



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ-IMARPE

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO-(GTI-EL NIÑO)

**Informe de las Condiciones
Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Febrero 2018**



Instituto del Mar del Perú
Grupo de Trabajo Institucional El Niño

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico
Pesqueras
Febrero 2018**

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

1.1 Aspectos Meteorológicos

1.1.1. Distribución regional del campo de presión a nivel del mar

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 28 de febrero 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 95°W, 32,5°S con una intensidad máxima de ~1021 hPa, encontrándose desplazado al noreste de su posición normal y con una intensidad menor que su valor climatológico (Figura 1 y 2a). Asimismo, una característica dominante fue la presencia de anomalías positivas de presión en el Pacífico tropical este, y la presencia de anomalías negativas de presión en el Pacífico subtropical (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 DEF 2017-2018 el IAPS presentó un valor de +0,1, menor que su valor anterior (+ 0,9), indicando que el APS se mantuvo en el rango neutro. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima fue - 1,7 hPa (Figura 3).

1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial

La radiación de onda larga mantuvo su condición normal sobre el Pacífico Oriental, aunque anomalías positivas cerca de la línea de cambio de fecha indicaron que la convección fue suprimida en esa región (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo un rango de velocidad entre 2,0 a 7,0 m.s⁻¹ en el área comprendida entre 180°W y 100°W, con dirección predominante de los vientos alisios. Asimismo presentó condiciones neutras a ligeras anomalías del oeste en el Pacífico Central y Oriental, mientras que en el Pacífico Occidental exhibió anomalías del oeste hasta un rango entre +4,0 y +6,0 m.s⁻¹ (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales.

La anomalía mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) presentó una mayor expansión de valores alrededor de -1°C en la región Niño 3 (Figura 6). Los índices basados en la anomalía de la TSM de las regiones Niño variaron en rangos negativos, mostrando una tendencia a la atenuación durante el mes. El último valor semanal de febrero para las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3 fue de -0,2°C, -0,8°C y -0,6°C respectivamente. En la región Niño 1+2, la última anomalía semanal del mes fue +0,2°C (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

La anomalía del contenido de calor de la capa superior del océano (300 m), entre los 180°W y 100°W, mostró una fase de transición de anomalías negativas hacia anomalías positivas durante la segunda quincena (Figura 8). Esto estuvo asociado al debilitamiento del núcleo de anomalías negativas encima de los 100 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 febrero, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de 2,0 a 5,0 m.s⁻¹, siendo la semana del 6 al 10 de febrero la que presentó vientos más débiles, incrementándose ligeramente hasta fines de mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 5,0 y 7,0 m.s⁻¹ (Figura 10). Con respecto a la anomalía, durante las tres primeras semanas se presentaron valores negativos, pero durante la última semana del mes las anomalías fueron ligeramente positivas (Figura 11).

En la franja costera de 40 km se mantuvieron vientos entre 1,0 y 4,0 m.s⁻¹ (Figura 12). Entre tanto, la dirección del viento mostró anomalías del norte al ecuador de los 5°S, mientras que al sur, la dirección del viento mantuvo su dirección normal. La velocidad de viento costero fluctuó entre condiciones normales y anomalías negativas al sur de los 7°S, mientras que al norte de los 7°S, se presentaron anomalías positivas (+1 a +2 m.s⁻¹) (Figura 13).

El afloramiento costero persistió frente a Paita y Talara, mientras que tendió a disiparse al sur de los 5°S, específicamente frente a la costa central. Al norte de los 5°S, el índice de afloramiento costero (IAC) fluctuó entre 300 y 350 m³.s⁻¹.100m⁻¹, mientras que, al sur de los 5°S alcanzó valores <100 m³.s⁻¹.100m⁻¹, disminuyendo significativamente en la segunda quincena en intensidad y persistencia (Figura 14).

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)

La ANMM en la mayor parte de la costa presentó valores positivos mayores a +5 cm, con incidencia de núcleos de +10 cm asociado a flujos anticiclónicos frente a Atico, Pisco-San Juan y Huarmey. En el norte, frente a Paita durante la primera quincena las ANMM se intensificaron hasta superar los +15 cm, asociados a flujos en superficie desde la zona ecuatorial hacia Tumbes, que a su vez se fueron debilitando hacia la segunda quincena. En la última semana se detectaron flujos costeros hacia el norte y paralelos a la costa desde Callao hasta Paita (Figura 15).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, a lo largo de la costa predominaron anomalías positivas de +5 cm, con episodios de anomalías intensas (+15 cm) de corta duración al norte de los 6°S, así como en la zona centro sur (+10 cm) (Figura 16). En promedio, las anomalías máximas alcanzaron su mayor pico primero en Galápagos, luego en la zona centro norte (5°S a 14°S) y luego en la zona sur (14°S a 18°S). Hacia finales de mes se detectó una transición hacia condiciones neutras (Figura 17).

2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral

2.2.2.1 Laboratorios Costeros del Imarpe

La TSM registrada en los Laboratorios Costeros presentó un aumento de su valor promedio mensual de Tumbes a Huanchaco y frente a Ilo, mientras que presentó un descenso entre Chimbote y Pisco. Se presentaron en promedio anomalías negativas en casi todos los Laboratorios Costeros, a excepción de Tumbes y Paita. La TSM mensual varió entre 15,1 °C (Callao) a 29,3 °C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -3,2 °C (Chimbote) a +1,3 °C (Tumbes) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en los Laboratorios Costeros presentó mayormente anomalías negativas a excepción de Tumbes, Paita e Ilo. En Tumbes, Paita e Ilo predominaron las anomalías positivas durante todo el mes, aunque con menos intensidad en Ilo. En San José, Chicama y Huanchaco prevalecieron las anomalías negativas, aunque entre el 15 al 20 de febrero se observaron anomalías positivas. En Chimbote, Huacho, Callao se observaron anomalías negativas durante todo el mes, mientras que en Pisco la ATSM mostró alternancia de anomalías positivas y negativas, con predominancia de las últimas (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) exhibió el valor de -1,14 °C para el trimestre DEF 2017-2018 y un valor mensual de febrero de -1,37°C, continuando la tendencia negativa de las anomalías térmicas mensuales en el litoral peruano presente desde meses atrás (Figura 19).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y ATSM.

Frente a la costa centro-norte fuera de las 100 mn, la TSM se incrementó de 25°C a 27°C, mientras que en el codo peruano-chileno se incrementó hasta 25°C. En la zona costera la extensión de aguas menores a 20°C se redujo a celdas ubicadas en la costa central, mientras que las isotermas de 23°C se aproximaron hasta la zona de Paita (Figura 20). En general, en la zona oceánica la TSM se presentó en el rango normal de acuerdo a su climatología. Frente a Tumbes la anomalía (ATSM) alcanzó +1°C proyectándose desde la costa hacia la zona oceánica. En la zona centro-norte la ATSM presentó valores de -3°C en la primera semana, atenuándose luego (Figura 21). En la franja de 60 mn, desde Huacho (11°S) hacia el sur, en promedio las anomalías negativas se atenuaron durante el mes hasta valores cercanos a cero (Figura 22), aunque persistió una delgada franja de anomalías negativas muy próxima a la costa (Figura 21).

Durante el trimestre DEF 2017-2018, El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari *et al* 2016), alcanzó un valor de -1,32, confirmando la condición fría en la franja costera frente a Perú y continuando con la tendencia negativa de los últimos meses. El valor mensual de febrero alcanzó -1,11, reduciéndose en magnitud respecto al mes anterior (Figura 23).

2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar

2.2.3.1 Información del modelo HYCOM

Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con salinidad mayor a 35,1 ups, estuvieron alejadas de la zona costera, salvo frente a Huarmey-Callao e Ilo. En el norte las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) con salinidad menor a 34,8 ups se habrían desplazado hasta Salaverry, así como las Aguas Tropicales Superficiales (ATS, menores a 33,8 ups), se habrían aproximado a la zona de Tumbes.

En la zona ubicada entre Callao y Atico, las aguas de mezcla de salinidad intermedia, habrían tendido a replegarse a la costa en la última semana del mes (Figura 24).

2.2.4 Secciones Oceanográficas

2.2.4.1 Paita (27 - 28 de febrero)

La TSM presentó valores entre 23° y 24°C en toda la sección a finales de febrero, mostrando un incremento de hasta 5,0°C con respecto a enero en la zona costera y una transición de ATSM de -3,0°C a +2,0°C dentro de las primeras 40 mn (Figura 25 a, b, Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15° a 24°C con una débil termoclina. La isoterma de 15°C se presentó entre los 50 y 70 m de profundidad, mostrando una leve profundización respecto al mes pasado. Sobre los 20 m en toda la sección se registró anomalías positivas, siendo más intensa en la zona costera con valores de hasta +2,0°C (Figura 26 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró la presencia de ATS por dentro de las 40 mn, y en el resto de la sección AES hasta los 25 - 40 m de profundidad (Figura 25 c, Figura 26 c), lo cual generó anomalías de hasta -0,50 ups en la capa superficial por dentro de las 60 mn (Figura 26 d). Por debajo de los 40 m se detectaron aguas de mezcla; condiciones normales para la temporada (Figura 26 c, d).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL.L⁻¹, asociada a la oxiclina, se profundizó ligeramente a 40 m de profundidad en toda la sección de 100 mn (Figura 25 d, Figura 26 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD<0,5 mL.L⁻¹), se detectó a 50 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 150 m y dentro de las 40 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con velocidades de hasta 30 cm/s, así como dos flujos hacia el norte entre las 80 y 100 mn, el primero sobre 40 m y el segundo a 150 - 450 m, con velocidades de hasta 10 cm/s y 40 cm/s, respectivamente (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (21-22 de febrero)

La TSM presentó la isoterma de 20°C a 15 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 25 mn en enero. Afuera de los 80 mn se determinaron valores de TSM de hasta 26°C y una transición de ATSM de +1,0°C a +2,0°C por fuera de las 80 mn (Figura 27 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15°C y 26°C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15°C se presentó a 50 - 75 m de profundidad, siendo más somera en la zona costera. En los primeros 50 m de profundidad, por fuera de las 60 mn se determinaron anomalías térmicas de hasta +5,0°C y en la zona costera se estimaron anomalías de hasta -1,0°C (Figura 28 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró a las ASS por fuera de las 65 mn y en sub-superficie (10 - 50 m) por fuera de las 20 mn, con mayor cobertura espacial respecto a enero, mientras que en la zona cerca a la costa se presentaron las aguas costeras frías ACF (Figura 27 c, Figura 28 c). Como consecuencia de esta distribución se observó anomalías halinas positivas de hasta +0,20 ups sobre los 50 m y por fuera de las 50 mn, asociadas a las ASS y condiciones normales cerca a la costa (Figura 28 d).

La distribución del OD 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⁻¹, se presentó a unos 30-50 m de profundidad siendo más somera en la zona costera (Figura 27 d). El borde superior de la ZMO mostró el mismo comportamiento de la oxiclina (Figura 28 e).

