del mes (Figura 32).

2.2.6 Fertilidad y Productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los Nutrientes

Los nitratos en la mayoría de las estaciones fijas costeras mostraron una disminución de sus concentraciones en la columna de agua, a excepción de Paita y Atico donde se mantuvieron relativamente constantes. En Paita, la columna de agua presentó un valor promedio de 15 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ y en Chicama los valores disminuyeron hacia finales del mes de 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ a 15 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. En Callao e Ilo se presentaron valores menores a 10 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, sin embargo en Ilo un núcleo de 15 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se presentó entre los 20 a 60 m a fines del mes. La estación Atico se caracterizó por presentar valores mayores a 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ por debajo de los 10 m (Figura 33).

Los silicatos presentaron un ligero incremento en sus concentraciones respecto a fines de octubre en Paita y Callao, mientras que en Chicama e Ilo se mantuvieron. En Paita, la isolínea de 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se superficializó entre inicios a fines del mes de 80 m a 20 m, mientras que en Callao la isolínea de 25 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ascendió a la superficie. En Chicama e Ilo la isolínea de 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se observó a los 40 m y 20 m respectivamente durante todo el mes y una disminución de las concentraciones hacia la superficie. En Atico las concentraciones se incrementaron por encima de los 60 m de 25 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ a 45 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ entre inicios a fines del mes. (Figura 34).

Los fosfatos disminuyeron en Paita, Callao y Atico, mientras que en Chicama e Ilo aumentaron. En promedio en la columna de agua en Paita y Atico se observaron concentraciones de 2,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. En Chicama e Ilo las concentraciones hacia fines de mes fueron en promedio de 3,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, mientras que en Callao se encontraron concentraciones de 2,5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en promedio durante noviembre (Figura 35).

2.2.6.2 Clorofila-a

La concentración de clorofila-a se incrementó durante el mes de noviembre. Entre los 8°S-11°S se observaron anomalías positivas de +3 mg.m^{-3} , mientras que entre Callao y Pisco anomalías negativas de -4 mg.m^{-3} fueron registradas cerca de la costa. Fuera de la costa, entre los 100 a 150 km de la costa, frente a San Juan anomalías positivas de +6 mg.m^{-3} fueron observadas. Cabe recalcar que la presencia de nubes fue muy frecuente entre los 6°S-12°S durante casi todo el mes (25 días cubiertos en promedio); en cambio en Paita y de Pisco a Ilo se presentaron más días despejados (Figura 36).

2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

Paita

Frente a Paita, se registró al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de ACF, distribuido dentro de las 16 mn y asociado a una TSM que fluctuó entre 16,2° y 16,9°C, aunado a una predominancia del fitoplancton (98%), donde las diatomeas alcanzaron categorías de “Muy Abundante” como *Licmophora abbreviata*, *Chaetoceros lorenzianus* y *Thalassiosira anguste-lineata*. Además, diatomeas como *Detonula pumila* y *Lithodesmium undulatum* se presentaron en la categoría de “Abundante”. Ente las 40 y 100 millas se hizo evidente la presencia de dinoflagelados cosmopolitas (*Ceratium furca*, *C. tripos* y *Protoperidinium conicum*) y con mayor riqueza de especies termófilas a 100 mn (*Ceratium kofoidii*, *Ceratium masiliense*, *Goniodoma polyedricum*, *Pyrocystis horologicum* y *Dinophysis tripos*) relacionado a un rango de TSM entre 16,8° y 19,3 °C (Figura 37).

Chicama

Frente a Chicama, también se registró al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum* indicador de ACF entre las 5 y 15 mn de la costa, asociado a una TSM que alcanzó una variación entre 16,7° y 17,9°C. El fitoplancton fue abundante cercana a la línea de costa (15 mn) destacando diatomeas propias de afloramiento costero como *Chaetoceros socialis* que se presentó en la categoría de “Muy Abundante”. Otras diatomeas como *Chaetoceros compressus*, *Ch. curvisetus*, *Thalassiosira anguste-lineata* y *T. subtilis* se presentaron en la categoría de “Abundante”. Por otro lado, a partir de las 80 mn hasta la 100 mn se determinó la presencia de dinoflagelados termófilos entre los que se pueden citar a *Protoperidinium quarnerense*, *Pyrocystis fusiformis*, *Ceratium azoricum*, *C. gibberum* var. *dispar* y *Dinophysis cuneus*, entre otros; relacionados a TSM de 19,7° y 20,1 °C (Figura 38).

2.2.7.2 Indicadores Biológicos del Zooplancton.

Paita

Se determinó al copépodo *Oncaea conifera* indicador de ASS, registrado a 40 mn de la costa. Por otro lado, huevos de anchoveta fueron observados hasta las 15 mn, mientras que las larvas de esta especie fueron observadas a 60 mn (Figura 39).

Chicama

Se observó al copépodo *Eucalanus inermis*, indicador de ACF, o dentro de las 30 mn. Indicadores de ASS como el copépodo *Acardia danae* fueron registrados por fuera de las 30 mn. Con relación al ictioplancton se determinó huevos y larvas de anchoveta, los primeros con distribución dispersa ubicados hasta las 60 mn, mientras que las larvas de esta especie fueron determinadas dentro las 15 mn. Huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia*, especie asociada a ASS se localizaron por fuera de las 30 mn (Figura 40).

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

3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras.

Seguimiento de las pesquerías

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 30 de noviembre del presente año ascendió a 3.22 millones de toneladas, correspondiendo el 98 % al recurso anchoveta, seguido de caballa con 2 %. Otros recursos de importancia fueron múnida, bonito y bagre (Tabla 2).

Anchoveta

Distribución, capturas y tallas

Durante la Pesca Exploratoria (23 al 26 de Noviembre del 2017) en la región Norte – Centro, los desembarques de anchoveta fueron muy escasos comparados con los obtenidos al inicio de la 1° temporada, debido a la baja disponibilidad del recurso generada por las condiciones ambientales imperantes. En total se capturó aproximadamente 6 025 toneladas (t), de las cuales el 51% correspondieron a la flota industrial de acero y el 49% restante a la flota industrial de madera (49%). Como captura incidental se registró caballa y múnida.

La anchoveta entre el 23 al 26 noviembre, presentó una distribución en tres zonas; la primera frente a Punta La Negra a 20 mn; la segunda localizada frente a Malabrigo a 80 mn, en ambas zonas se registraron ejemplares adultos y en la tercera zona, localizada entre Chimbote y Casma, se observó una alta incidencia de ejemplares juveniles, dentro de las 60 mn (Figura 41).

Indicadores reproductivos y somáticos

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, indicaron un aumento del índice gonadosomático (IGS) y una disminución del índice de Fracción desovante (FD) pero dentro de su patrón normal. Por otro lado, el contenido graso corroboró a lo encontrado por los indicadores reproductivos, mostrando un incremento respecto al mes anterior (Figura 42).

Caballa

Durante el mes de noviembre, en la Pesca Exploratoria de anchoveta se registró caballa como captura incidental en dos áreas una entre Malabrigo a Salaverry (07°30'S – 08°00') dentro de las 80 millas náuticas (mn) y la otra entre Chimbote y Casma (09°00'S – 09°30'), dentro de las 30 mn (Figuras 43).

Especies indicadoras

Con información del Programa Bitácoras de Pesca y del Seguimiento de las pesquerías se registró la presencia de especies oceánicas: *Katsuwonus pelamis* “barrilete”, *Sarda sarda chiliensis* “bonito”, entre Pimentel (07°S) y Malabrigo (09°S) por fuera de las 50 millas de la costa. Por otro lado, en la zona central entre Salaverry (08°S) hasta Bahía Independencia (15°S), se capturó vinciguerra.

Depredadores superiores

Durante la Prospección de monitoreo oceanográfico frente a Chicama realizado del 24 noviembre al 01 de Diciembre 2017 se observó dentro de las aves guaneras, la presencia del *Phalacrocorax bougainvillii* “guanay” restringida a la zona costera, mientras que el *Sula variegata* “piquero” y el *Pelecanus thagus* “pelicano”, presentaron una mayor amplitud hasta las 30 mn frente a Chicama. Las aves migratorias como el “albatros”, no fueron visualizadas, pero se observó la llegada de la gaviota de Franklin *Larus pipicans* al litoral peruano, en grandes cantidades lo que es propio de la estación

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

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

En promedio, los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS en la región Niño 3.4, presentados por el IRI/CPC, pronostican que las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central estarían dentro de una condición La Niña débil durante el verano austral 2017/18, siendo el valor máximo de ATSM $-0,8^{\circ}\text{C}$ y $-0,5^{\circ}\text{C}$ para el promedio de los modelos dinámicos y estadísticos, respectivamente (Figura 44).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Según la simulación del modelo de ondas (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) aplicado en el IMARPE, durante el mes de noviembre se generó una la onda Kelvin fría (modo 2) en el Pacífico Ecuatorial Central que alcanzaría el extremo oriental del Pacífico Ecuatorial entre diciembre 2017 – enero 2018. Cabe señalar que, además una onda Kelvin cálida generada en noviembre 2017 podría alcanzar las costas de Perú a finales de enero 2018. (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) pronostica para el ITCP condiciones frías entre noviembre 2017 y febrero 2018. Mientras que 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.) pronostica para el ITCP valores negativos pero dentro de las condiciones neutras entre noviembre 2017 y febrero 2018 (Figuras 46 y 47).

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 oeste de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~ 1 hPa. En el Pacífico Ecuatorial la presión atmosférica también mostró anomalías de $+1$ hPa. La temperatura superficial en esta región continuó mostrando anomalías negativas, indicando condiciones frías.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección hacia el norte a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió predominancia de valores normales y de anomalías negativas a lo largo de la costa. El afloramiento costero mostró valores inferiores a $200 \text{ m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$ al sur de los 5°S .

- Frente a la costa, la TSM mensual presentó una reducción respecto a octubre, intensificándose las anomalías negativas, especialmente frente a Paita y Chimbote, donde alcanzó un valor de $-1,2^{\circ}\text{C}$. Asimismo, los índices costeros de temperatura superficial del mar, ITCP (basado en información satelital de la franja costera) y LABCOS (basado en los registros de los laboratorios costeros del IMARPE), presentaron respectivamente valores de $-0,83$ y $-0,18$ para el trimestre agosto-octubre, ambos con una tendencia negativa respecto a períodos anteriores.
- En la franja marino-costera las isotermas e iso-oxígenas exhibieron un ascenso a la capa superficial asociado al afloramiento costero, mientras que los silicatos y fosfatos continuaron mostrando en general altas concentraciones en la columna de agua. Fuera de las 20 mn frente a Paita y 40 mn frente a Chicama, se detectó aguas de mezcla y ASS, respectivamente, asociadas a anomalías halinas de hasta $+0,10$ ups y OD de hasta $5,0$ mL/L para Paita, y anomalías térmicas de hasta $+1,0^{\circ}\text{C}$ y OD de hasta $4,0$ mL/L para Chicama. Además frente a Paita y Chicama, entre las 80 y 100 mn, se observan flujos hacia el norte asociado a un leve ascenso de las iso-oxígenas más profundas, mientras que entre las 20 y 80 mn se evidenció leves flujos hacia el sur, asociados a un leve descenso de las iso-oxígenas más profundas.
- La concentración de clorofila-a superficial presentó anomalías positivas frente a la costa centro-norte, mientras que intensas anomalías negativas se presentaron entre Callao y Pisco. Las mayores anomalías positivas ($+6$ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) se detectaron fuera de la costa frente a San Juan.
- En la región Norte-centro, al iniciar la segunda temporada de pesca con una pesca exploratoria, se encontró una baja disponibilidad del recurso anchoveta; con tres núcleos de distribución: frente a Punta La Negra a 20 mn; frente a Malabrigo a 80 mn; ambos con dominancia de ejemplares adultos y un tercer núcleo entre Chimbote y Casma, con alta incidencia de ejemplares juveniles, dentro de las 60 mn.
- Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro mostraron la disminución de la actividad desovante de invierno-primavera.
- A corto plazo se pronostica el arribo de una onda Kelvin fría entre los meses de diciembre 2017- enero 2018, que contribuiría al enfriamiento de la columna de agua a lo largo de la costa, así como una onda Kelvin cálida que alcanzaría la costa a fines de enero de 2018.

6. Referencias

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

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

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

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

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

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

7. Tablas

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM (°C) registrados en los Laboratorios Costeros del Imarpe - noviembre 2017.

Estación	TSM Oct., °C	TSM Nov., °C	ATSM Nov. °C
Tumbes	26.02	25.80	-0.30
Paíta	16.81	16.77	-1.23
San José	18.49	18.74	-0.76
Chicama	15.93	15.86	-0.34
Huanchaco	16.10	15.95	-0.25
Chimbote	17.89	18.29	-1.21
Huacho	14.98	15.16	-0.64
Callao	14.76	14.28	-0.82
Pisco	20.60	20.07	-0.03
Ilo	14.66	15.20	-0.70

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

Especie\Flota\Región		Año Calendario (01 Ene. Al 30 Nov. 2017)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	1 040 825	1 391 428	2 432 254	162068	2 594 322	80
	FI Madera	449 290	84 256	533 546	18244	551 790	17
Sub-total		1 490 116	1 475 684	2 965 800	180 312	3 146 112	98
%		47	47	94	6	100	0
Sardina		0	0	0	0	0	0
Jurel		39	72	111	7	118	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		1 525 953	1 516 625	3 042 578	180 761	3 223 339	100
%		47	47	94	6	100	

*Otros incluye: Múnida, Bonito, Bagre

8. Figuras

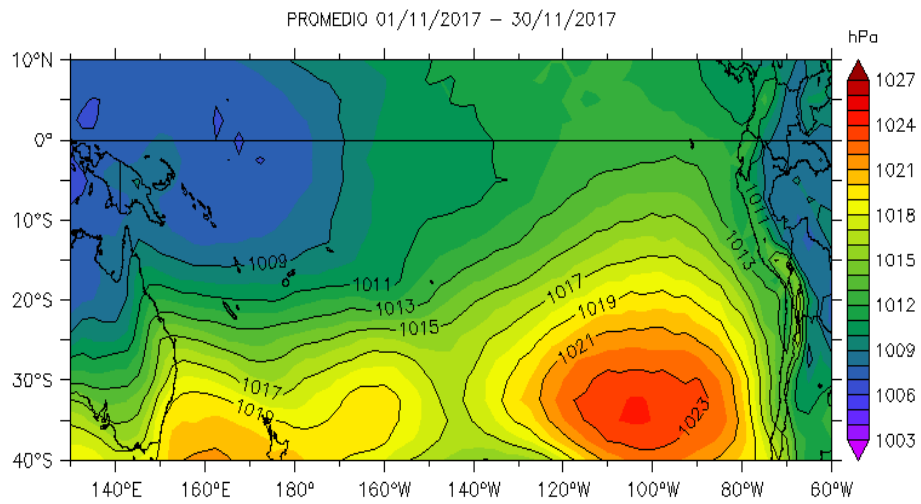


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-30 noviembre 2017, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

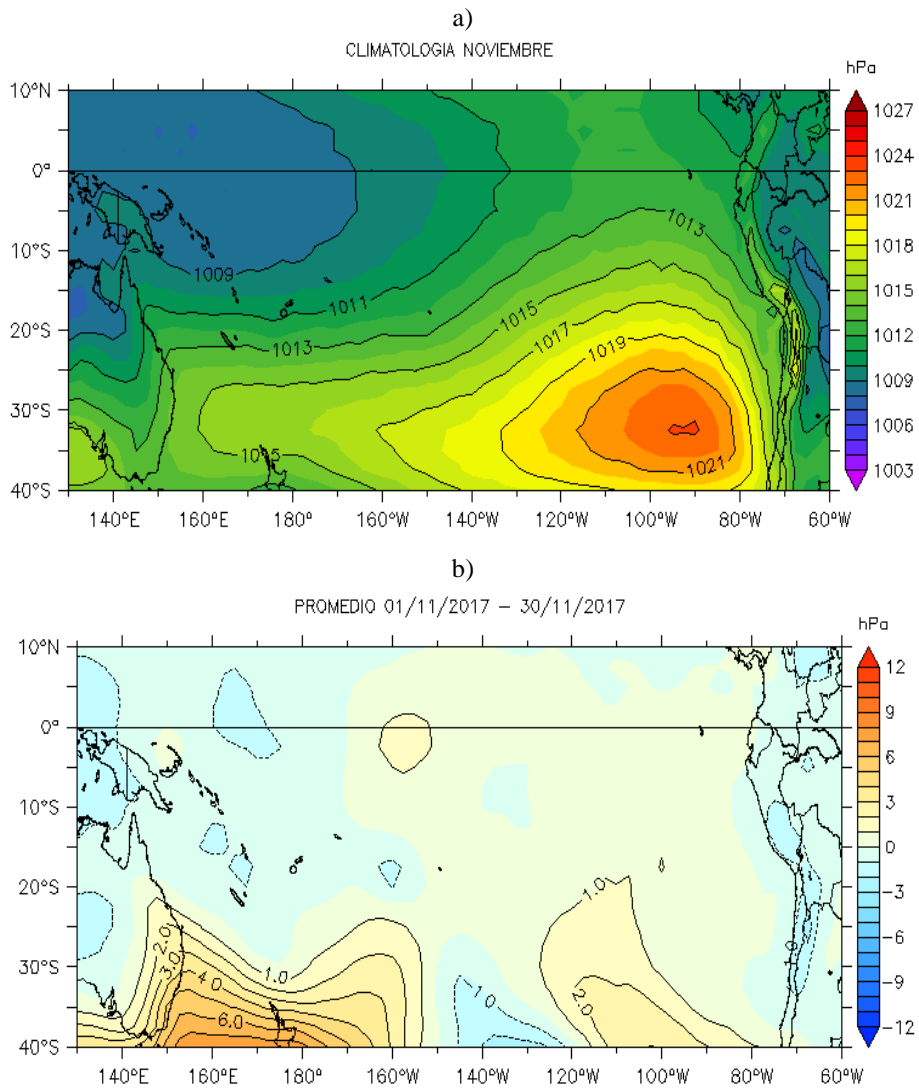


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de noviembre 2017. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

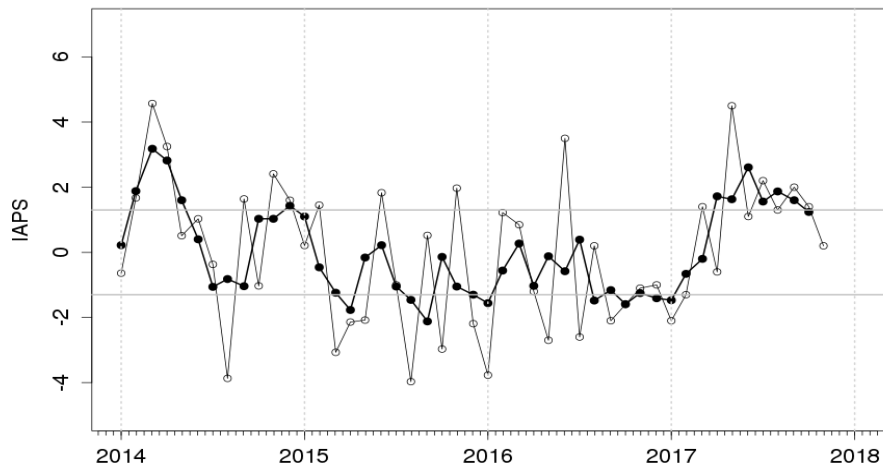


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre SON 2017. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

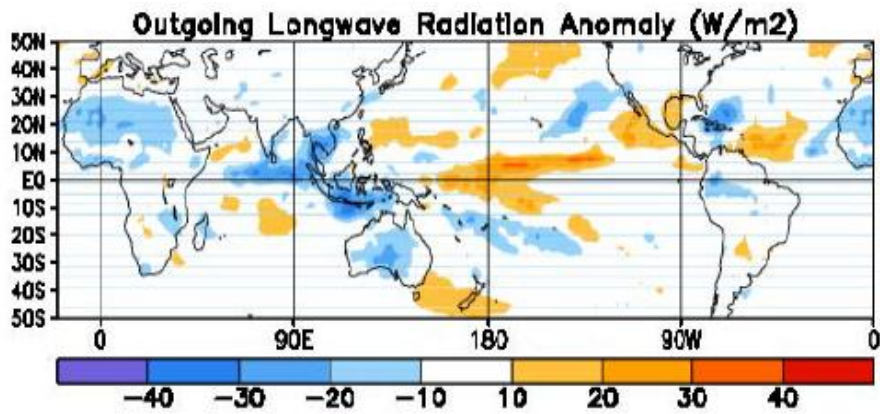


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de noviembre de 2017. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

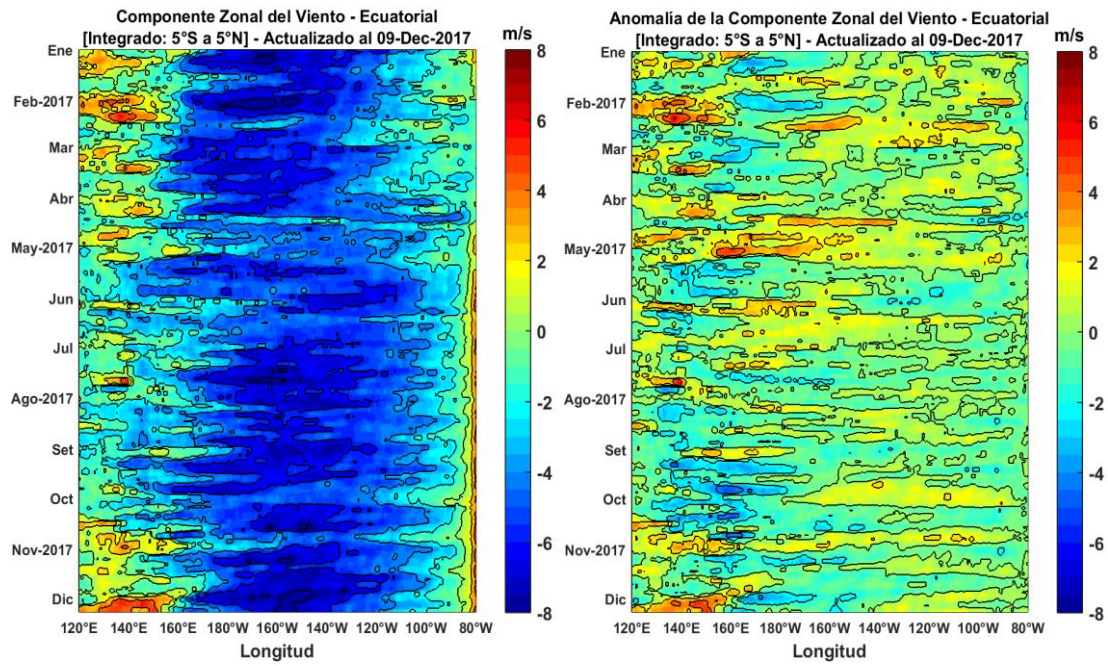


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 09/12/2017.

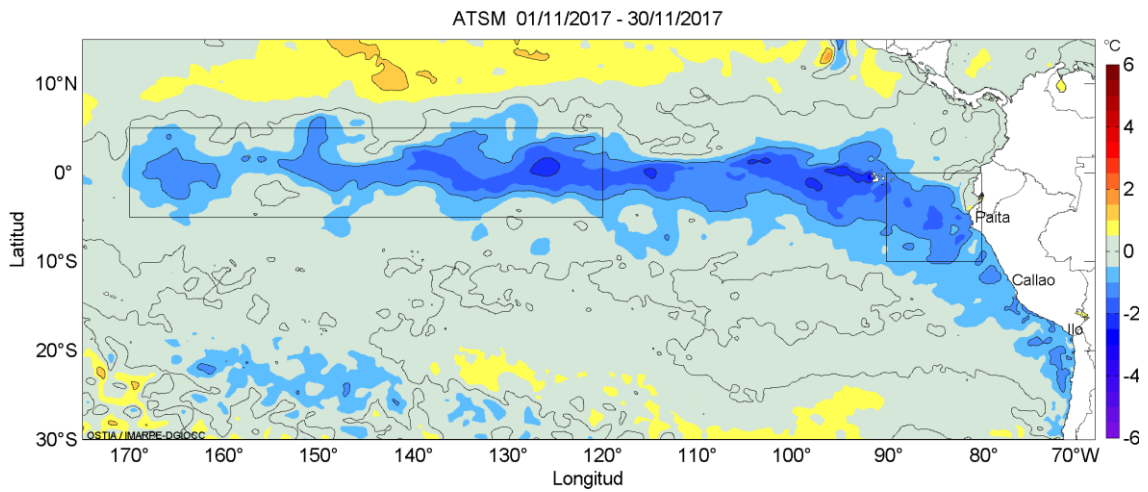


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de noviembre 2017. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento IMARPE.

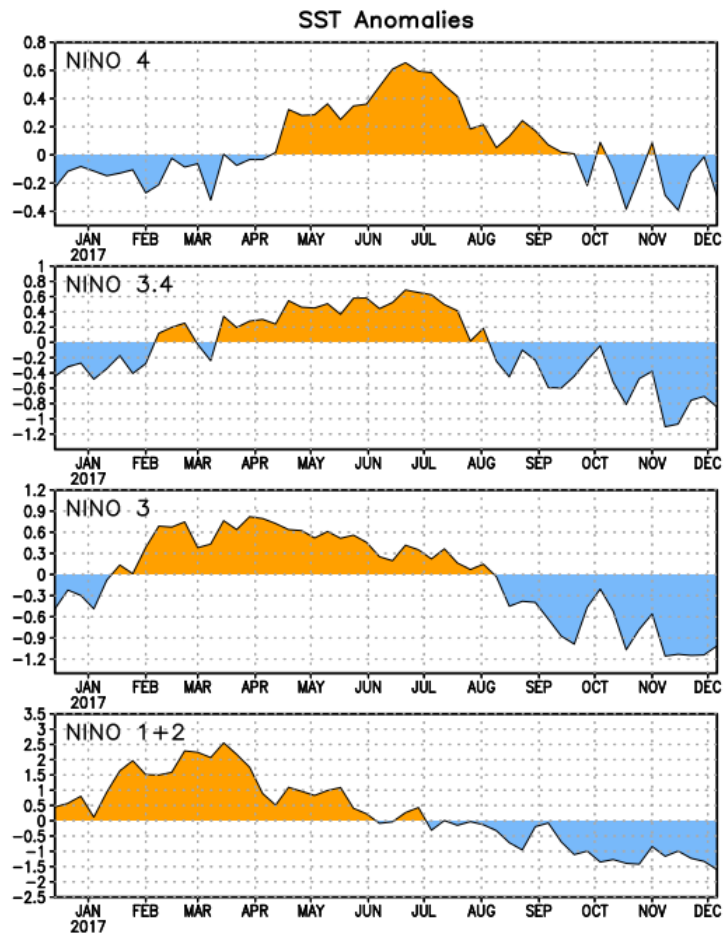


Figura 7. Anomalías Semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el periodo de noviembre 2016 al diciembre 2017. Adaptado de CPC/NOAA.

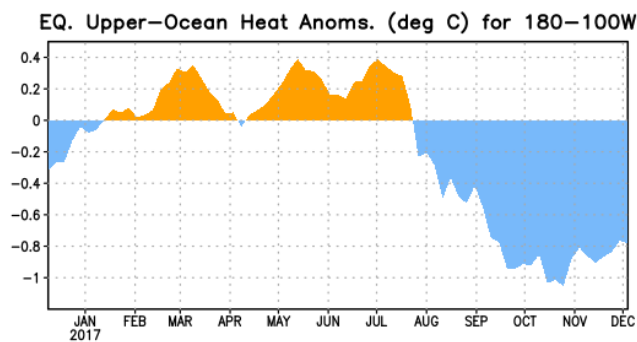


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010. Fuente: CPC/NOAA

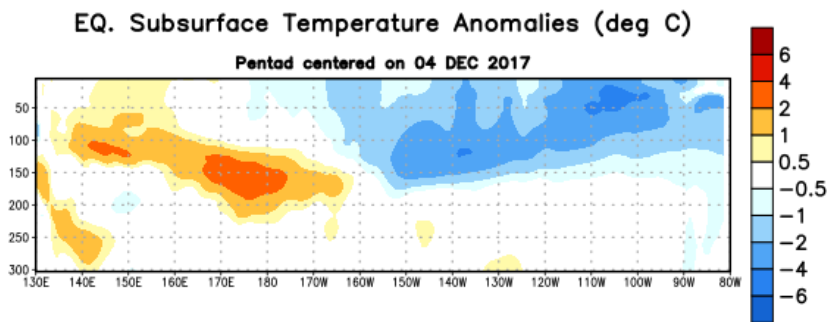


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 04 de diciembre de 2017. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los penta-promedios durante el periodo base de 1981-2010. Fuente: CPC/NOAA.