Por otra parte, se observó dos núcleos de flujo geostrofico con dirección al norte, uno restringido a los primeros 20 m por dentro de las 40 mn, y otro más profundo (hasta los 40 m) fuera de las 60 mn, con velocidades máximas de 10 cm/s y 30 cm/s, respectivamente (Figura 28 f).

2.2.5 Estaciones fijas costeras

El monitoreo de alta frecuencia de la columna de agua (<100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre 14° y 24°C, en Chicama entre 14° y 19°C, en Callao y Atico entre 14° y 18°C y en Atico entre 14° y 17°C, detectándose en general una leve profundización de las isothermas más profundas (Figura 29). En Paita se detectó anomalías de hasta +1,0°C en los primeros 15 m y anomalías de hasta -2,0°C en el resto de la columna de agua, en Chicama anomalías negativas con valores de -2,0°C en los primeros 30 m, y en Callao anomalías de hasta -1,0°C en toda la columna de agua (Figura 30).

Los registros de la salinidad confirmaron en Paita la presencia de ATS sobre los 20 m y AES a 20 - 40 m, mientras que en las demás estaciones fijas se evidenció la predominancia de ACF con pequeños núcleos de agua de mezcla entre ASS y ACF durante el mes (Figura 31).

En cuanto al OD, se determinó 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⁻¹ a unos 20 - 60 m de profundidad. En Paita la iso-oxígena de 0,5 mL.L⁻¹ se detectó a unos 60 - 80 m de profundidad mientras que en Ilo se registró una profundización abrupta de la iso-oxígena de 0,5 mL.L⁻¹ a más de 100 m desde inicios del mes (Figura 32).

2.2.6 Fertilidad y Productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

En general los nutrientes exhibieron fluctuaciones variadas en las estaciones fijas costeras, sin una tendencia uniforme entre sí.

Los nitratos mostraron un descenso de sus concentraciones en la columna de agua hacia fines de enero 2018 en las estaciones fijas. En Paita, la isolínea de 10,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se profundizó de ~ 40 m a 100 m entre inicios y fines del mes. En Chicama predominaron las concentraciones de 5,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en la columna de agua. En Callao se superficializó la isolínea de 5,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de 100 a ~ 40 m y se observó un núcleo de 10,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ durante la primera quincena entre 20 a 50 m. En Ilo las concentraciones fueron de ~ 8,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en promedio en la columna de agua (Figura 33).

Los silicatos disminuyeron frente a Paita e Ilo y aumentaron ligeramente en Chicama y Callao durante el mes. En Paita se observó una profundización de la isolínea de 20,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de los 60 a 90 m entre inicios y fines de mes. En Chicama y Callao se observó la superficialización de las isolíneas de 25,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (80 a 60 m) y 30,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (100 a 30 m) respectivamente debajo de los ~ 40,0 m (Figura 34).

Los fosfatos aumentaron en Callao e Ilo respecto a finales de febrero, mientras que en Paita y Chicama disminuyeron. En Paita la columna de agua presentó una concentración de 1,5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ y en Chicama las concentraciones disminuyeron de 3,0 a 2,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. En Callao e Ilo las concentraciones aumentaron de ~ 1,0 a ~ 2,5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ y de ~ 2,0 a ~ 2,8 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ respectivamente entre principios y fines del mes en la columna de agua (Figura 35).

2.2.6.2 Clorofila-a

La concentración de clorofila-a satelital presentó valores entre $\sim 3,0$ a $\sim 5,0$ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ dentro de las 60 mn frente a Callao, San Juan e Ilo y en una zona más oceánica (60 – 160 mn) desde los 6°S a 10°S. En promedio las concentraciones presentaron anomalías negativas durante el mes de febrero, especialmente al norte de los 14°S. Entre los 6°S – 14°S y dentro de las 60 mn las anomalías fluctuaron entre $-1,0$ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a $-4,0$ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, mientras que a mayor distancia de la costa (100 mn) se presentaron anomalías positivas ($\sim + 3,0$ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) entre Chicama y Chimbote (figura 36).

Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico es la cantidad de luz incidente la cual es afectada por la presencia de nubes. La baja productividad durante febrero 2018 estaría relacionada a la gran presencia de nubes a lo largo de la costa (7°S – 15°S) dentro de las 60 mn (~ 4 días sin nubes en promedio); mientras que hacia el sur y también fuera de la costa (~ 100 mn) se observaron zonas con menor presencia de nubes, principalmente frente a Chimbote (~ 15 días sin nubes) (figura 36c).

2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

Paita

Durante febrero, hubo ausencia de indicadores de masas de agua frente a Paita (Figura 37). La predominancia del fitoplancton fue del 71%, representada por una comunidad conformada principalmente por diatomeas tanto de aguas cálidas (*Detonula confervacea*, *Proboscia alata* f. *alata*, *Proboscia alata* f. *gracillima* y *Planktoniella sol*) como neríticas (*Rhizosolenia styliformis*, Grupo *Pseudo-nitzschia delicatissima* y *P. pungens*), dentro de las categorías de “Abundante”. Además, se observó gran diversidad de dinoflagelados termófilos entre éstos sobresalieron por su frecuencia *Ceratium azoricum*, *C. masiliense*, *C. contortum*, *C. trichceros*, *Podolampas bipes*, *Amphisolenia bidentata* y *Goniodoma polyedricum*, que se presentaron en la categoría de “Presente”.

Chicama

Frente a Chicama, durante el mes de febrero tampoco se detectaron indicadores biológicos de masas de agua (Figura 38). La composición del fitoplancton, estuvo conformada por el grupo de diatomeas destacando *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros didymus*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. concinnus* y *Thalassionem nitzschioides* que se presentaron en la categoría de “Abundante”, distribuidas principalmente dentro de las 5 mn. Entre las 15 y 40 mn se apreciaron otras diatomeas en la categoría de “Escaso”; entre éstas se determinaron al Grupo *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros affinis*, *Pseudo-nitzschia pungens* y al dinoflagelado *Ceratium furca*. Entre las 40 y 100 mn se presentaron los dinoflagelados de distribución cosmopolita (*Protoperidinium depressum*, *Prorocentrum micans*, *Ceratium tripos* y *C. dens*,) como aquellos termófilos, ambos con alta riqueza de especies (*Goniodoma polyedricum*, *Pyrophacus steinii*, *Ceratium lunula*, *Protoperidinium grande*, *Pyrocystis fusiformis*, *Ceratium gibberum* var. *dispar*, *Dinophysis tripos* y *Ceratium azoricum*).

2.2.7.2 Indicadores Biológicos del Zooplancton.

Chicama

Se observó la presencia del copépodo *Eucalanus inermis*, especie asociada a ACF, entre las 15 y 40 mn de la costa, con abundancias entre 4 y 218 Ind/muestra. El copépodo *Acartia danae* y los moluscos holoplanctónicos (*Atlanta gaudichaudi*, *Limacina trochiformis* y *Cavolinia inflexa*), especies indicadoras de ASS, se localizaron entre las 30 y 50 mn de la costa, con abundancias entre 1 y 1954 Ind/muestra (Figura 39).

A nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos y larvas de anchoveta distribuidos dentro de las 40 mn, con abundancias de 1-360 huevos/muestra y 2-81 larvas/muestra. Además se determinaron huevos y larvas de la especie *Vinciguerria lucetia* localizadas por fuera de las 50 mn con valores de 1-730 huevos/muestra y 1-4 larvas/muestra.

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 la pesquería de anchoveta

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 28 de febrero del 2018 ascendió a 734 mil toneladas, siendo el 100 % anchoveta, con presencia de jurel, caballa, múnida y merluza (Tabla 2).

Distribución, capturas y tallas de la anchoveta

El desembarque de anchoveta en la región sur al 28 de febrero alcanzó aproximadamente las 77 625 mil toneladas. La tasa de captura diaria de anchoveta fue de 2 300 toneladas, siendo superior en la primera quincena de febrero 3 800 t, disminuyendo a 1 500 t en la segunda quincena debido a una menor disponibilidad del recurso, alta incidencia de juveniles, y cierre de áreas. Durante este periodo el desembarque de anchoveta se distribuyó desde Atico (16°S) hasta Morro Sama (18°S), dentro de las 20 mn, con las mayores capturas frente a Ilo (Figura 40).

En la región norte – centro, la flota artesanal y de menor escala para anchoveta operó dentro de las 10 mn de distancia a la costa en tres (03) zonas de pesca: la zona norte, entre Paita – Bayovar (5°S) y Chimbote (9°S) y en la zona centro, frente a Pisco (13°S). En la región sur, no se registró desembarques.

Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) mostraron que el recurso se encuentra desovando (Figura 41).

3.2. Presencia de especies indicadoras

La información del Seguimiento de la Pesquería mostró la incidencia de múnida o camaroncito rojo, indicador de condiciones frías, desde el sur de Atico hasta Ilo ($16^{\circ}\text{S} - 17^{\circ}30'$) dentro de las 20 mn, y jurel juvenil entre Mollendo e Ilo ($17^{\circ}\text{S} - 17^{\circ}30'$) dentro de las 10 mn (Figura 42).

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

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) de las agencias internacionales (IRI, enero 2018), indican un debilitamiento de las condiciones La Niña, y se espera una transición hacia condiciones neutras en el otoño austral 2018. Esta transición alcanzaría tanto la región Niño 3.4 como la región Niño 1+2 (Figura 43, Figura 44).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Según la simulación del modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002), durante febrero 2018, la onda Kelvin fría (modo 2) continuó su propagación hacia el extremo del Pacífico ecuatorial oriental, y llegaría en marzo 2018. Por otro lado, una onda Kelvin cálida (modo 1) se generó en febrero 2018 pero su amplitud es atenuada debido a las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central. Además, otra onda Kelvin cálida (modo 2) también fue generada en febrero 2018 y se espera que continúe su propagación hacia el extremo del Pacífico ecuatorial oriental, llegando entre abril y mayo 2018 (Figura 45).

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

El modelo basado en las salidas del 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 en el IAPS (Chamorro et al., en prep.) pronosticaron anomalías negativas de TSM, pero dentro de las condiciones neutras, entre marzo y junio 2018 para el ITCP (Figuras 46 y 47).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico ecuatorial continuó el desarrollo de La Niña, se observó una tendencia a la declinación de las anomalías negativas de la TSM, así como ligeras anomalías de vientos del oeste, particularmente en el Pacífico occidental. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado al noreste de su posición normal, con una intensidad menor que su valor climatológico.
- 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 ligeras anomalías negativas al sur de los 10°S . El afloramiento costero perdió intensidad y persistencia al sur de los 5°S .