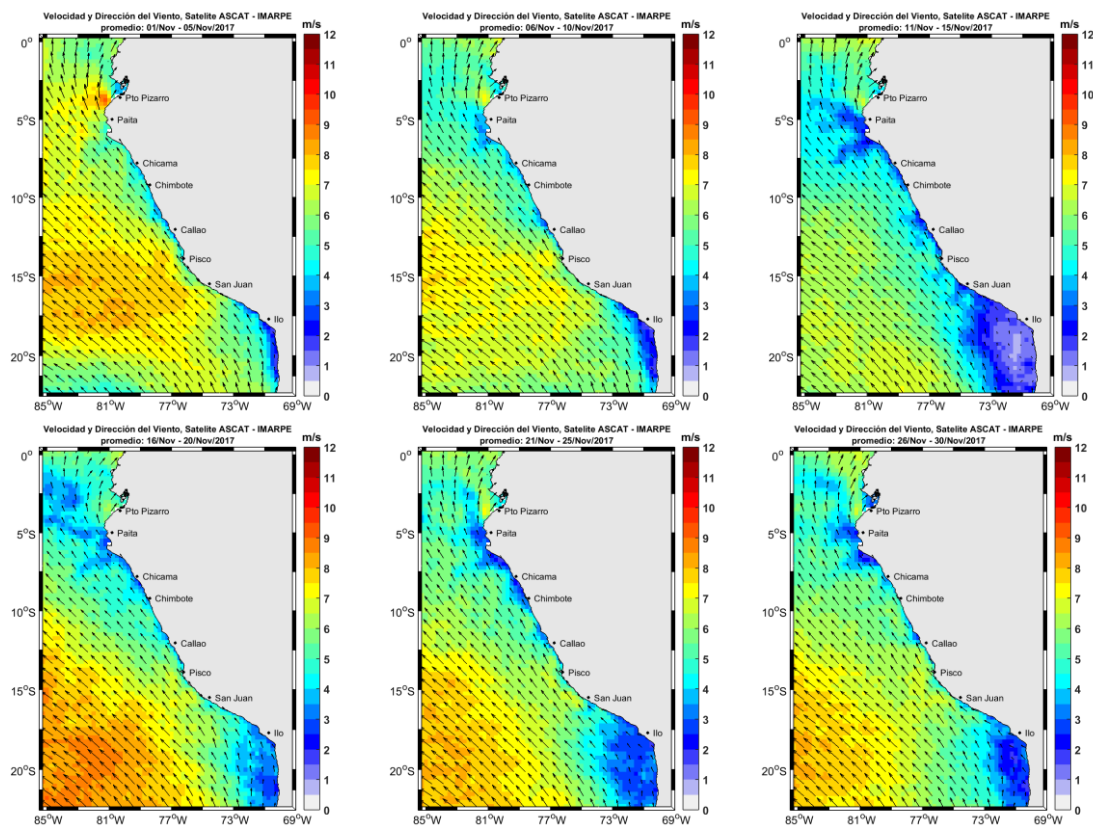


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de octubre del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/11/2017.

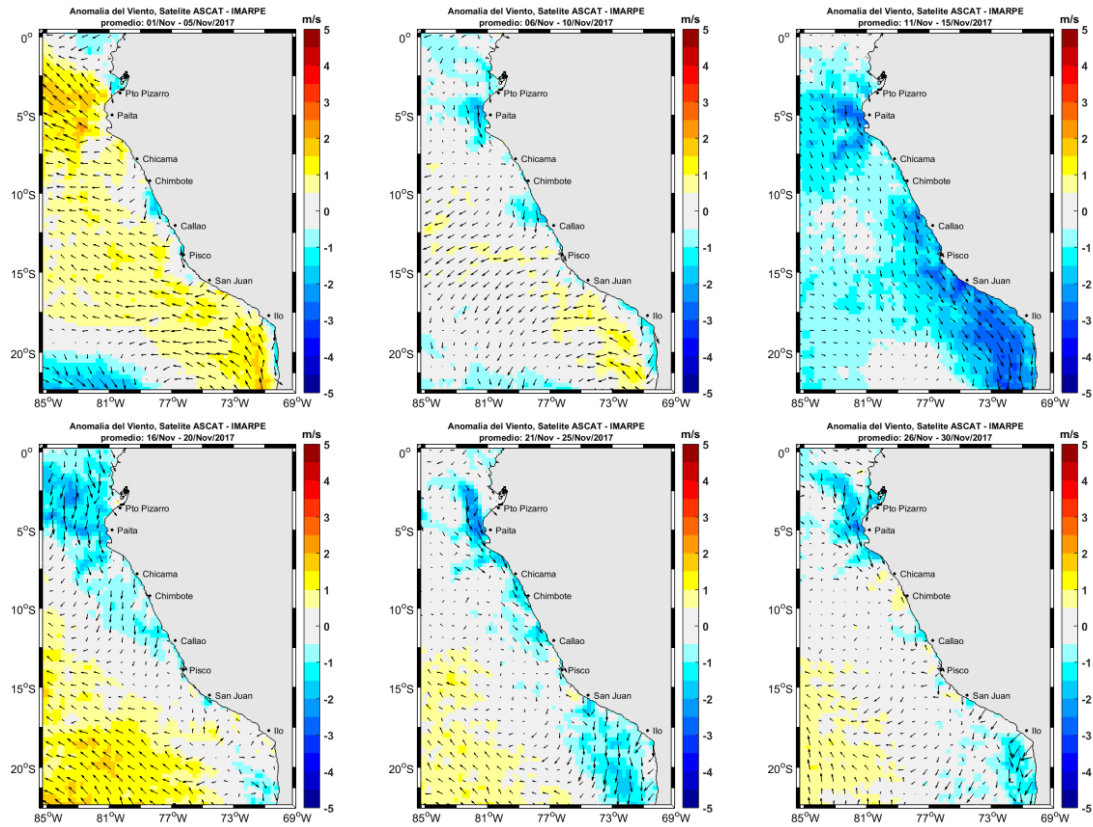


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de octubre del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/11/2017.

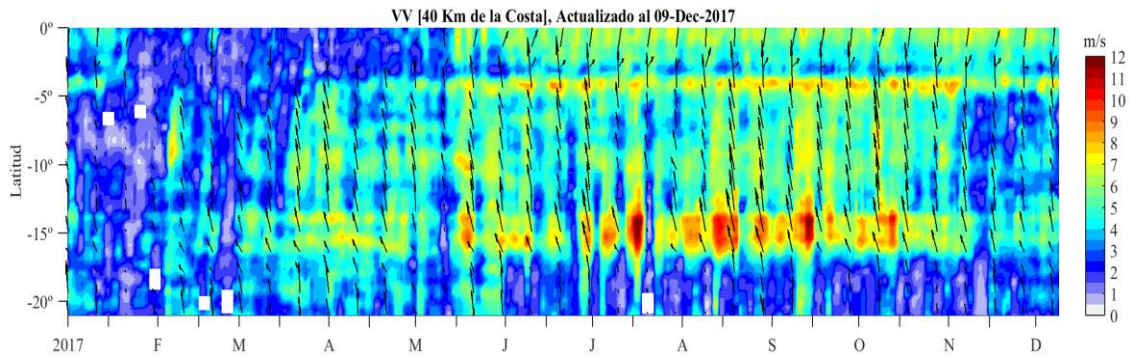


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 09/12/2017.

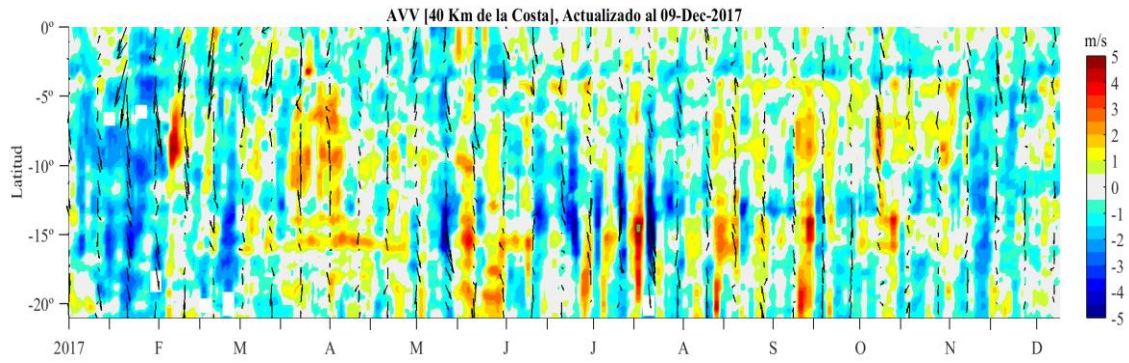


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalía del Viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 09/12/2017.

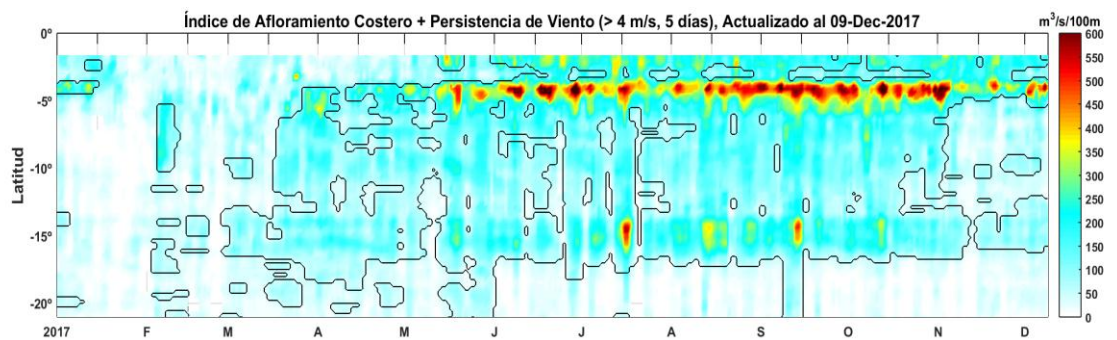


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad mayor a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 09/12/2017.

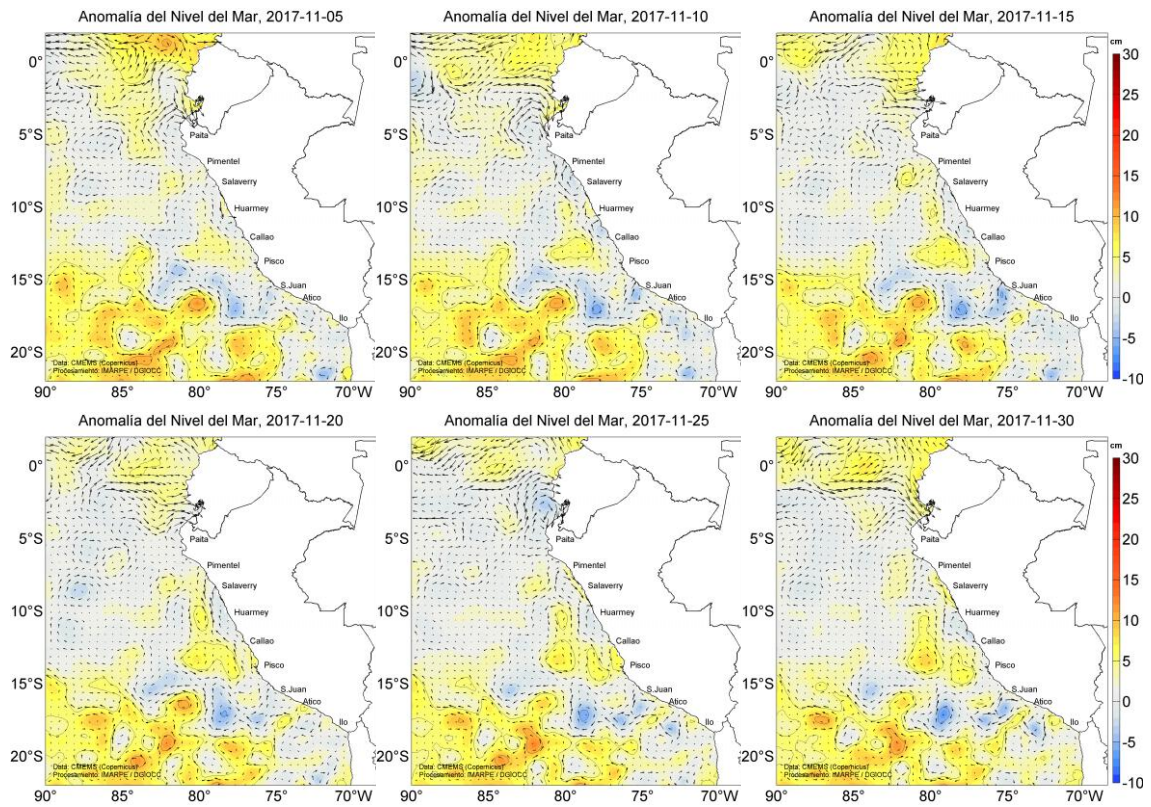


Figura 15. Anomalia de altura del nivel del mar (cm) y corrientes geostróficas. Pentadas para el mes de noviembre de 2017. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE

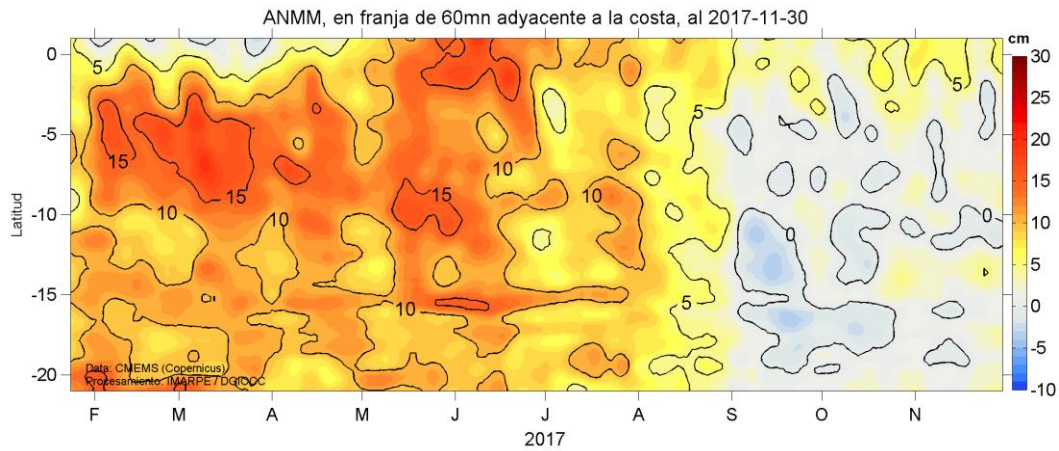


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde enero al 30 de noviembre de 2017 para la franja de 60 mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS. Procesamiento: IMARPE

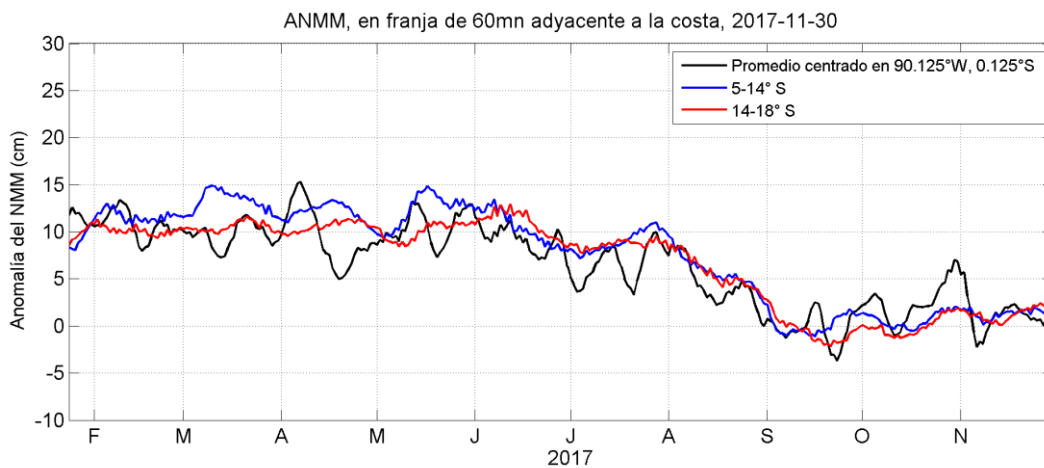


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, desde enero al 30 de noviembre 2017. Fuente: CMEMS. Procesamiento: IMARPE.