- La TSM presentó anomalías de +1°C frente a Tumbes. Entre los 5 y 14°S, se detectaron anomalías negativas de -2°C, mientras que al sur de los 14°S las anomalías negativas tendieron a atenuarse en la segunda quincena. Los índices de variabilidad térmica costera continuaron mostrando valores negativos, confirmando la condición de La Niña frente a la costa peruana.
- En las secciones oceanográficas de Paita y Chicama, se detectó la presencia de ATS-AES y ASS en toda la capa superficial y por fuera de las 20 mn, respectivamente; mientras que en la zona costera frente a Chicama se presentaron aguas de mezcla y ACF. Frente a Paita, se determinaron anomalías positivas de temperatura en la capa superficial y anomalías negativas de -1°C entre los 50 y 100 m, así como condiciones normales de temperatura a mayor profundidad. La posición de la oxiclina ascendió en la columna de agua respecto al mes de enero, ubicándose a unos 40 m de superficie. Frente a Chicama, también se detectaron anomalías positivas de temperatura fuera de las 60 mn vinculadas al acercamiento de las ASS, que alcanzaron +5°C a 100 mn. En el resto de la sección predominaron condiciones normales de temperatura, con un pequeño núcleo de anomalías negativas (-1°C) a 50 mn debajo de la superficie. La oxiclina se presentó a una profundidad promedio de 40 m, más somera que en enero fuera de la costa.
- Frente a Paita, en la zona costera se detectaron flujos al sur sobre los 150 m de profundidad (20 cm/s) y a 70 – 100 mn, dos flujos al norte, tanto en la capa superficial como a 200-400 m de profundidad (30 cm/s). Frente a Chicama también se detectaron flujos al norte, superficiales, dentro de las 40 mn y fuera de las 60 mn, con velocidades de hasta 30 cm/s.
- Respecto a enero, las estaciones fijas costeras monitoreadas (100 m) mostraron isotermas más profundas y mayores concentraciones de OD en la capa superficial, mientras que los nutrientes exhibieron fluctuaciones variadas. Las anomalías térmicas en la estación costera de Paita alcanzaron valores de hasta +2,0°C en la capa superficial (<15 m) y valores negativos de hasta -2°C a más de 30 m, mientras que Chicama y Callao exhibieron anomalías negativas de temperatura en toda la columna de agua, con valores de hasta -2,0°C.
- La concentración de clorofila-a satelital fluctuó entre ~ 3 a ~ 5 mg.m⁻³ dentro de las 60 mn frente a Callao y San Juan e Ilo y entre 60 – 160 mn desde los 6°S a 10°S. Dentro de las 60 mn se presentaron anomalías negativas (-1 a -4 mg.m⁻³). A 100 mn de la costa, entre Chicama y Chimbote se presentaron anomalías positivas de + 3 mg.m⁻³.
- La pesca industrial de anchoveta se desarrolló en la zona sur y su distribución principalmente se encontró desde Atico (16°S) hasta Morro Sama (18°S), dentro de las 20 mn, con las mayores captura frente a Ilo. En la región Norte–Centro, la flota artesanal y menor escala para anchoveta operó dentro de las 10 mn de distancia a la costa en tres zonas de pesca: la zona norte, entre Paita-Bayovar (5°S), Chimbote (9°S) y en la zona centro, frente a Pisco (13°S). En la región sur, no se registró desembarques.
- Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) indicaron que el recurso anchoveta se encuentra en proceso de desove.

- Durante marzo 2018, se espera la llegada de la onda Kelvin fría (modo 2) que se propaga en el Pacífico Ecuatorial Central. Una onda Kelvin cálida (modo 2) fue generada en el Pacífico Ecuatorial Central y se espera que arribe al extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental entre abril y mayo 2018.
- Para el otoño 2018, los modelos climáticos internacionales pronostican la transición de condiciones La Niña a condiciones neutras dentro de la región Niño 3.4 así como en la región Niño 1+2.

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 - febrero 2018.

Estación	TSM Ene. (°C)	TSM Feb. (°C)	ATSM Feb. (°C)
Tumbes	27,69	29,27	1,27
Paita	19,79	23,63	0,63
San José	19,35	21,33	-1,28
Chicama	16,45	17,40	-1,40
Huanchaco	16,43	17,45	-1,33
Chimbote	19,27	18,97	-3,23
Huacho	16,21	15,79	-2,00
Callao	15,70	15,10	-1,90
Pisco	21,33	20,20	-2,90
Ilo	16,13	17,17	-0,04

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 febrero – 28 de febrero del 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región		Año Calendario (01 Ene. Al 28 Feb. 2018)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	373 223	139 295	512 517	67435	579 952	79
	FI Madera	139 640	2 899	142 539	10190	152 729	21
Sub-total		512 863	142 193	655 056	77 625	732 681	100
%		70	19	89	11	100	0
Sardina				0		0	0
Jurel		52	261	313		313	0
Caballa		432	86	517		517	0
Samasa				0		0	0
*Otros		23	0	23	9	31	0
Total		513 369	142 540	655 909	77 634	733 542	100
%		70	19	89	11	100	

*Otros incluye: Múnida, Merluza, Calamar

Cifras preliminares

8. Figuras

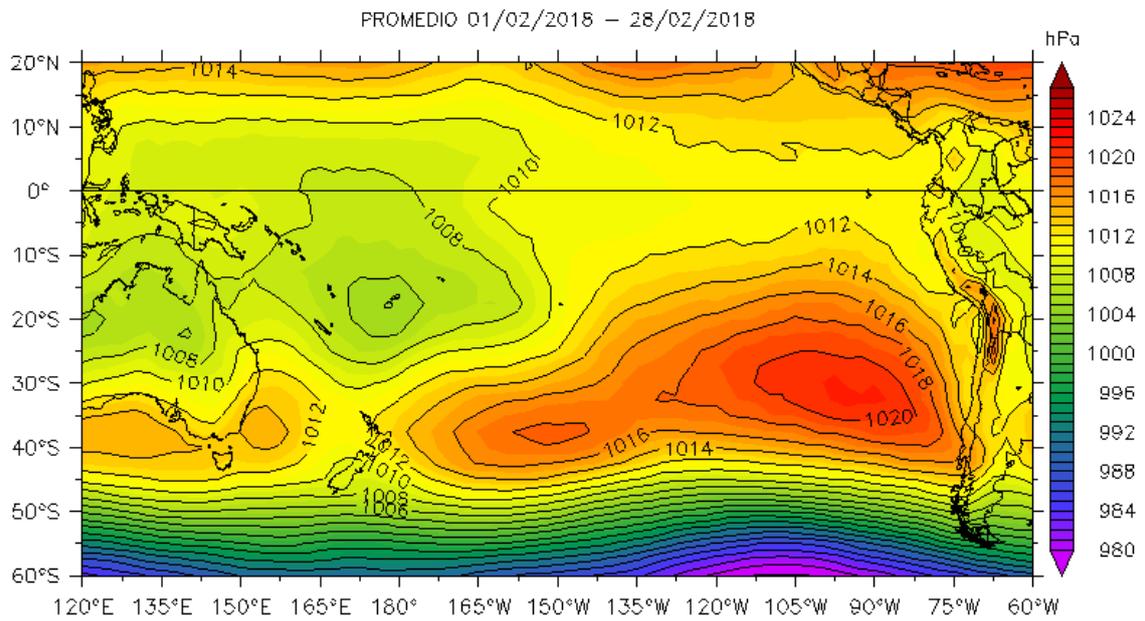


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-28 febrero 2018, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

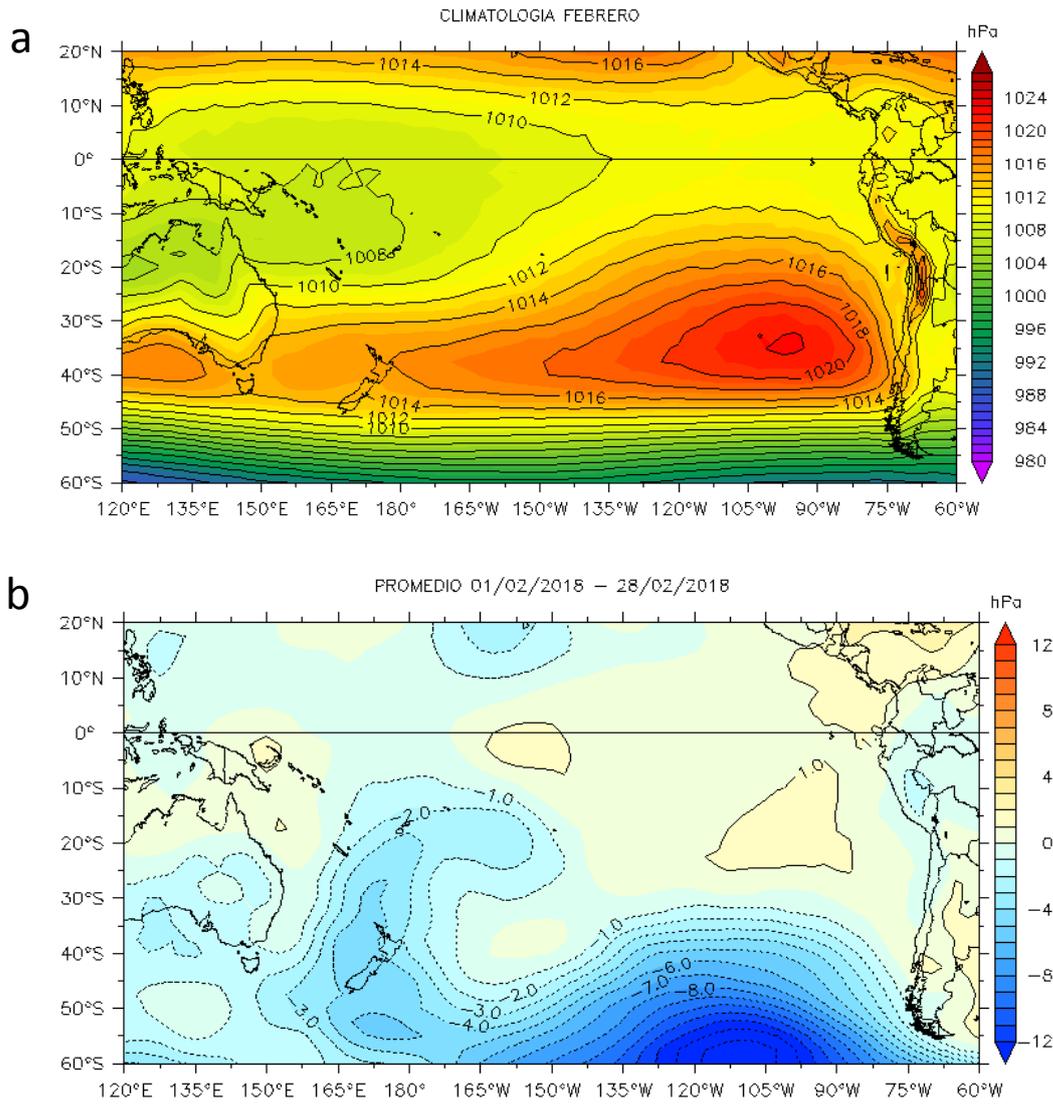


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de febrero 2018. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