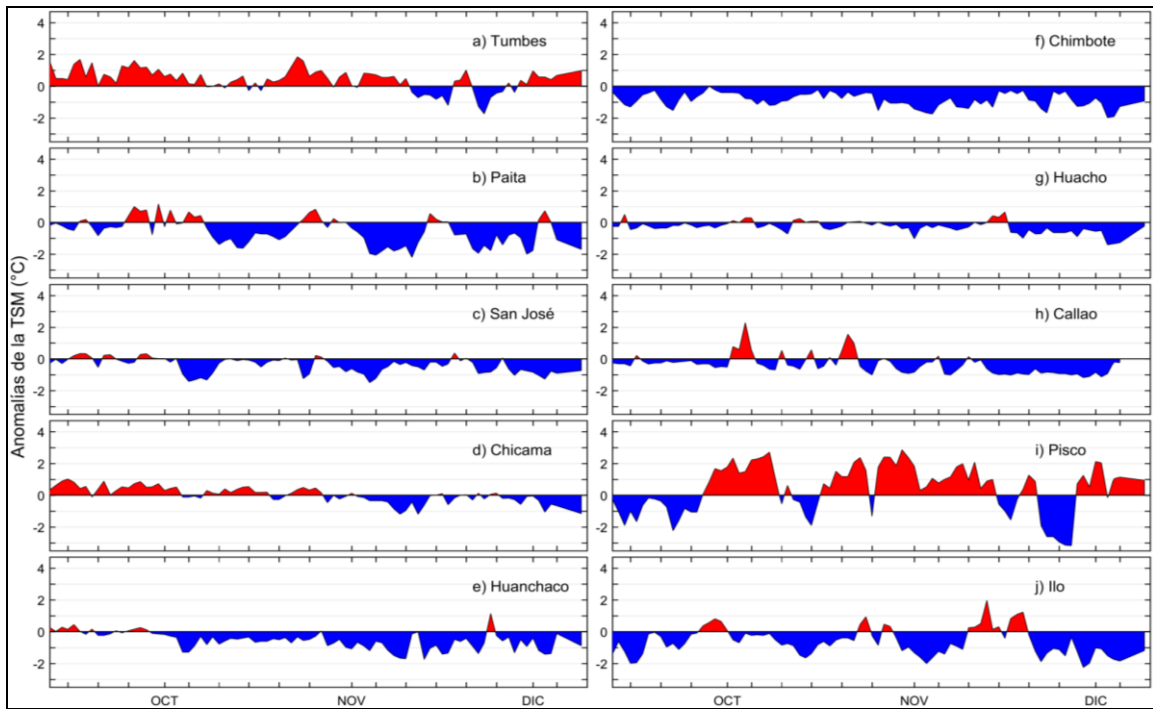


Figura 18. Series temporales de las anomalías diarias de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

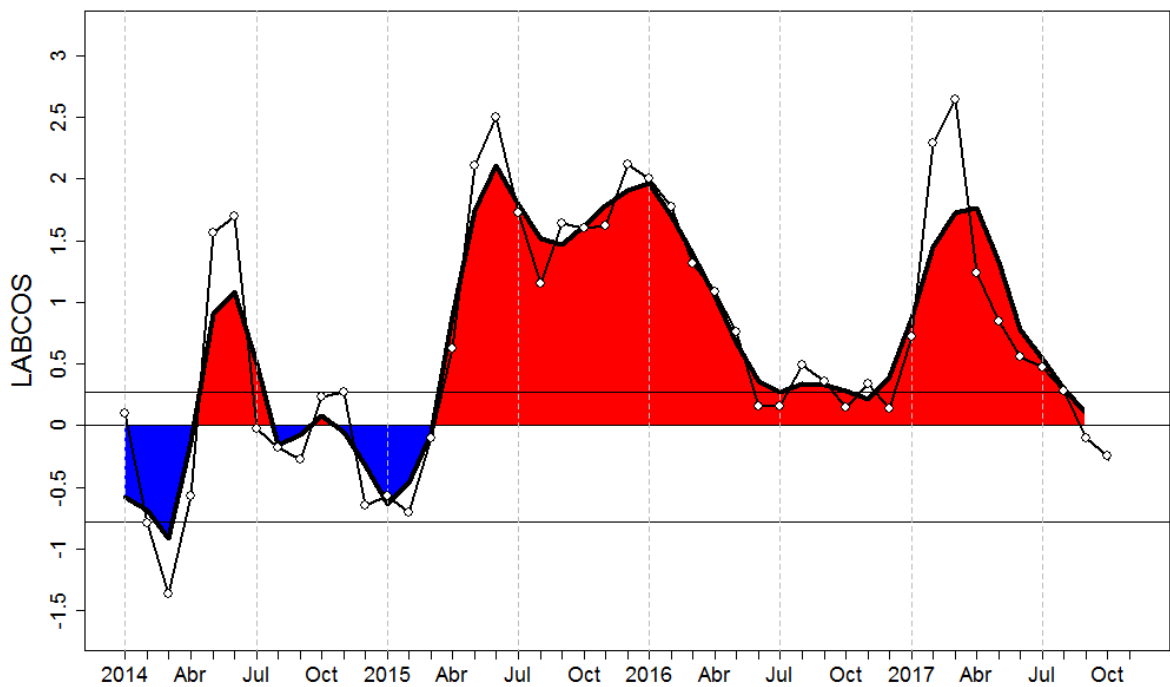


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo 2015-noviembre 2017. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE.

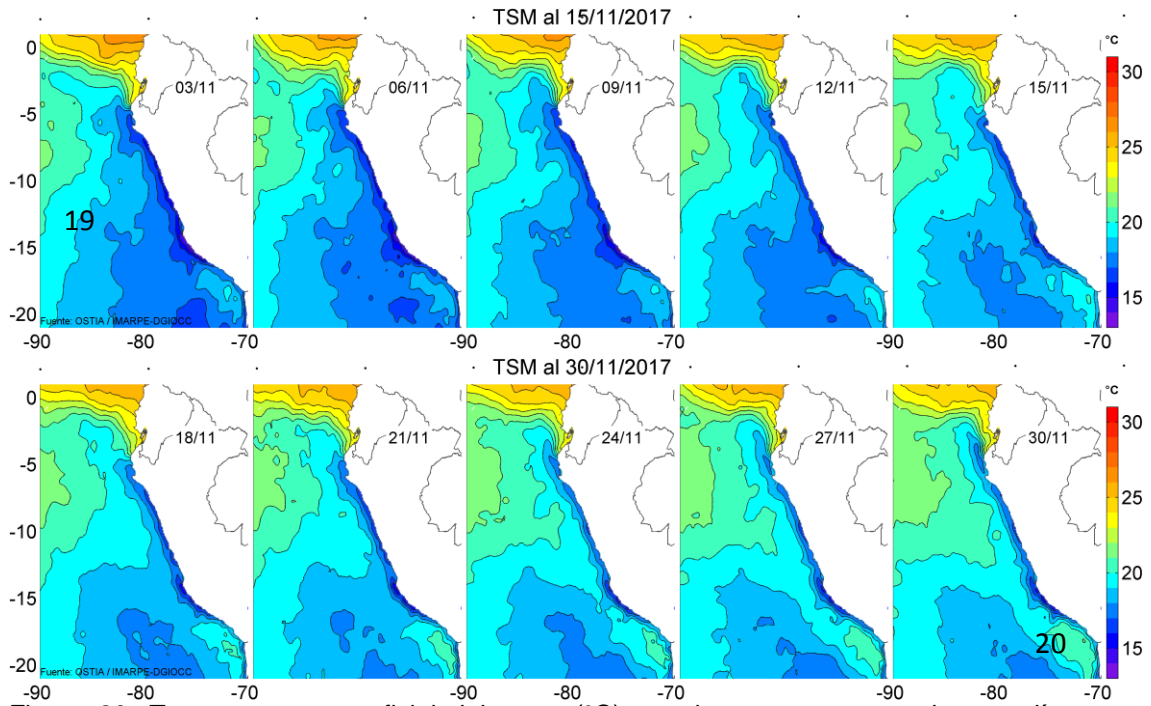


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para noviembre del 2017. Datos PODAA/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

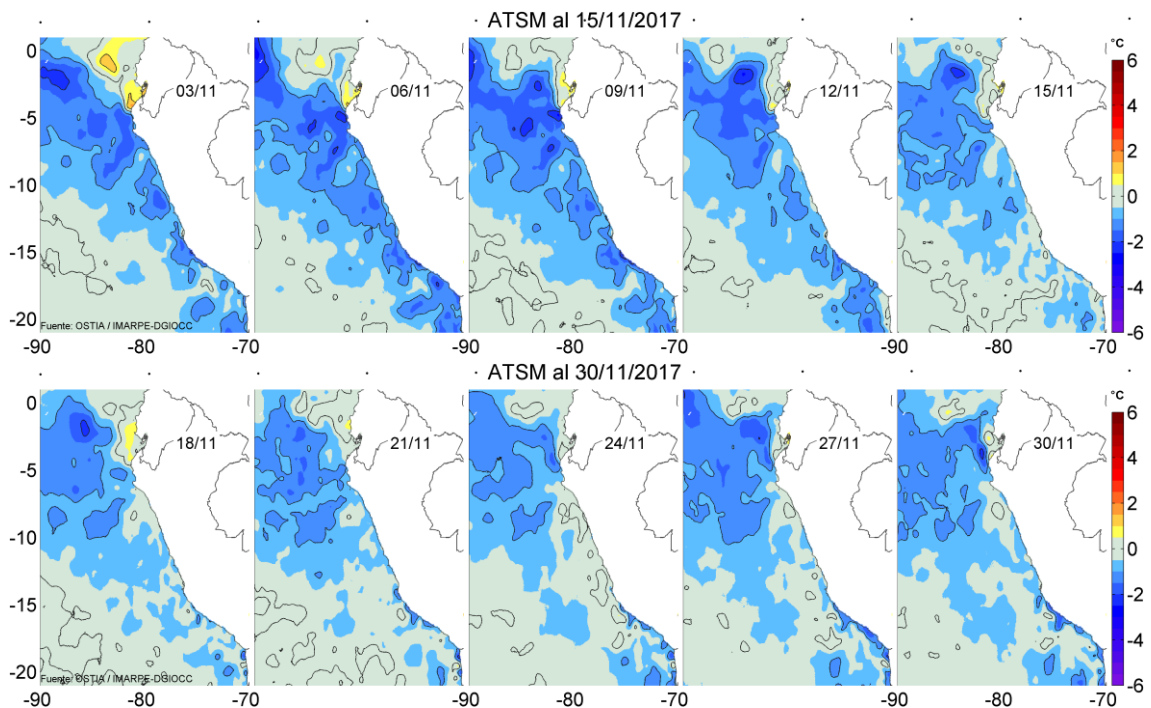


Figura 21. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) frente a Perú, cada 3 días durante noviembre del 2017, (periodo climatológico 2007-2016). Datos: PODAA/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

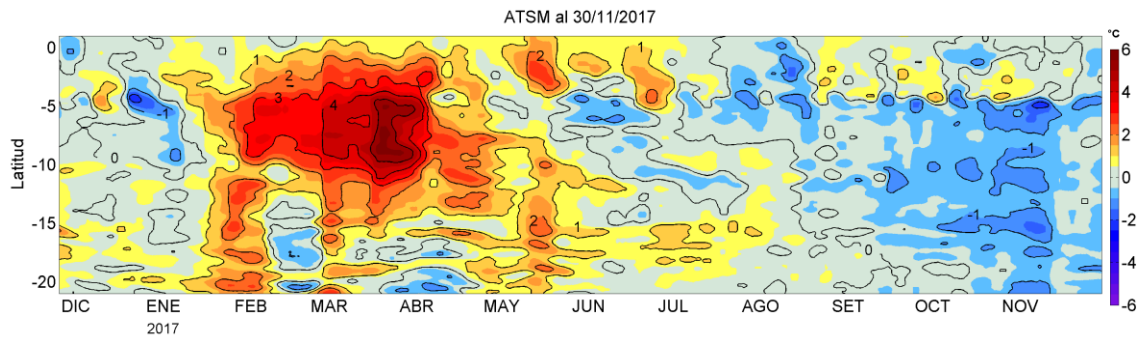


Figura 22. Evolución de las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, hasta fines de noviembre 2017 (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAA/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

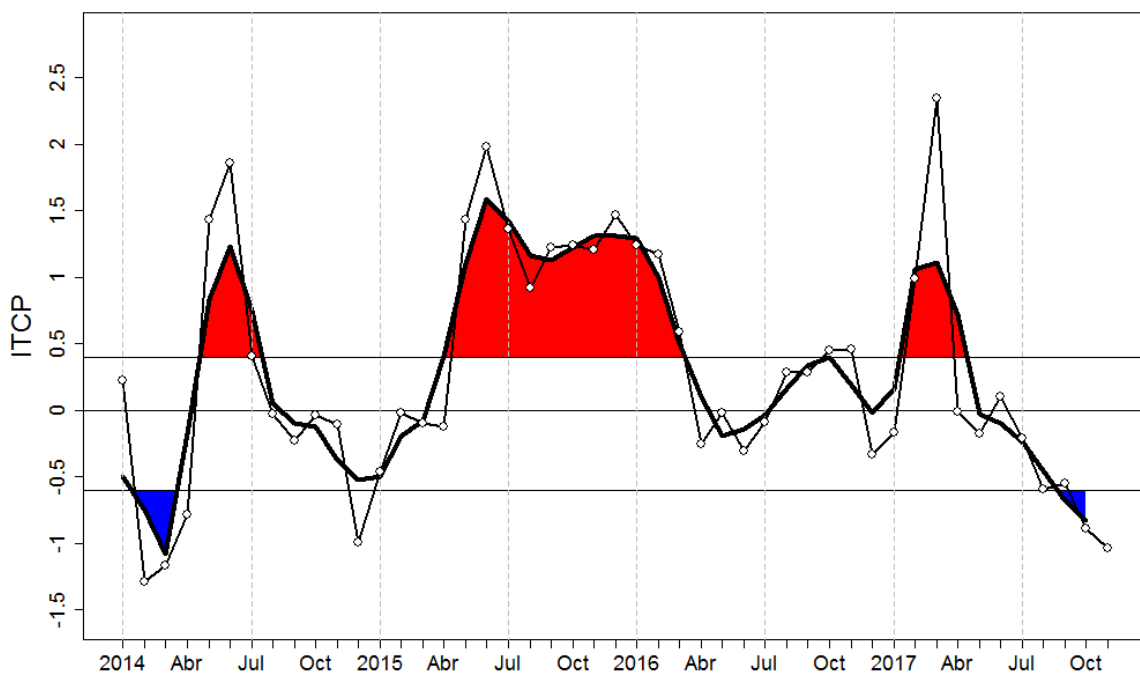


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre ASO 2017. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

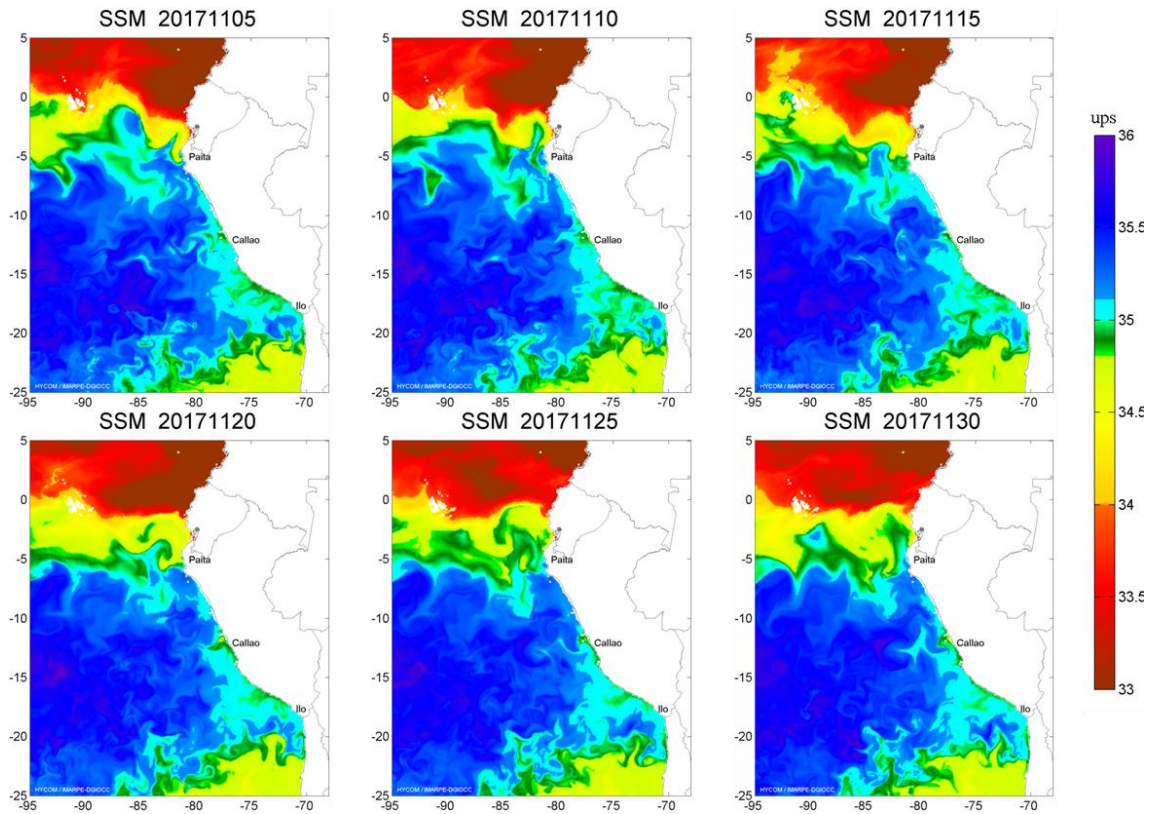


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de noviembre del 2017. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

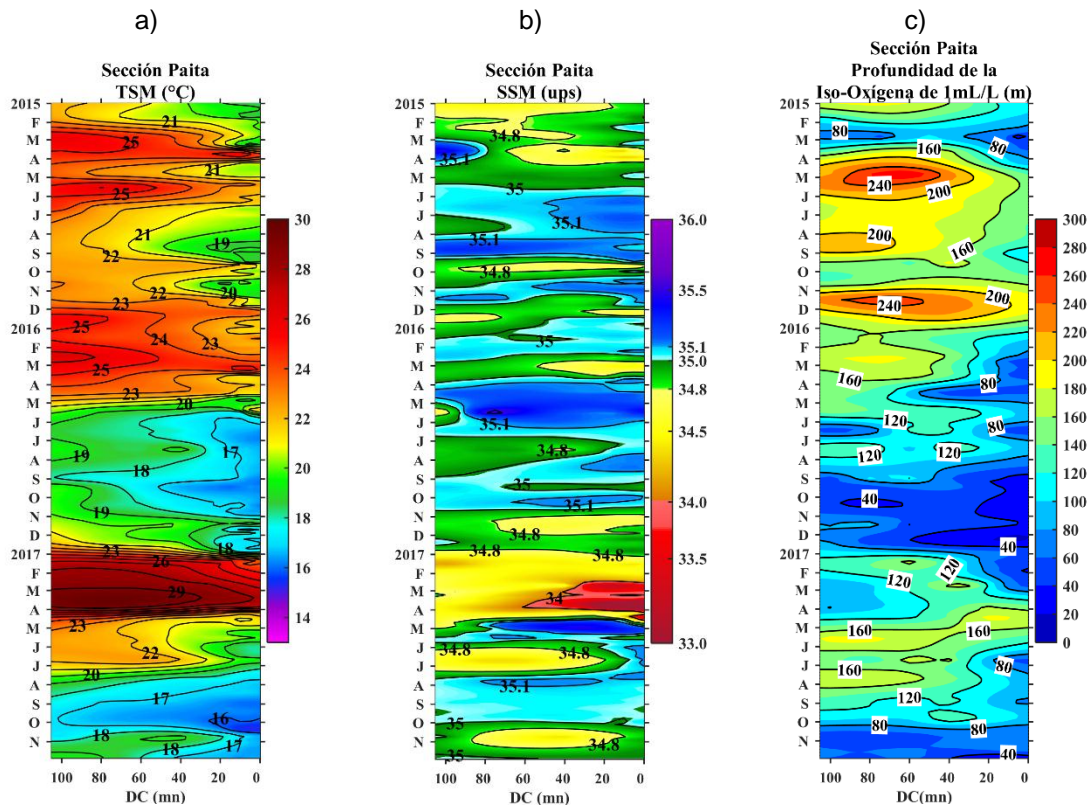


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxigena de 1 mL/L(m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre del 2017.

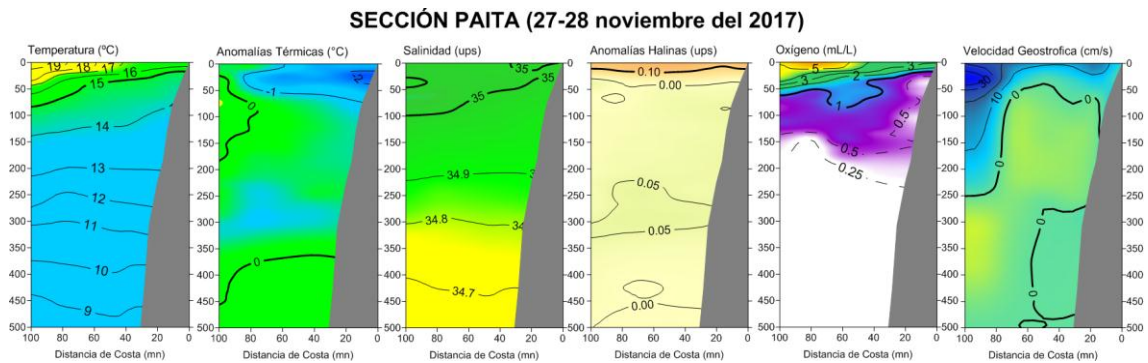


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL/L) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 27-28 de noviembre de 2017. Fuente: IMARPE.

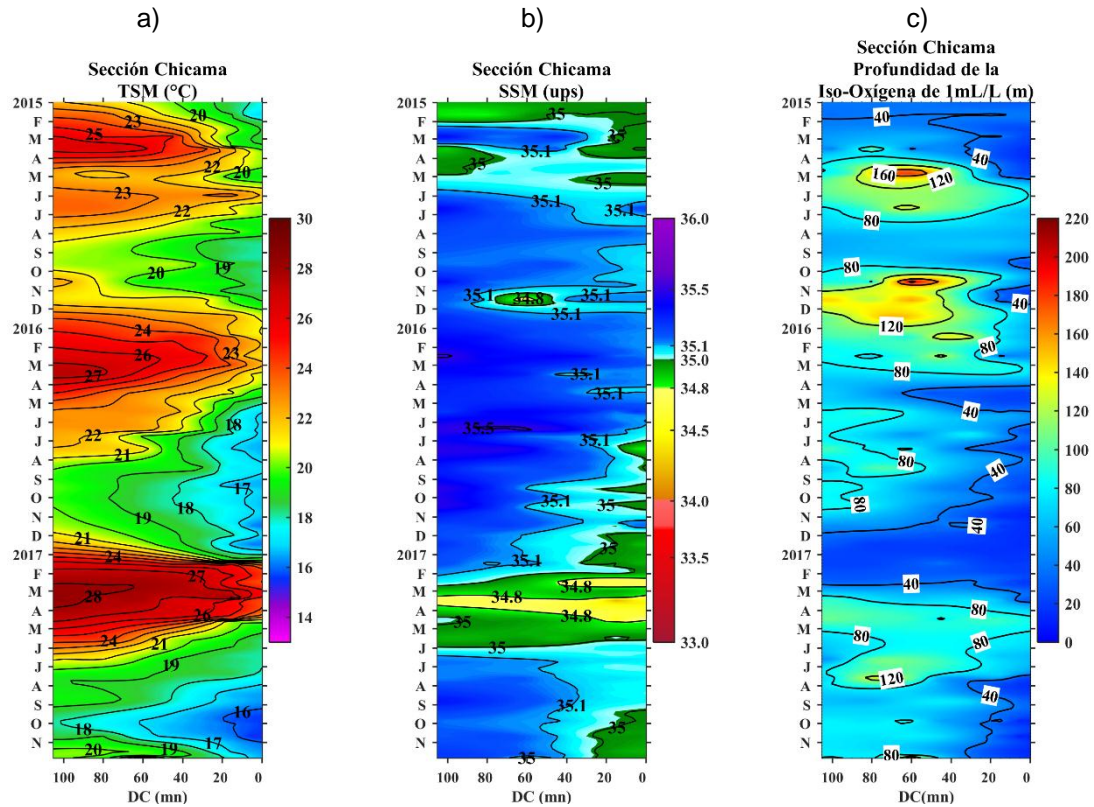


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre del 2017.

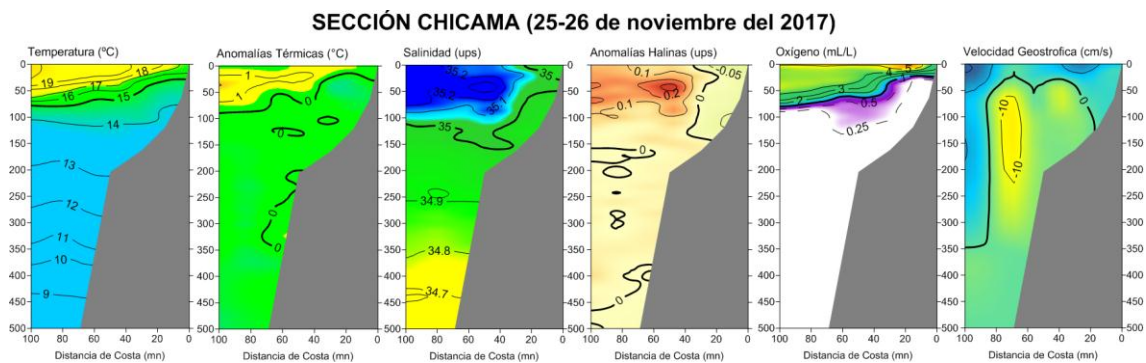


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalia de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (ups), d) Anomalia de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL/L) y f) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 25-26 de noviembre de 2017. Fuente: IMARPE.

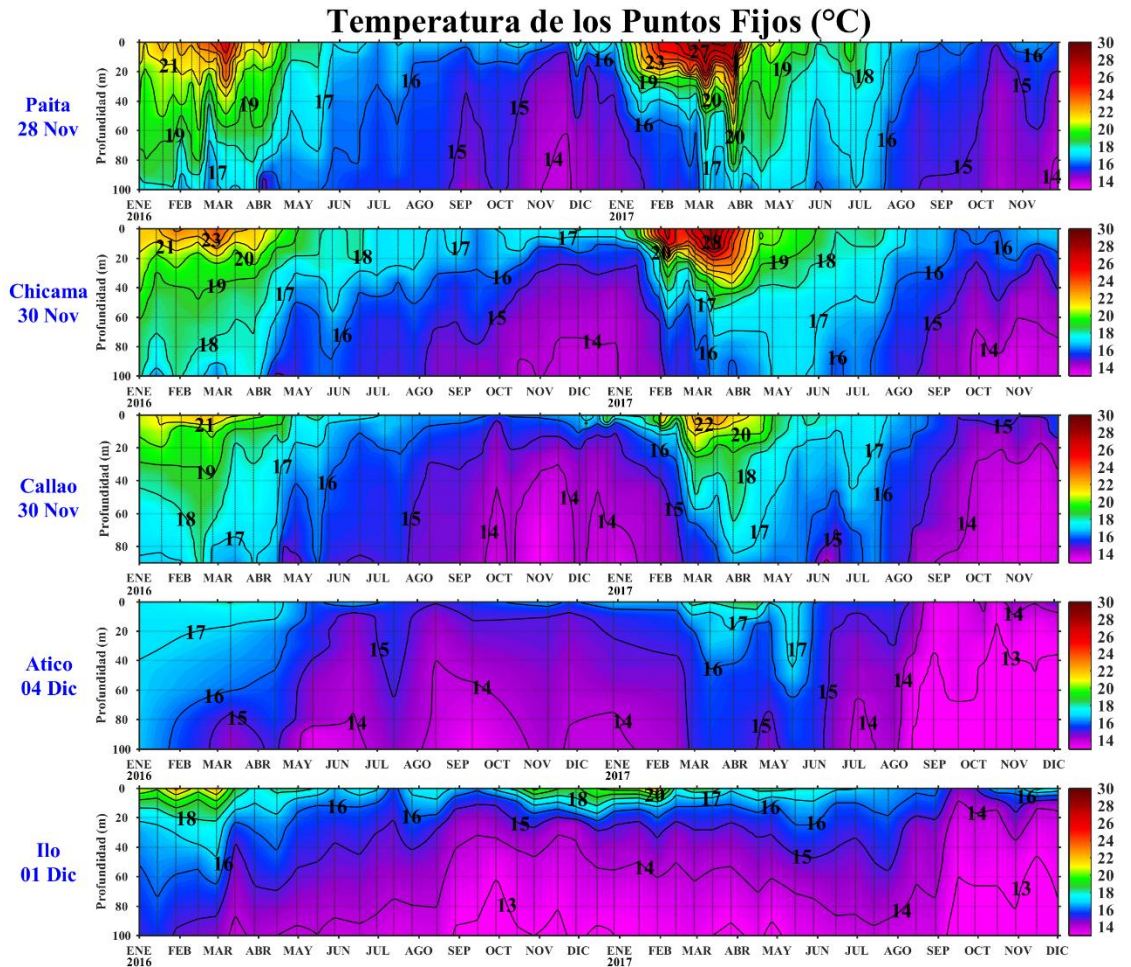


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a noviembre de 2017.