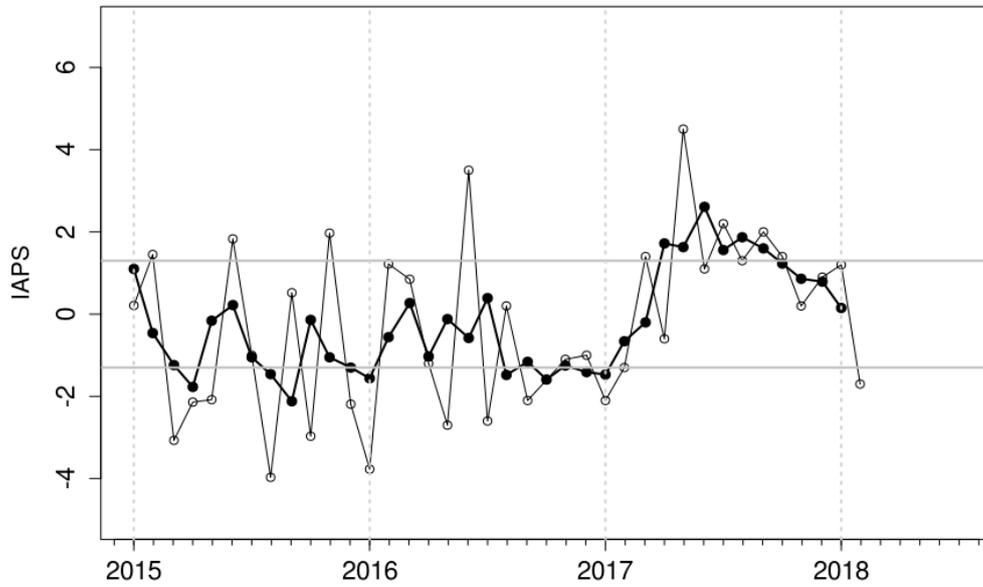


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre DEF 2017-2018. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

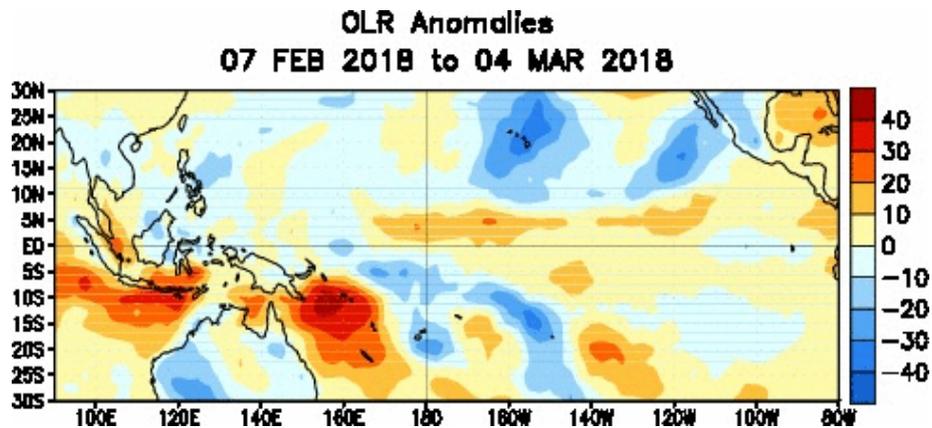


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de febrero de 2018. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

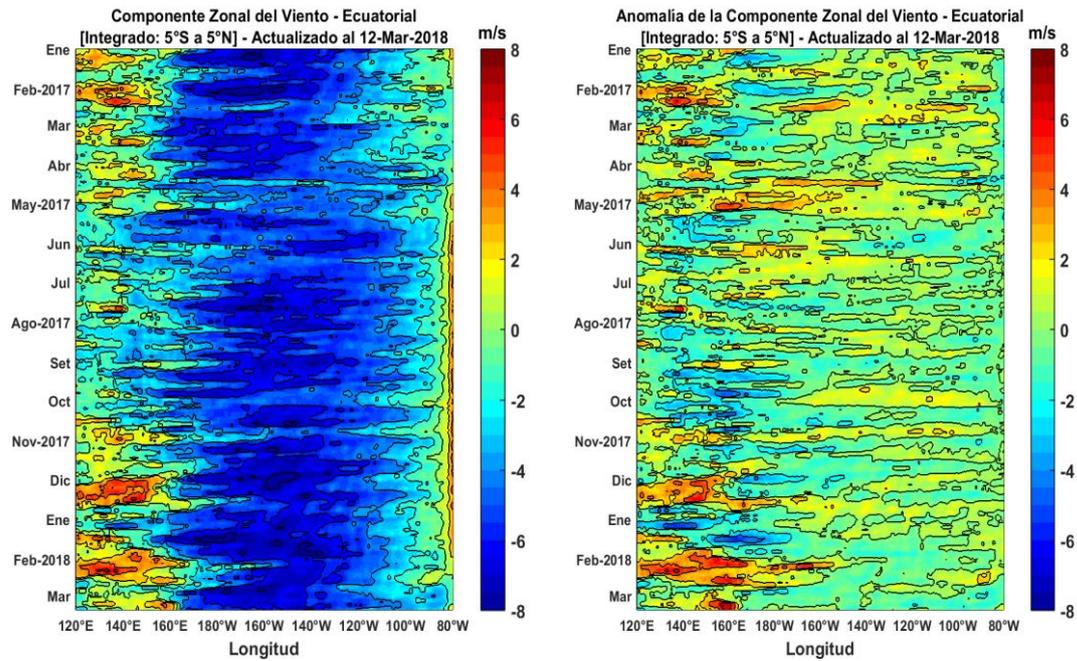


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 12/03/2018.

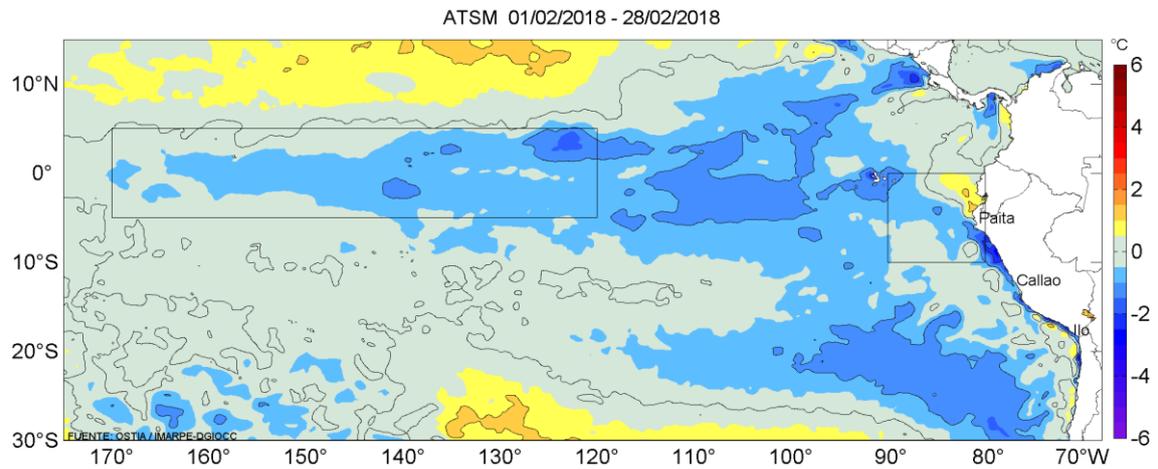


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de febrero 2018. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

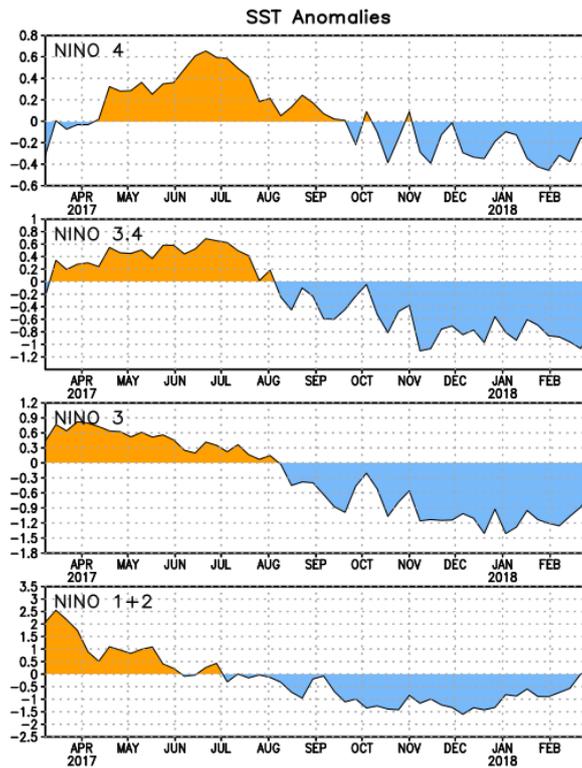


Figura 7. Anomalías Semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el periodo: marzo 2017 a febrero 2018. Fuente CPC/NOAA.

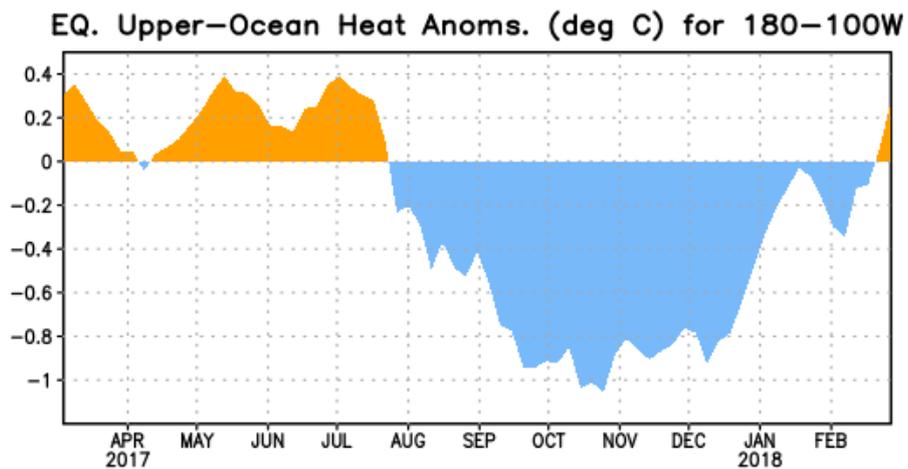


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

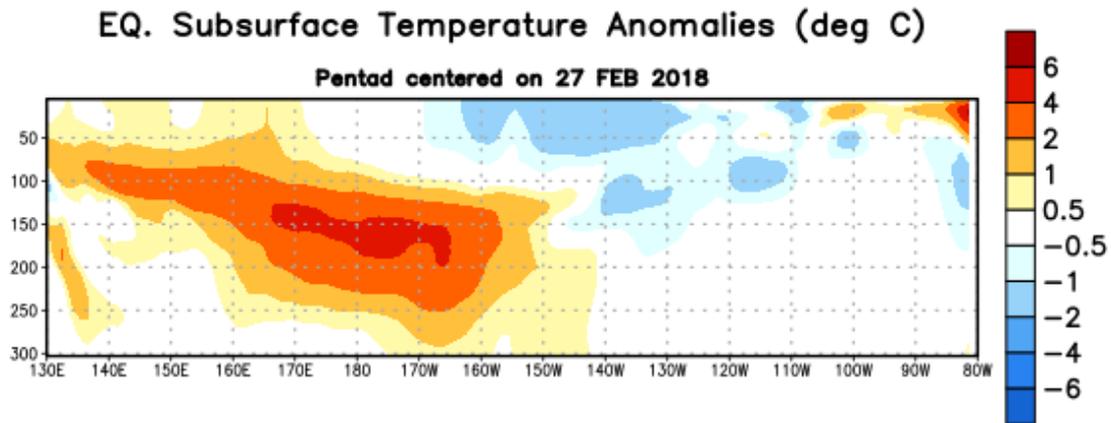


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 27 de febrero de 2018. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los penta-promedios durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