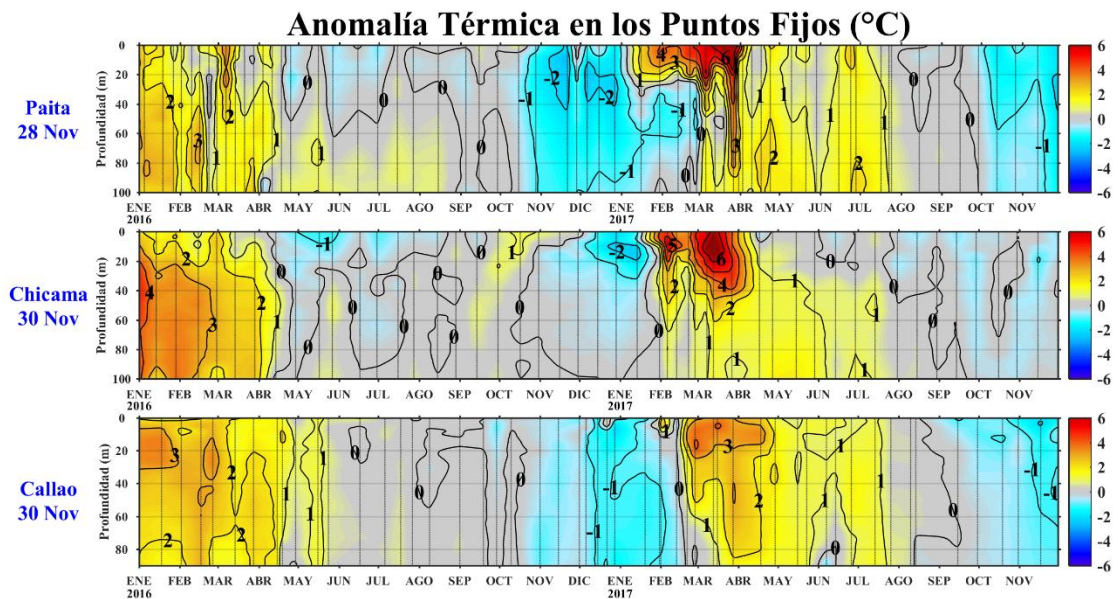


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a noviembre de 2017.

Salinidad de los Puntos Fijos (ups)

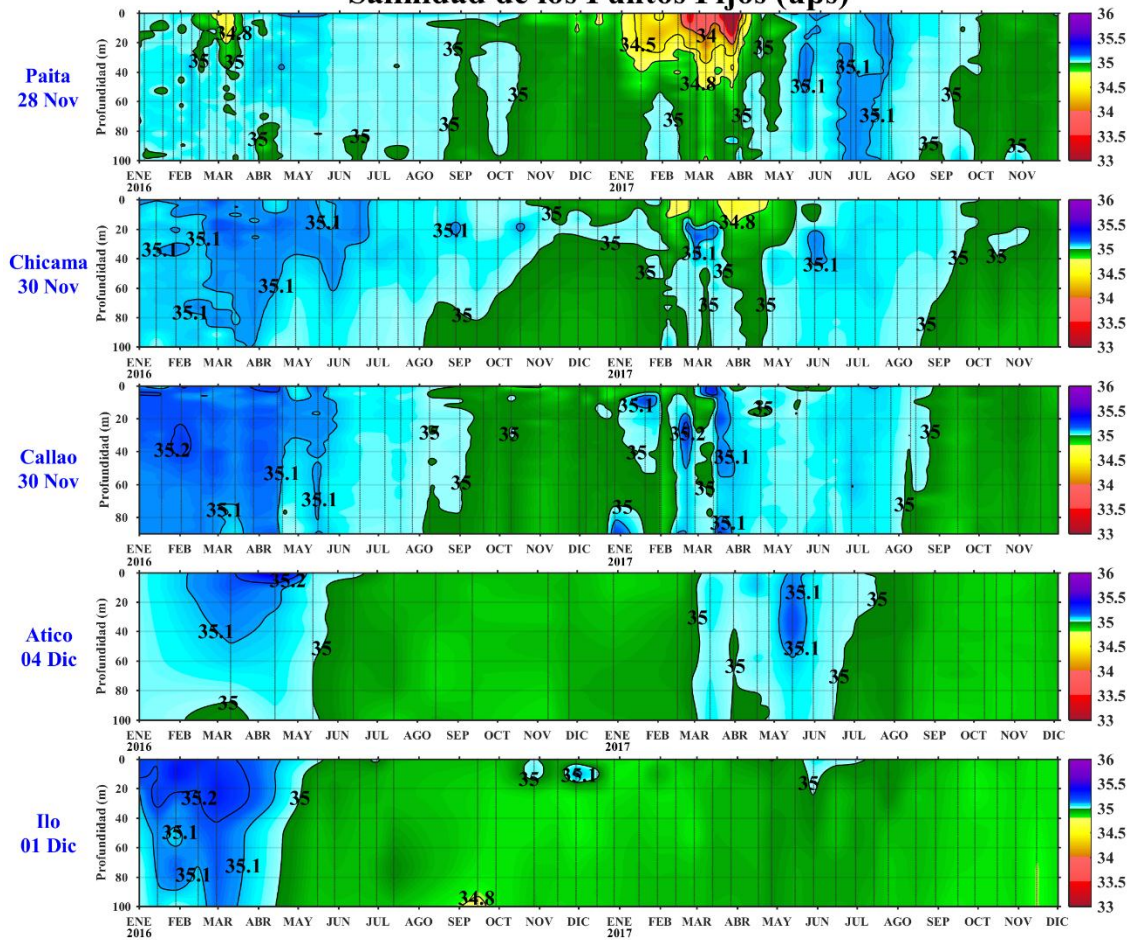


Figura 31. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a noviembre de 2017.

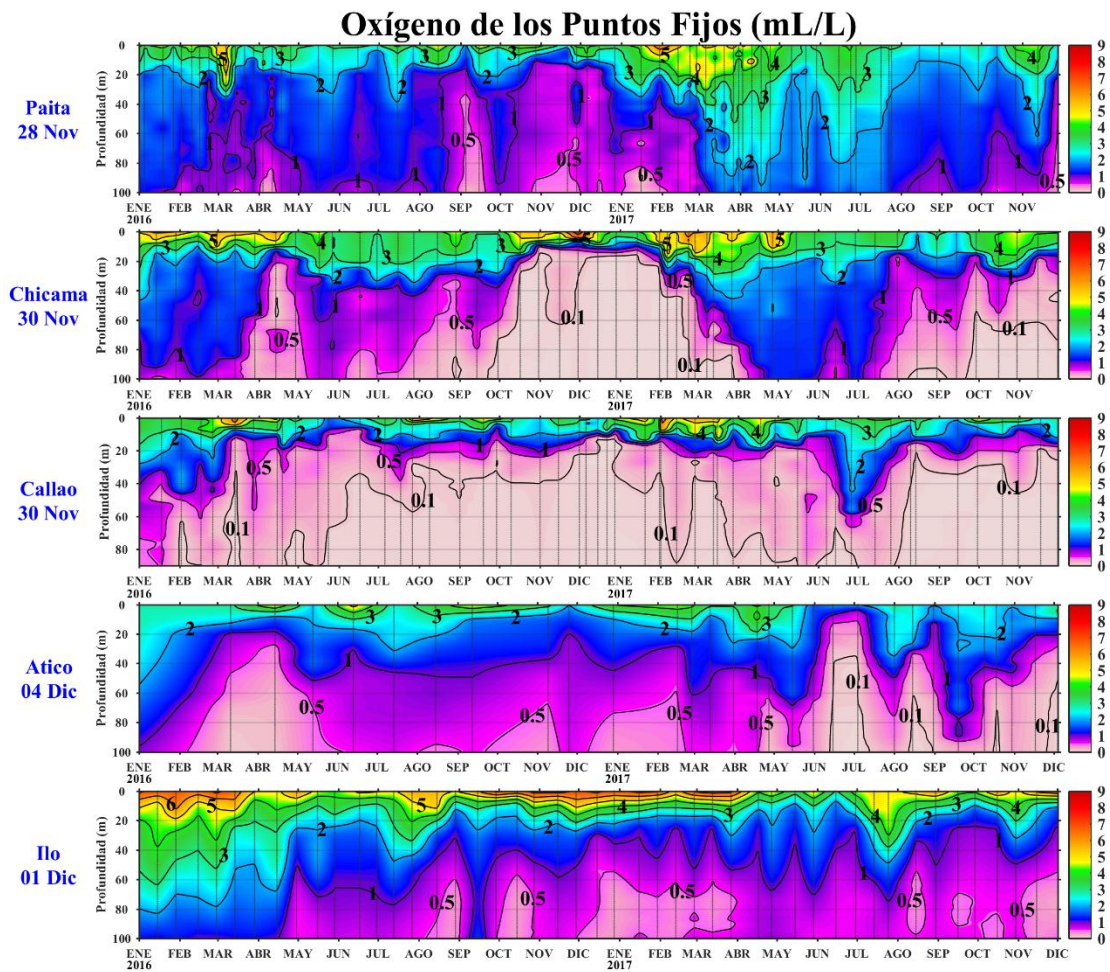


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a noviembre de 2017.

Nitratos en los Puntos Fijos (μM)

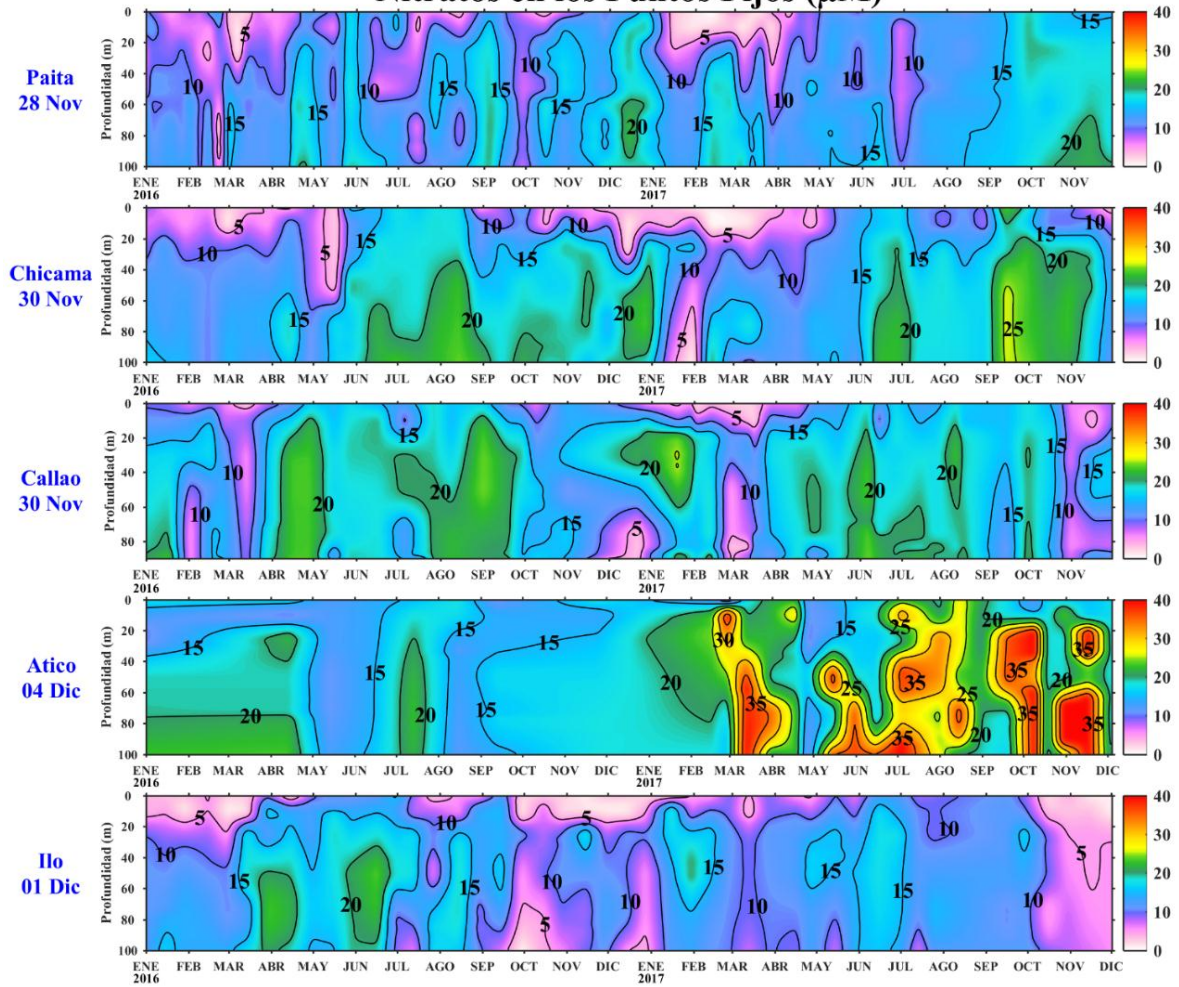


Figura 33. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a noviembre 2017

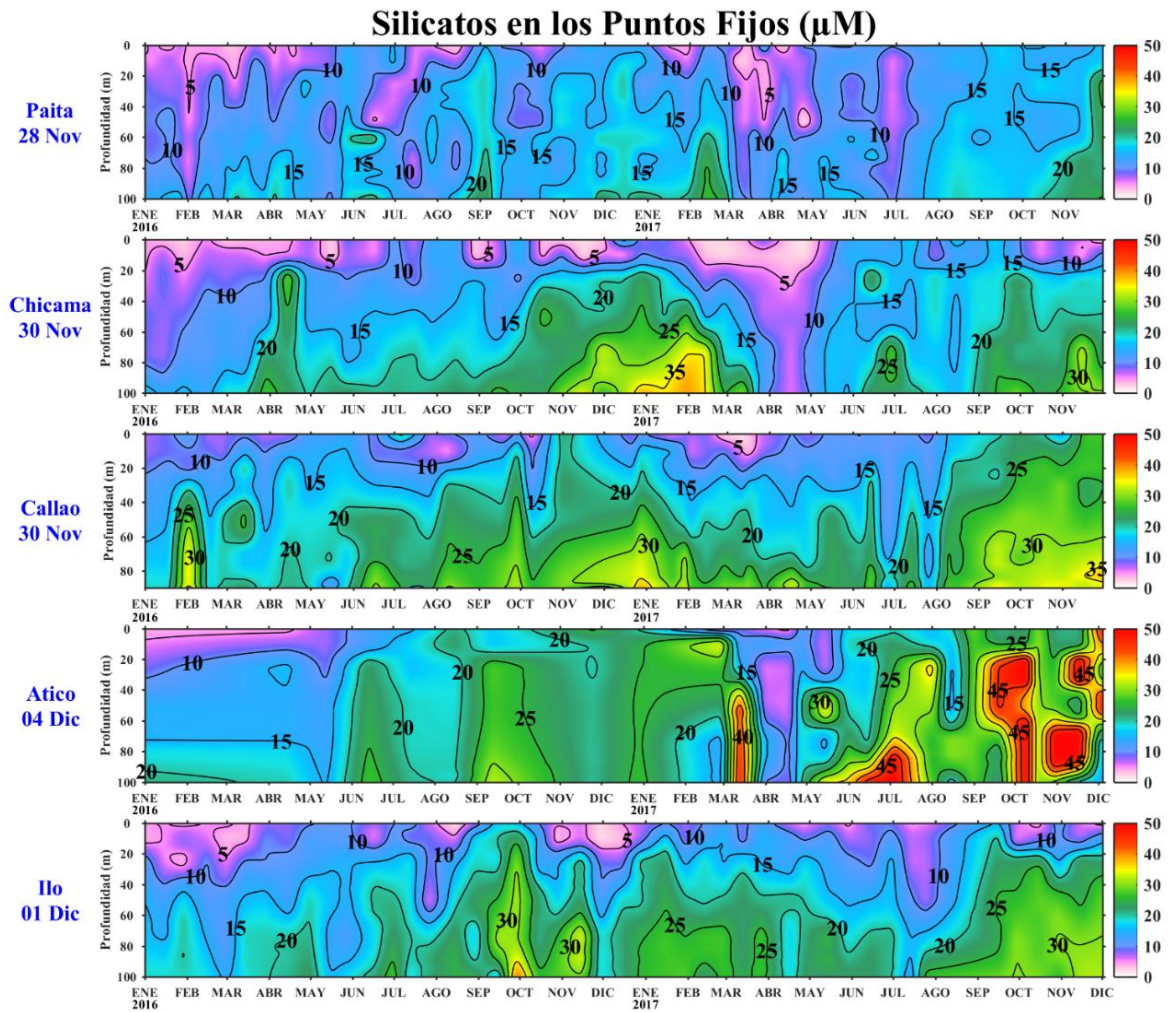


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a noviembre 2017.