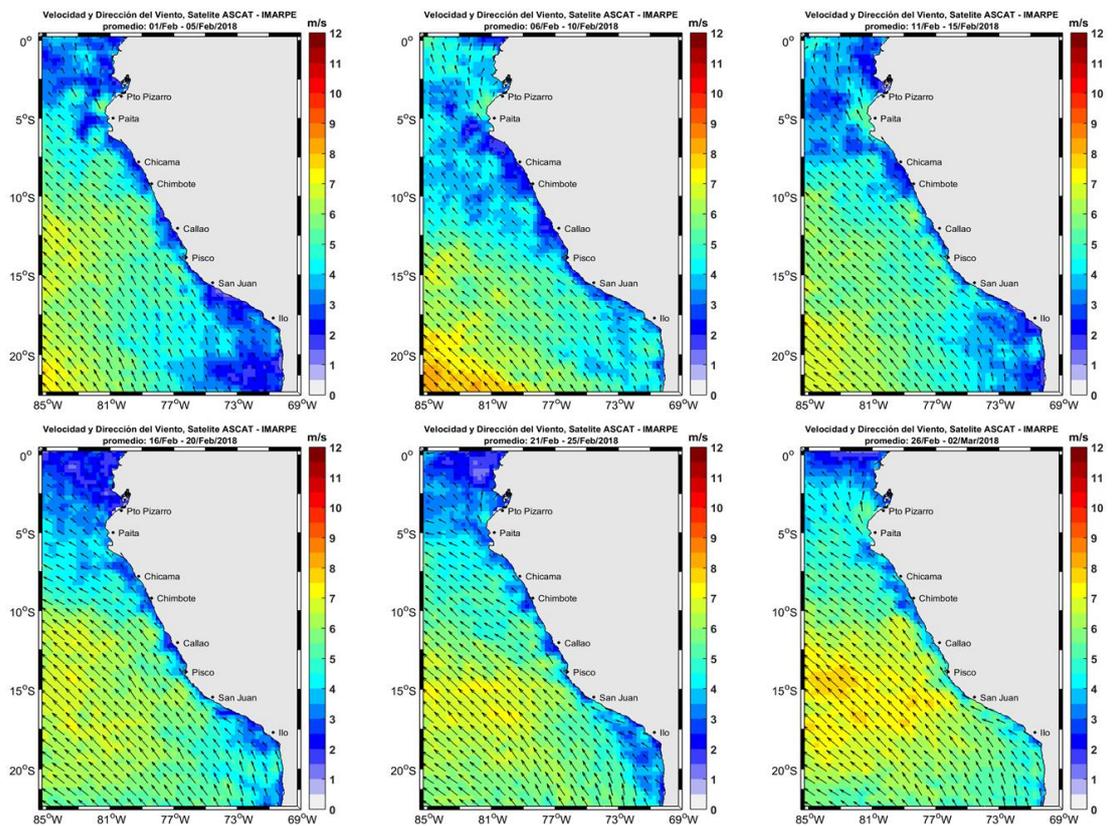


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de febrero del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/03/2018.

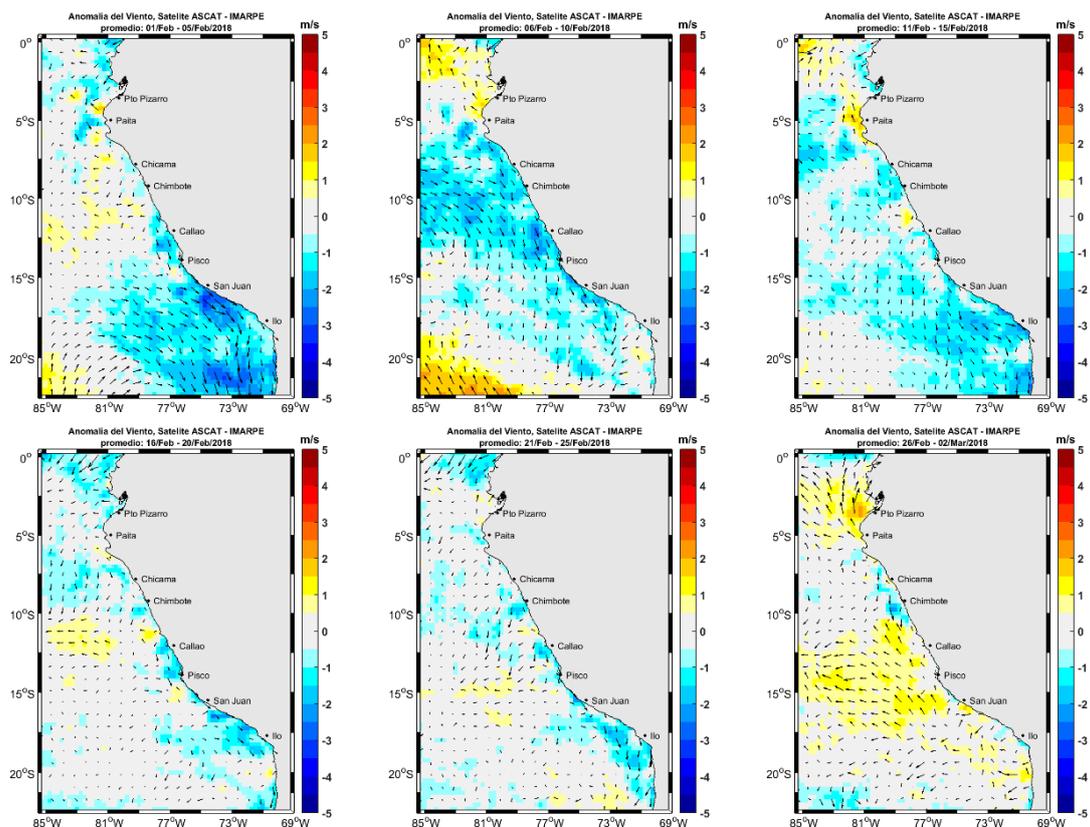


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de febrero del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/03/2018.

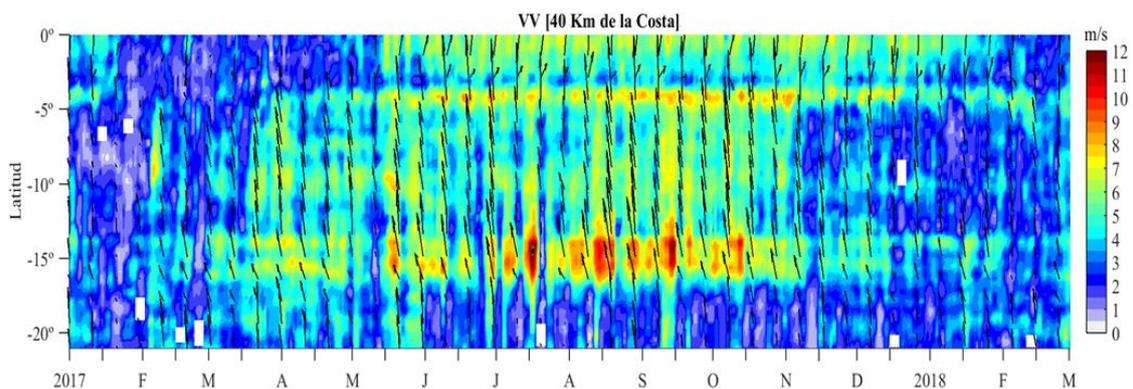


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 28/02/2018.

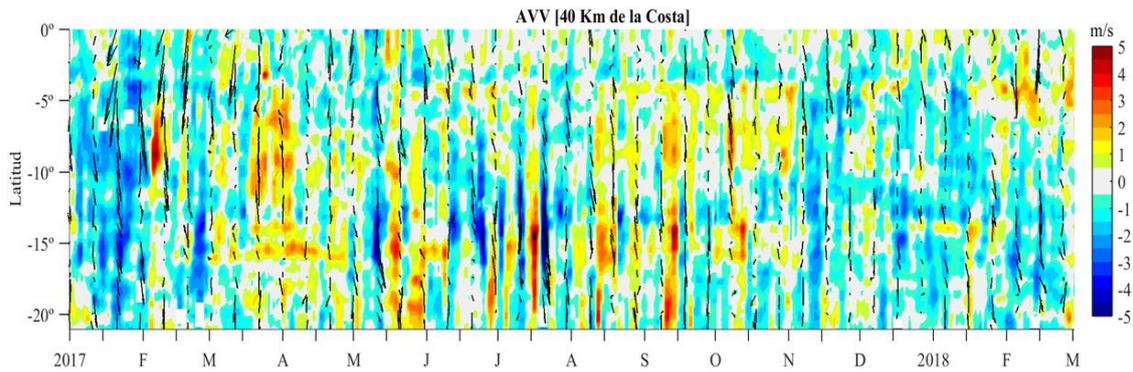


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalia del Viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 28/02/2018.

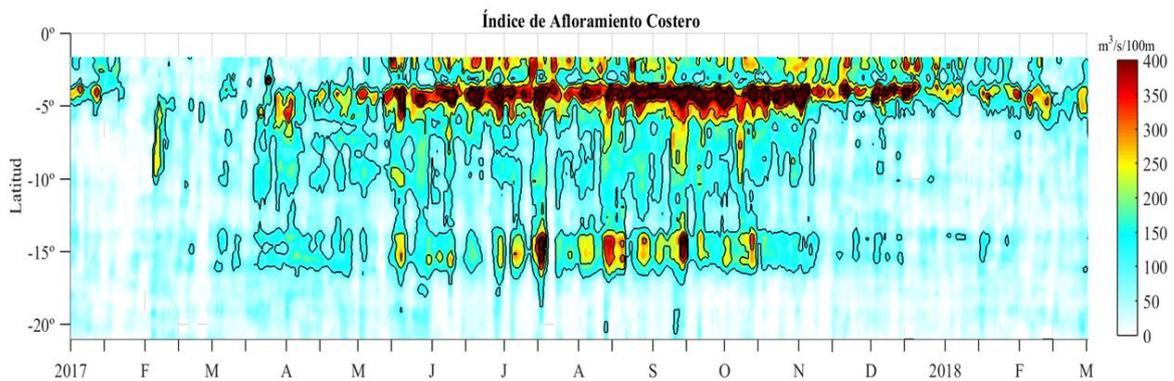


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100\text{m}^{-1}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad mayor a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 12/03/2018.

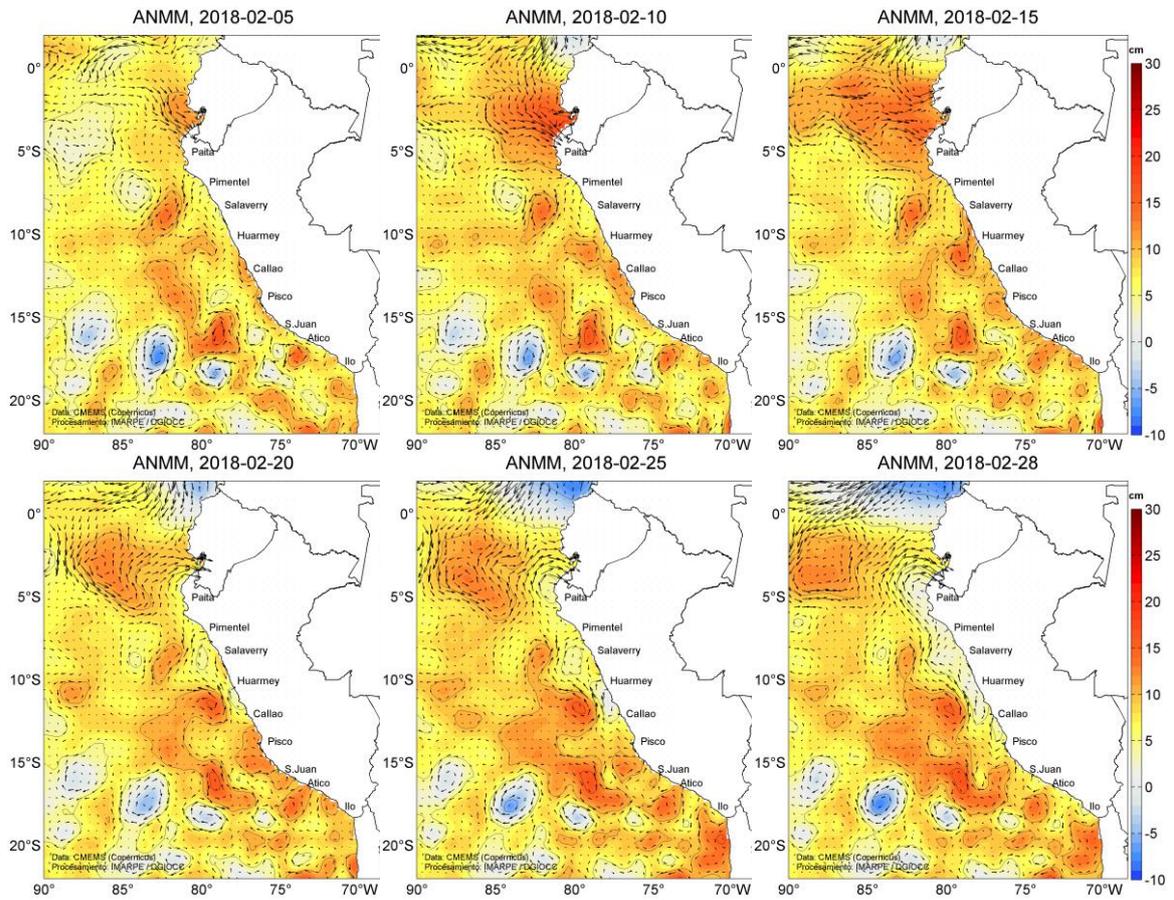


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de febrero de 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: MARPE.

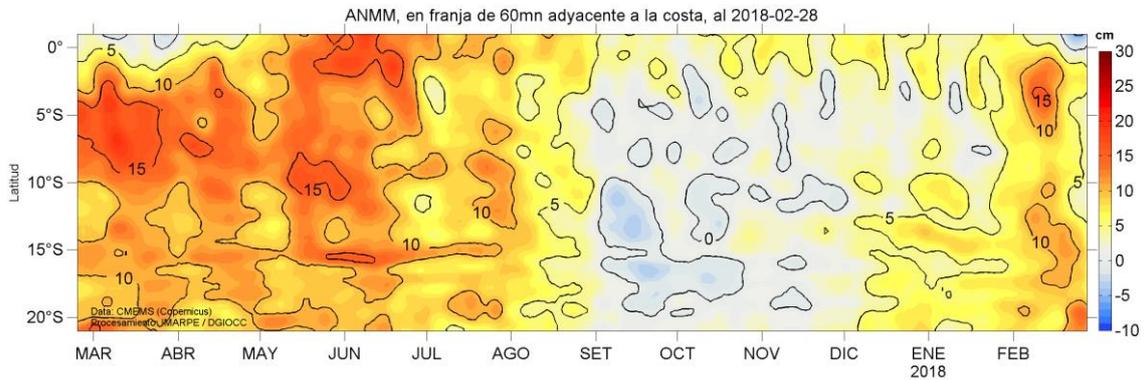


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 28 de febrero del 2018, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

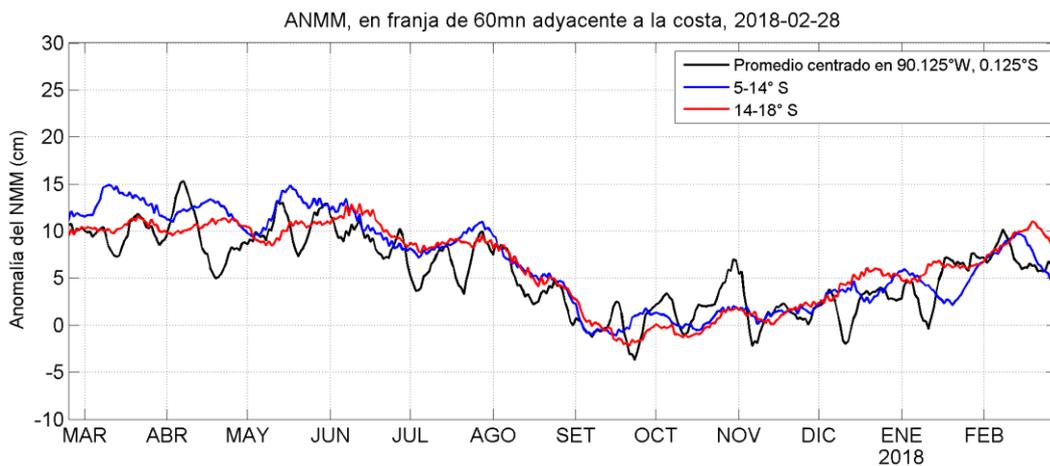


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 28 de febrero del 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