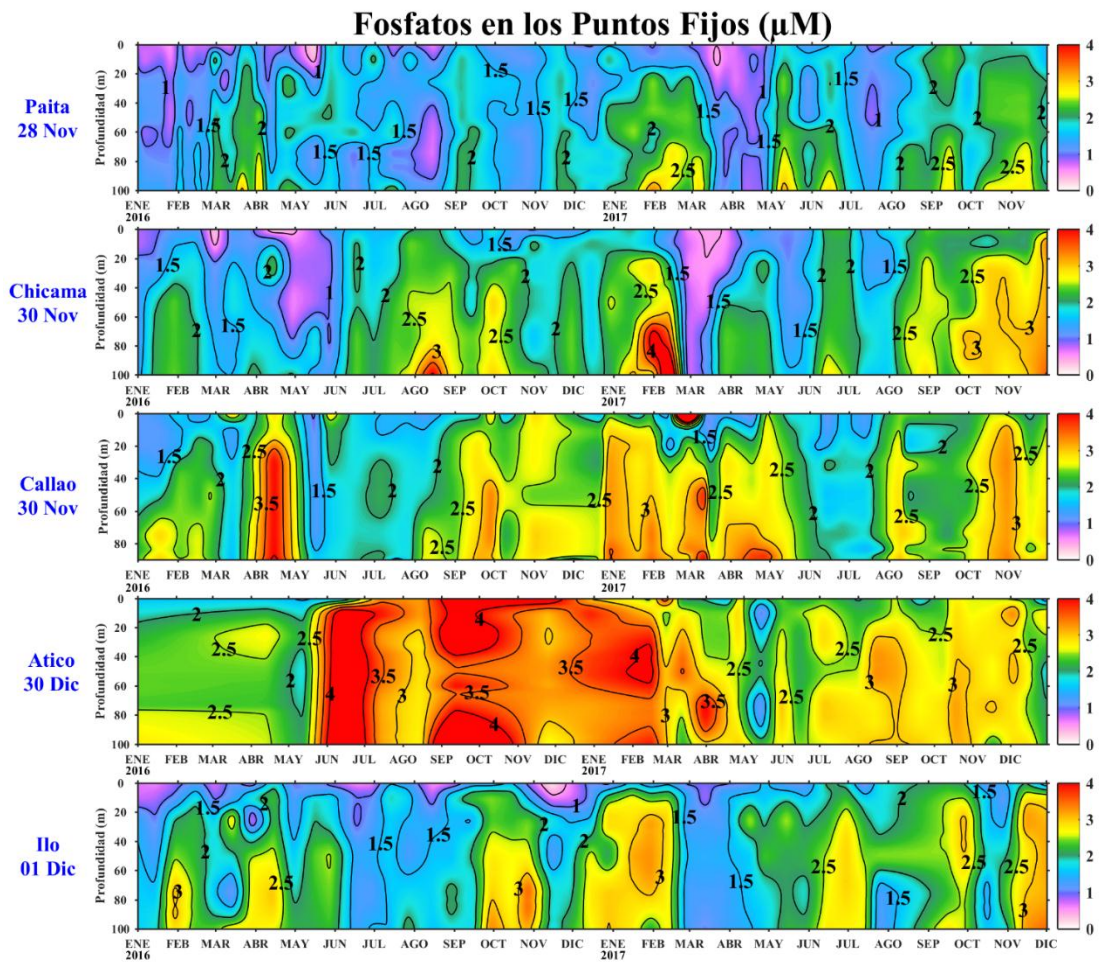


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a noviembre 2017.

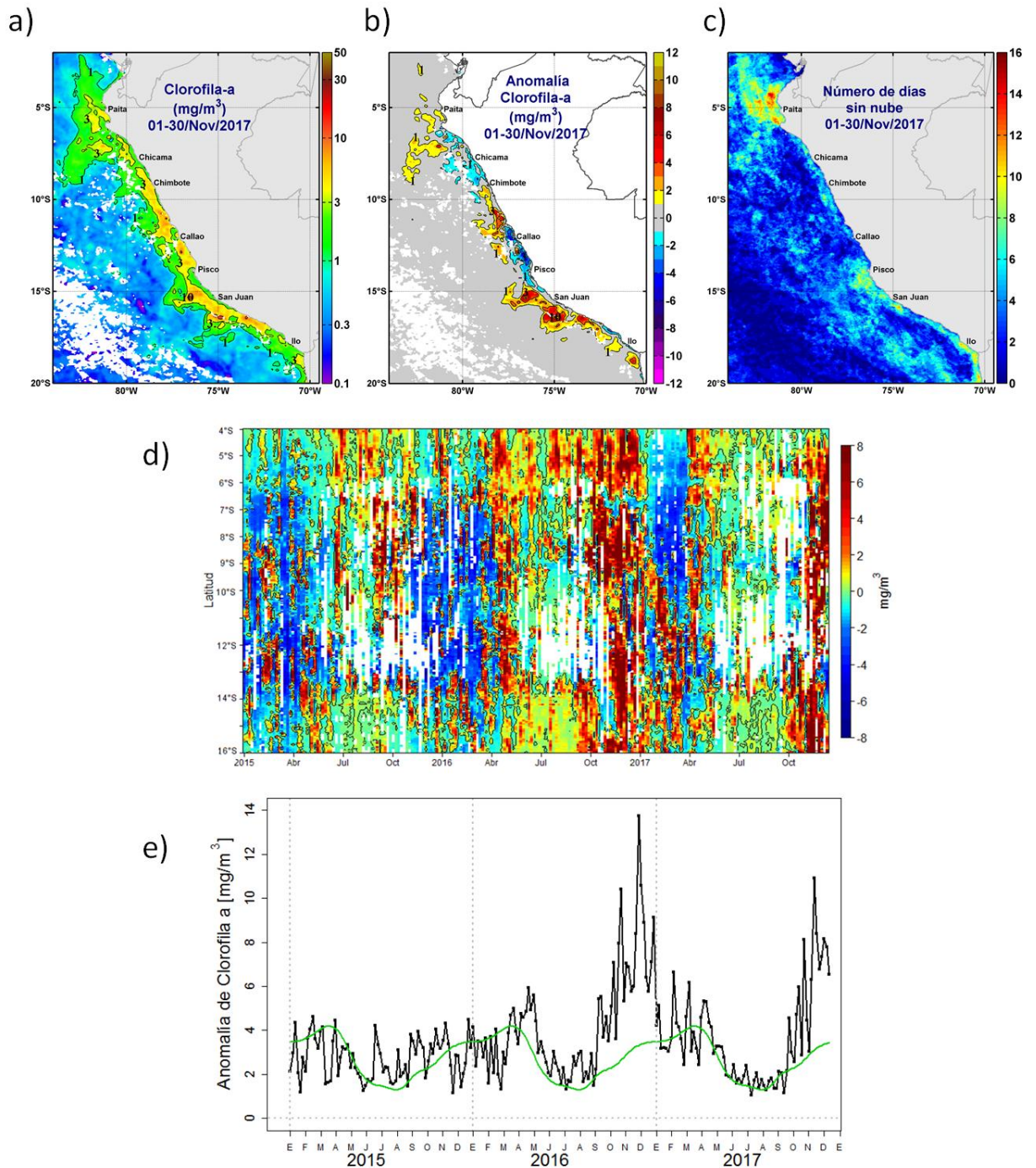


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante noviembre 2017. Número de días con nubes en (c). Hovmuller (d) y serie de tiempo (e) (4°S - 16°S y dentro de los 100 km de la costa) de las concentraciones de clorofila-a satelital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

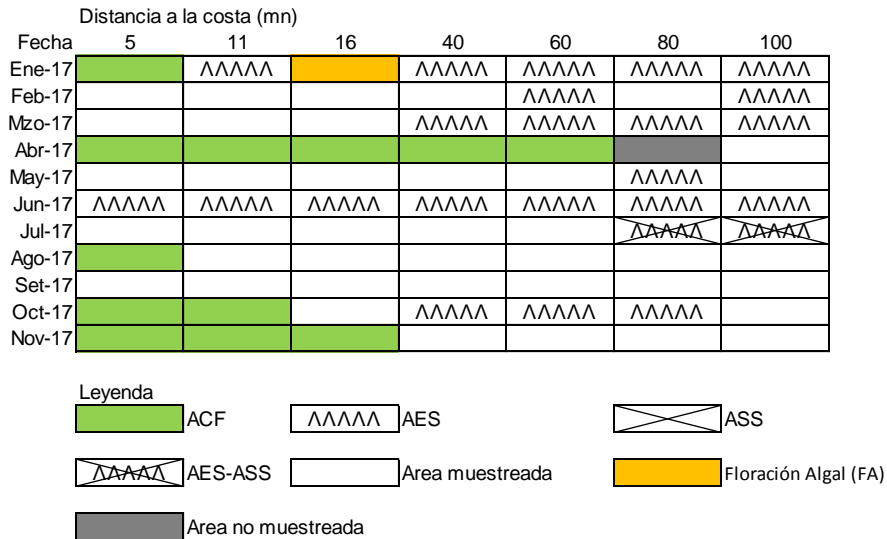


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Paita 1711.

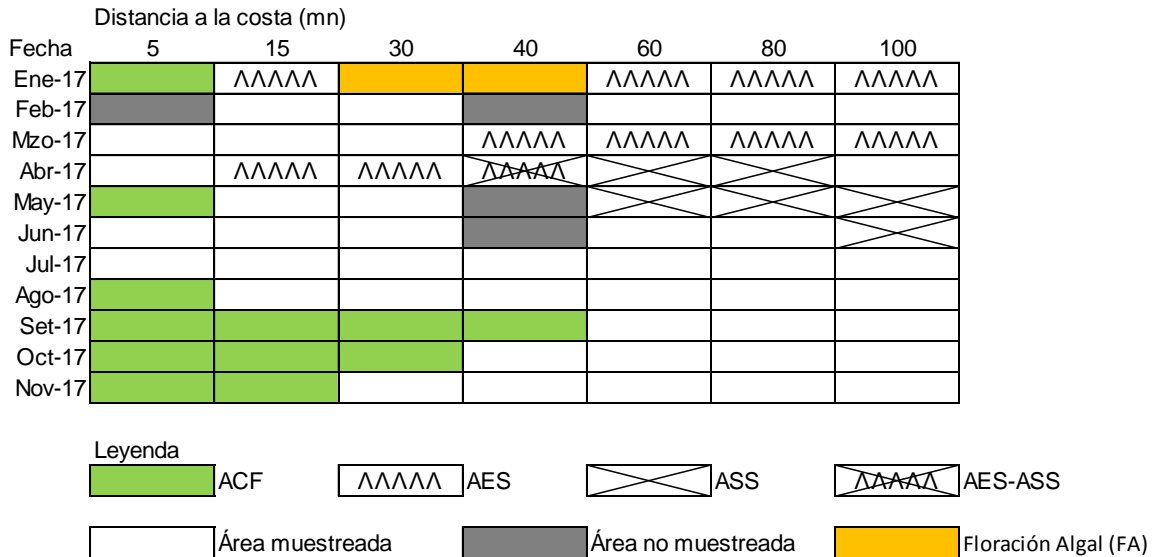


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Chicama 1711.

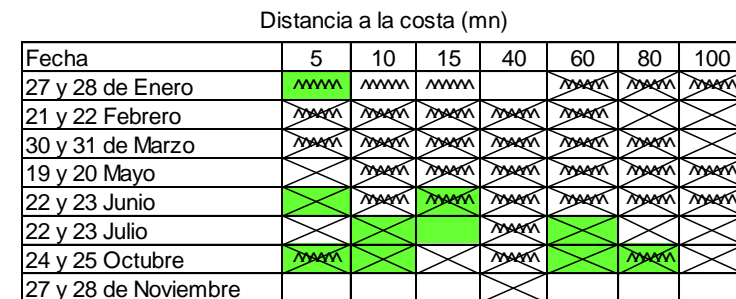


Figura 39. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paita.

Fecha	Distancia a la costa (mn)						
	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	▩		█	█	▩	▩	▩
17 de Setiembre	█	█	▩	▩	█	█	▩
22 y 23 Octubre	█	█		▩		█	█
25 y 26 de Noviembre	█	█	▩	▩	▩	▩	▩

Figura 40. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama.