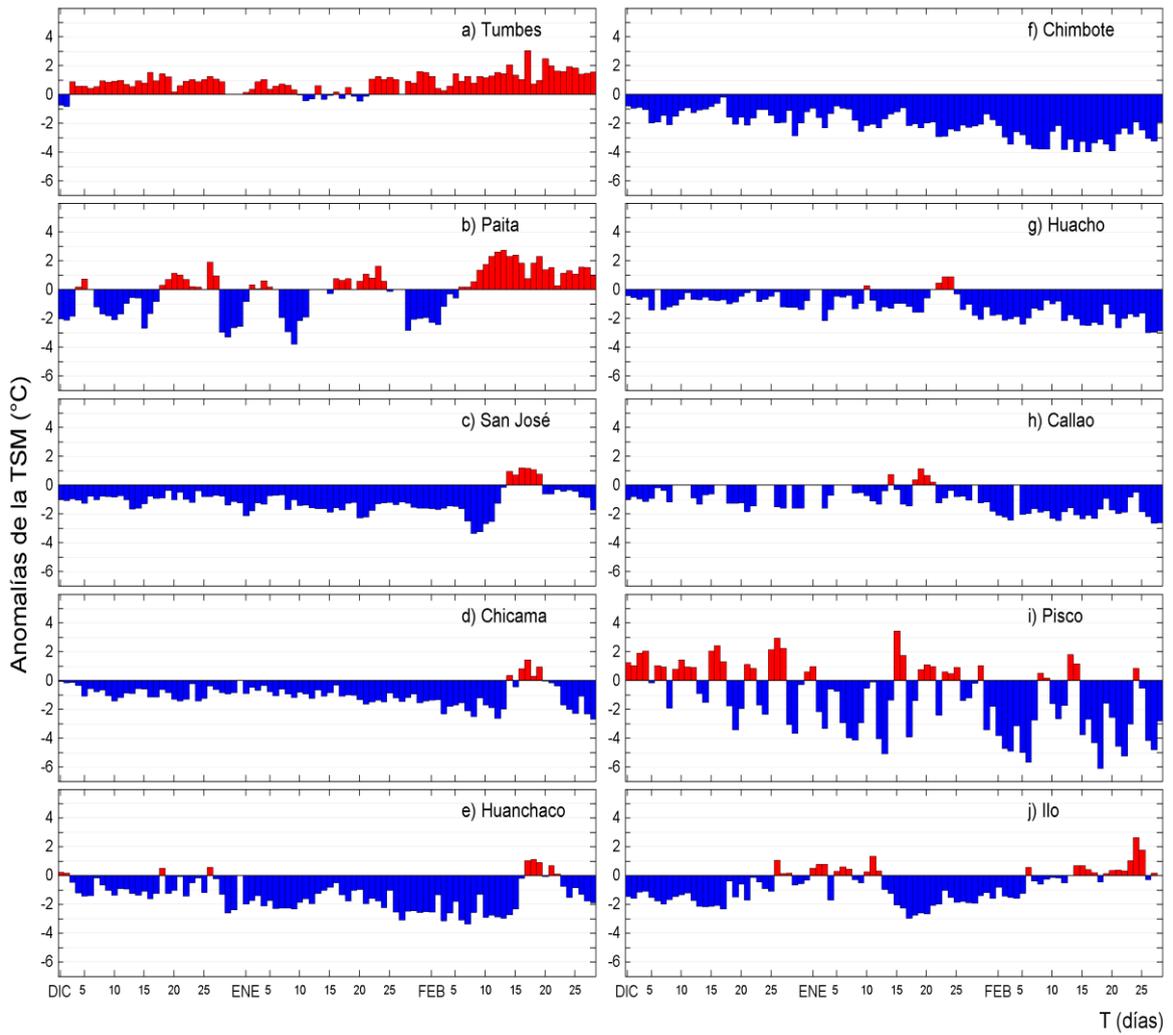


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

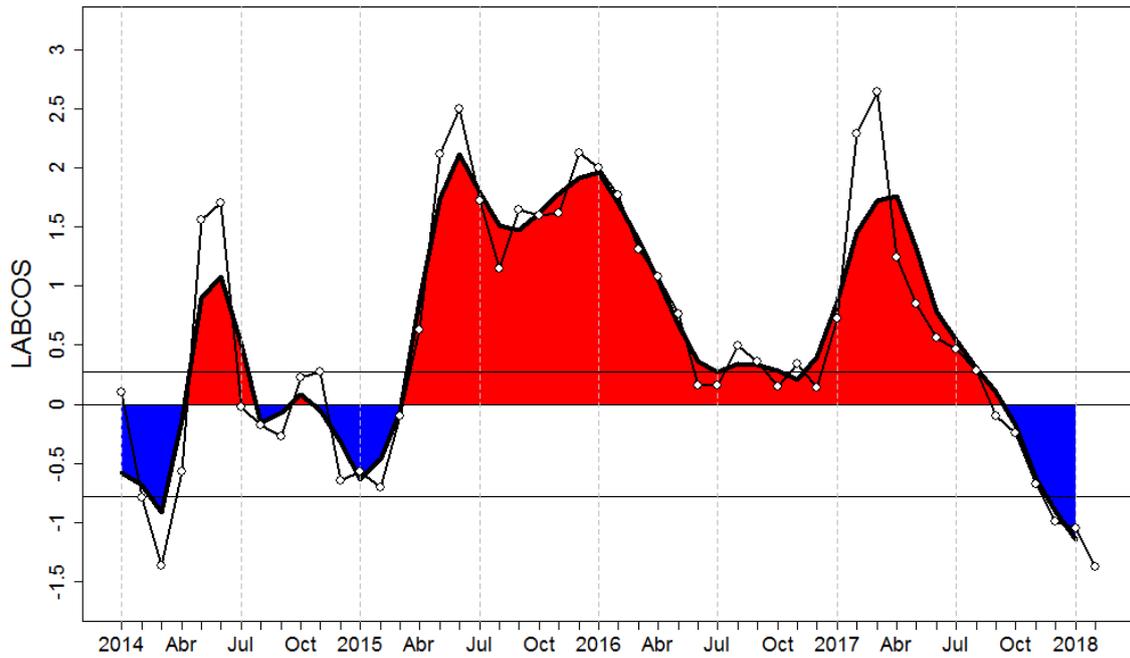


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - febrero 2018. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE.

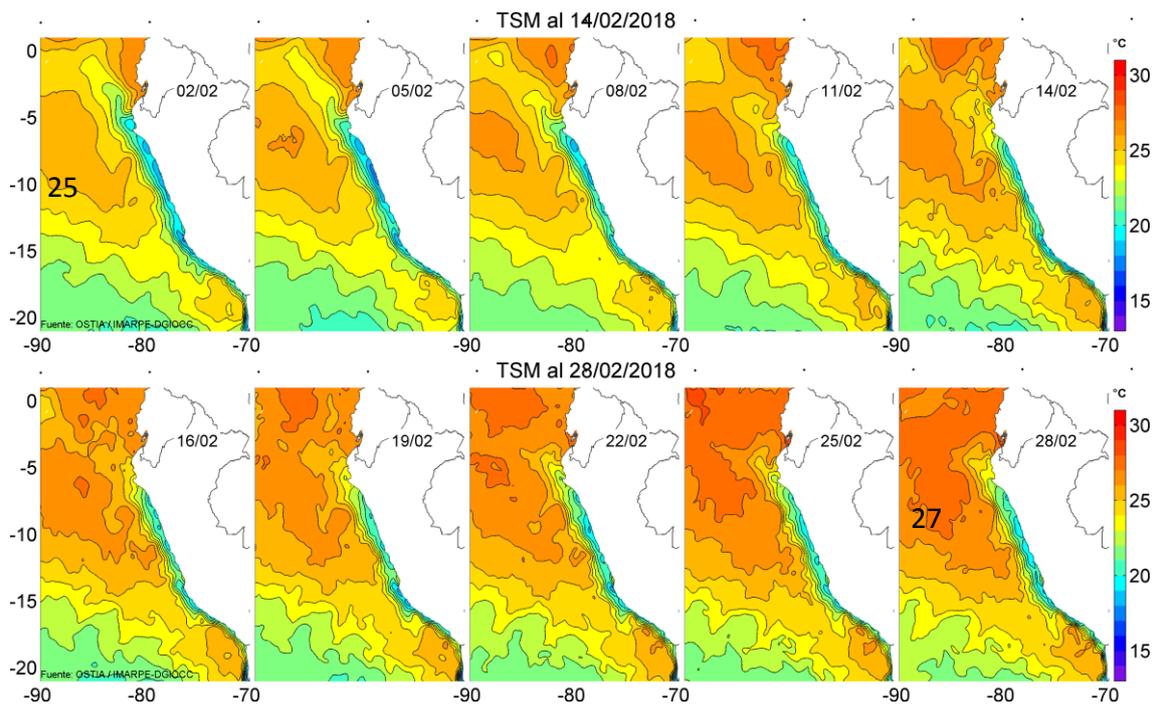


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante febrero del 2018. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

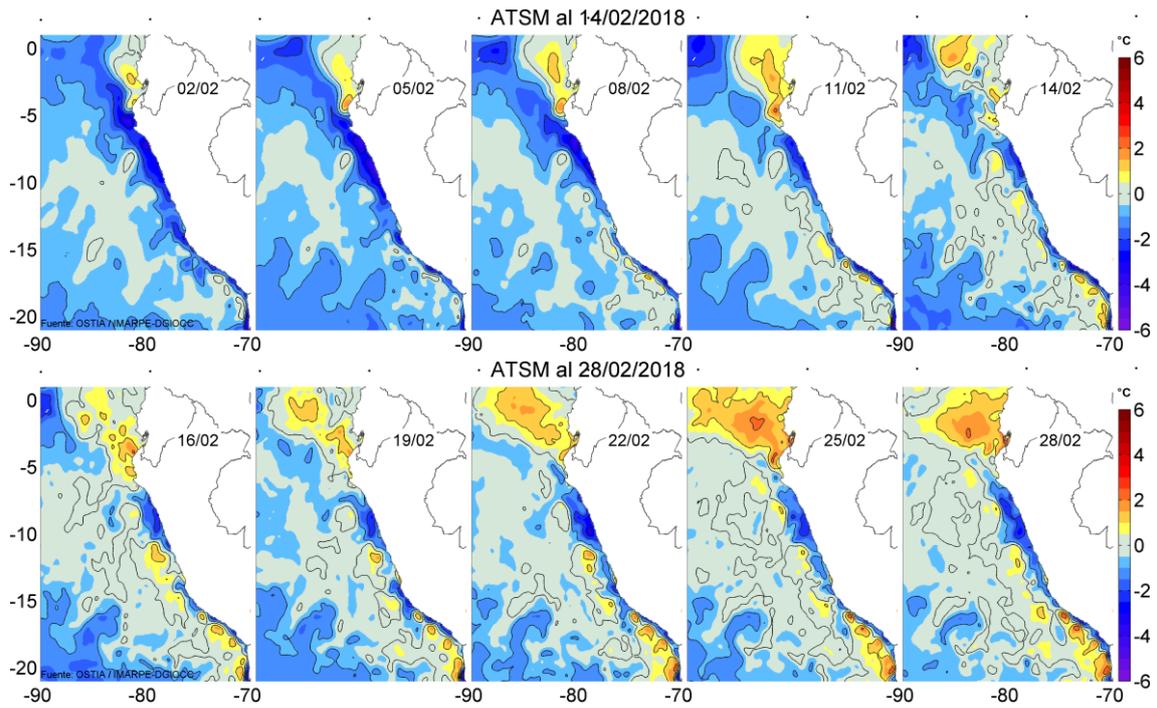


Figura 21. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante febrero del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

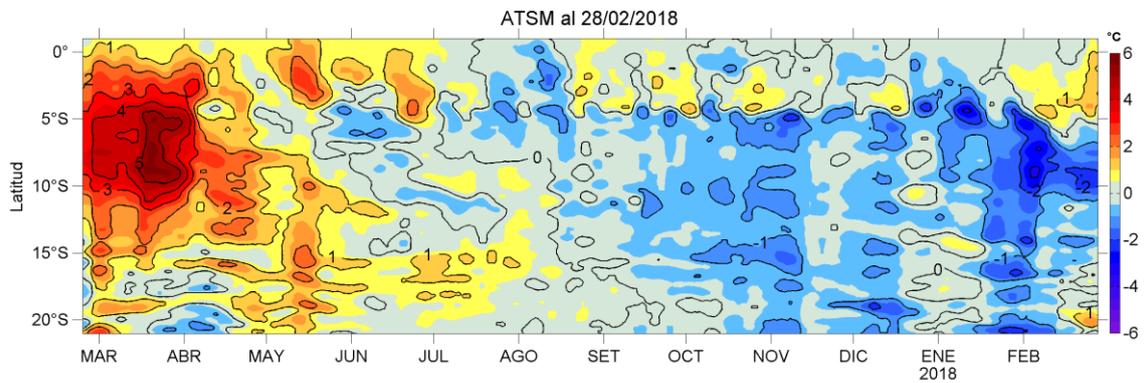


Figura 22. Evolución de las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 28 de febrero del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

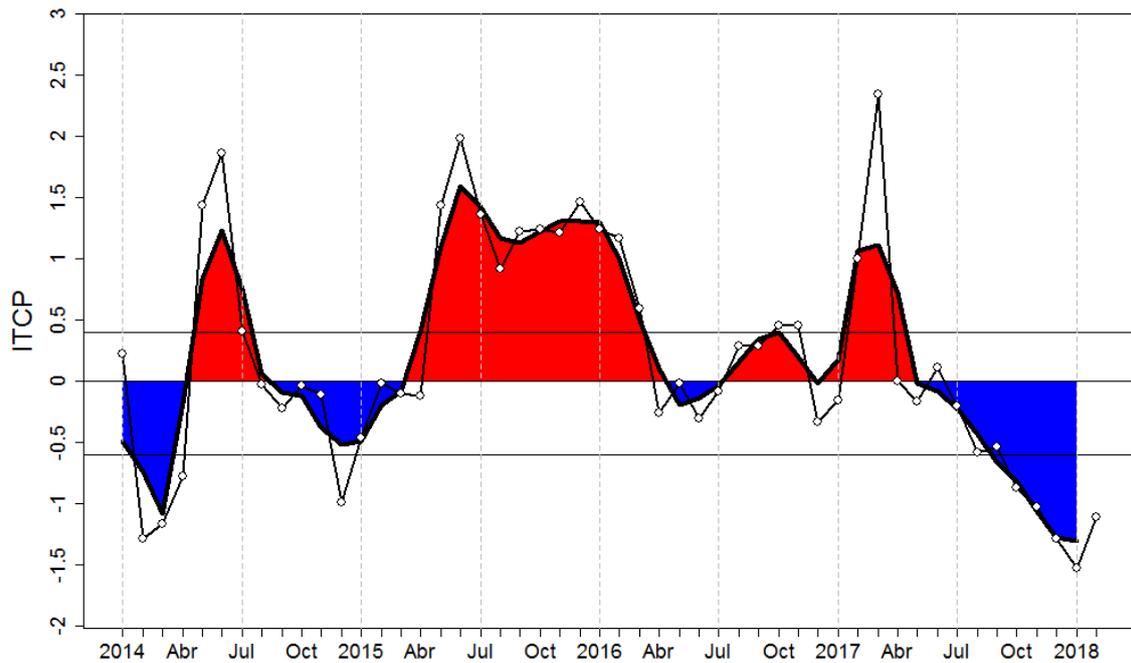


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre NDE 2017-2018. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco) de enero 2014 a febrero 2018. Fuente: IMARPE.