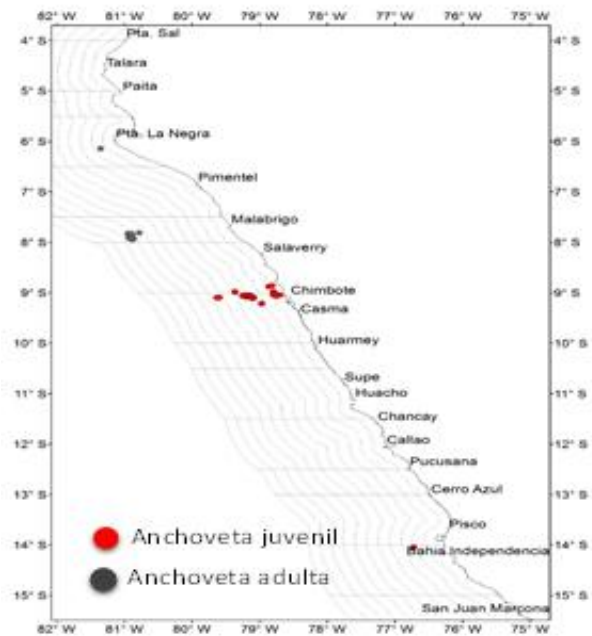


Figura 41. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota Artesanal durante noviembre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

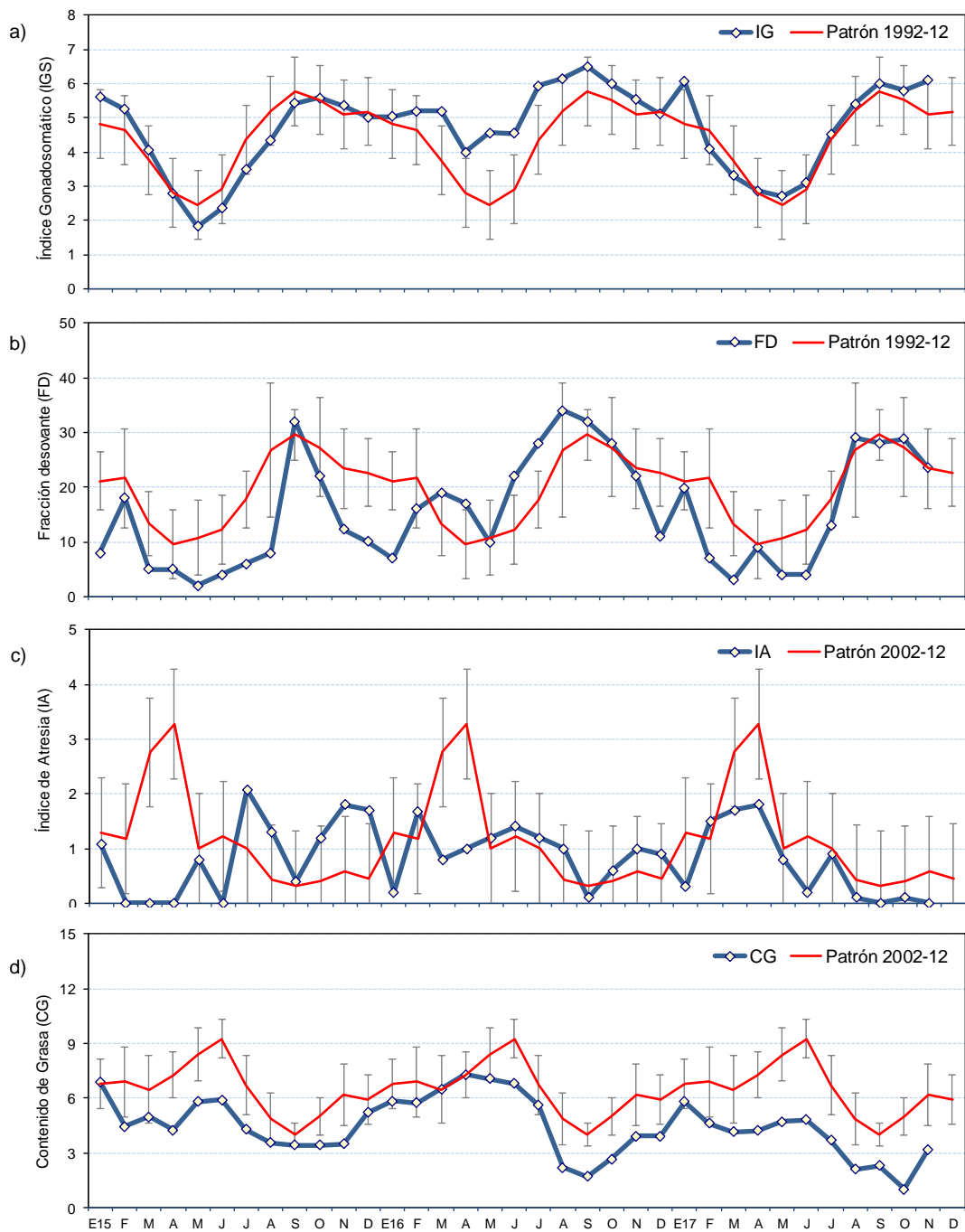


Figura 42. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Grasa del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2015 – Noviembre 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.



Figura 43. Otras especie registradas como pesca incidental en embarcaciones industriales dirigidas a la pesca de anchoveta durante el 23 al 26 noviembre 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

Mid-Nov 2017 Plume of Model ENSO Predictions

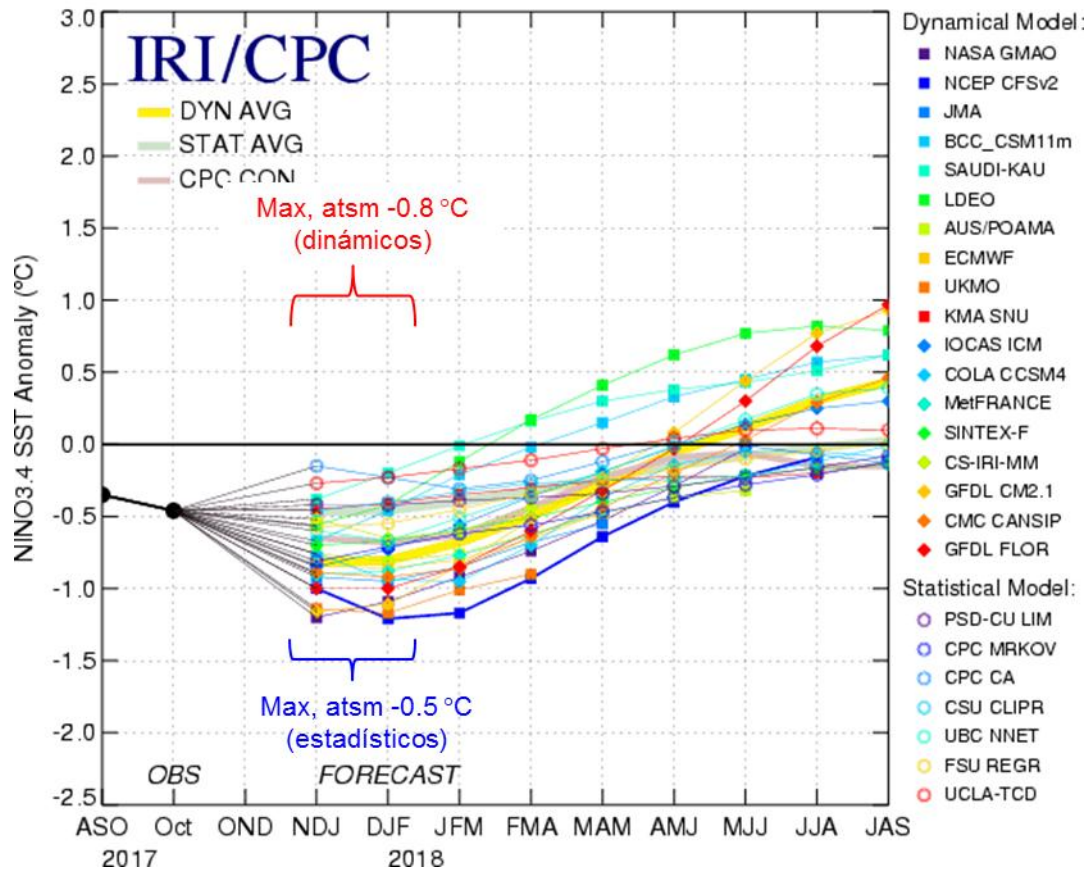


Figura 44. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Noviembre 2017.

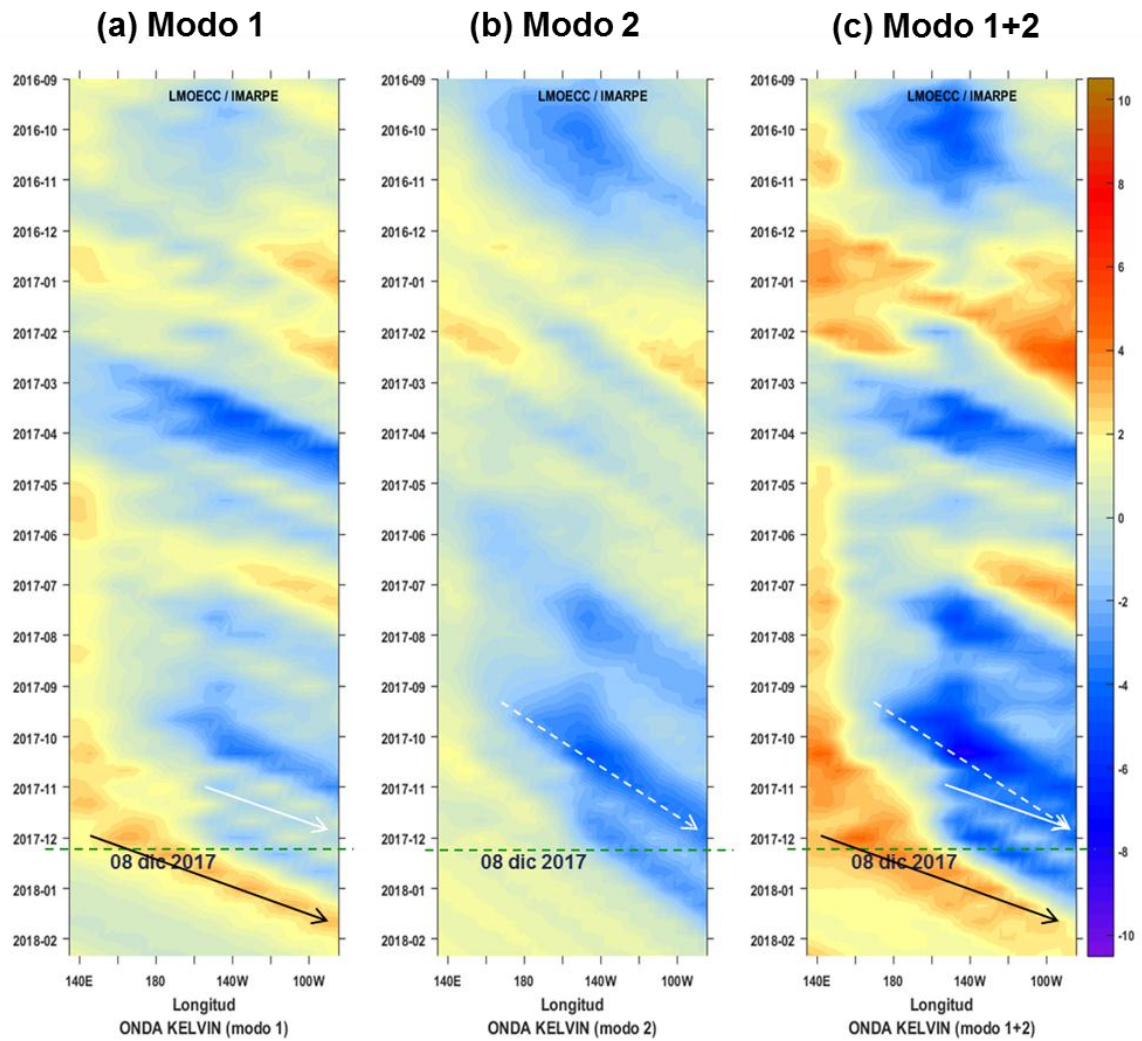


Figura 45. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

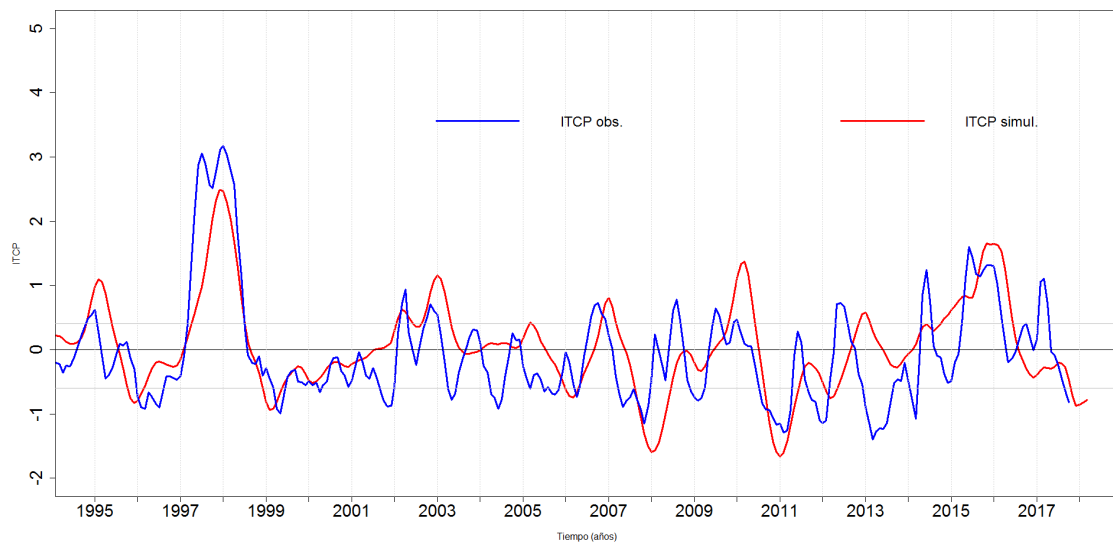


Figura 46. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

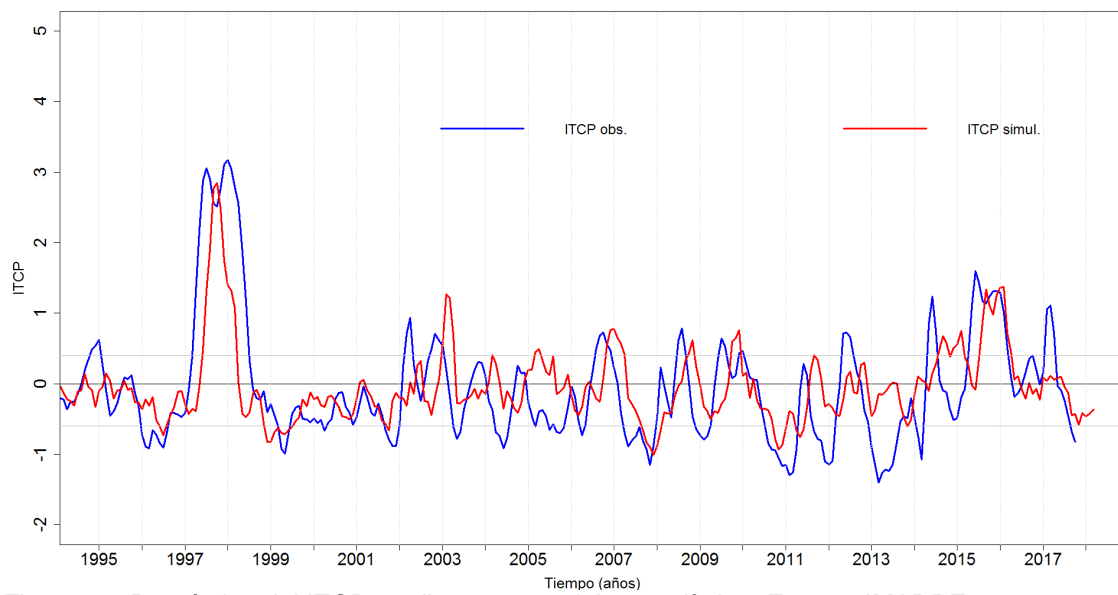


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.