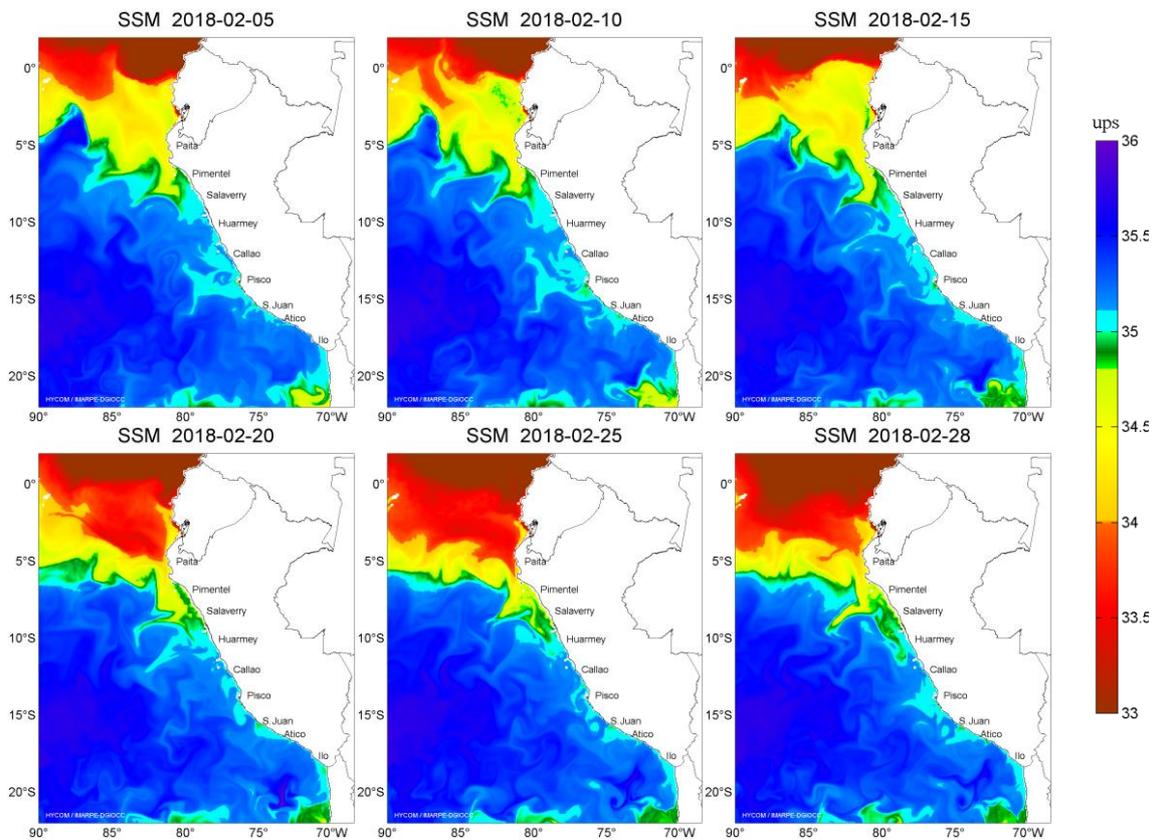


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de febrero del 2018. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

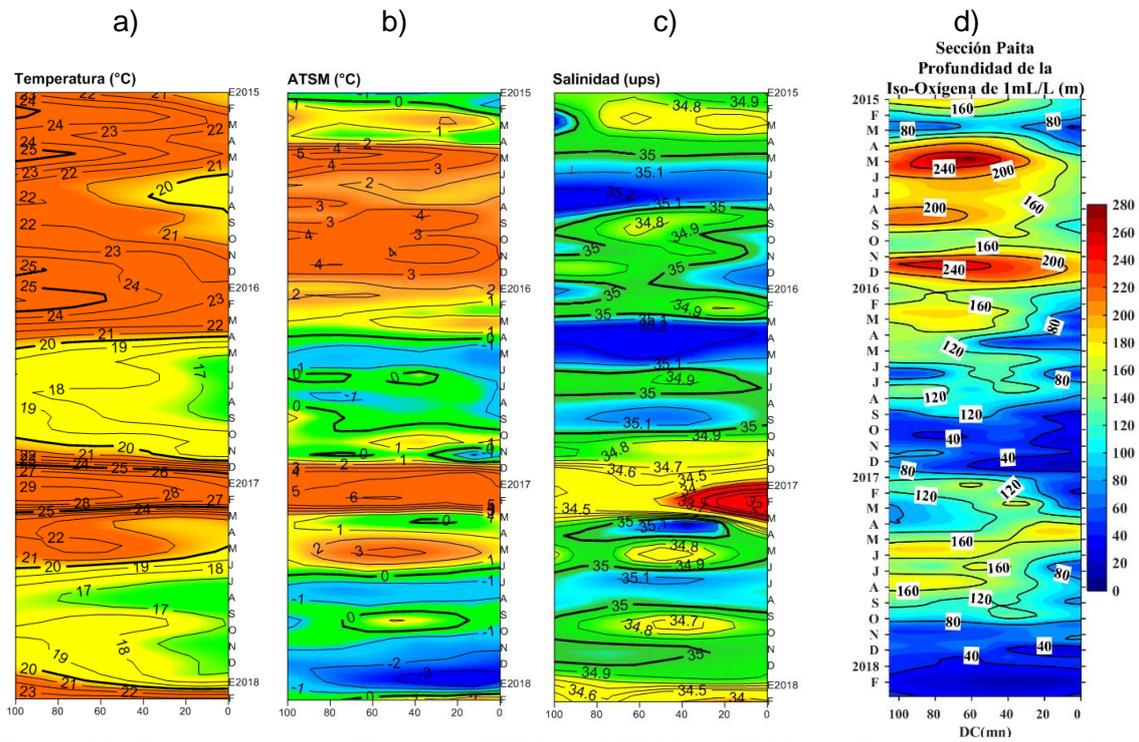


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM y d) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL/L(m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta febrero del 2018.

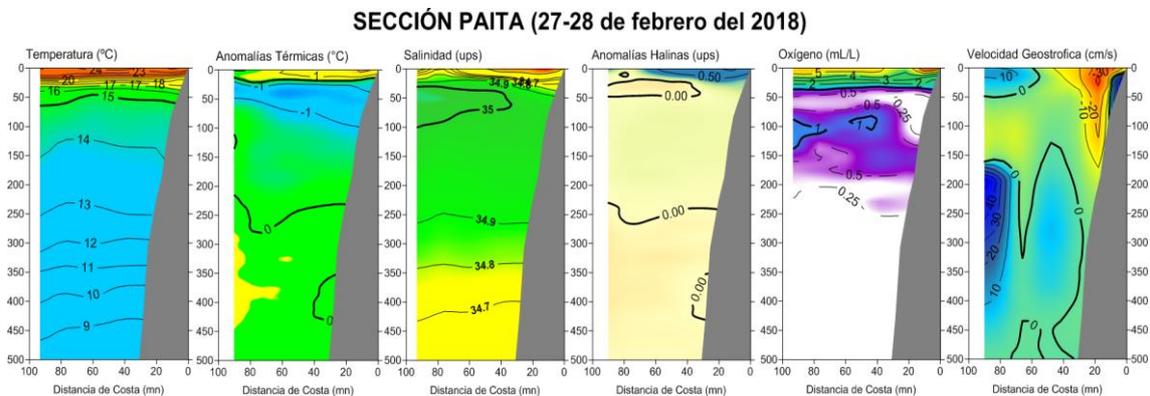


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL/L) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de febrero de 2017. Fuente: IMARPE.

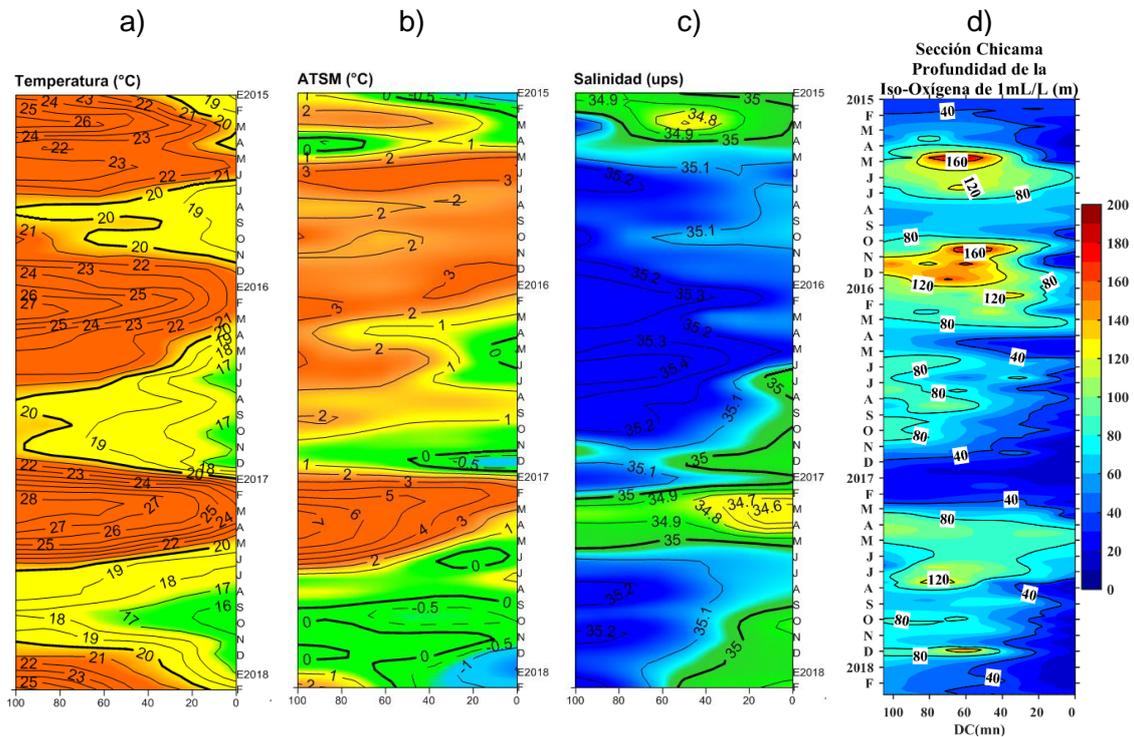


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM y d) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL/L (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta febrero de 2018.

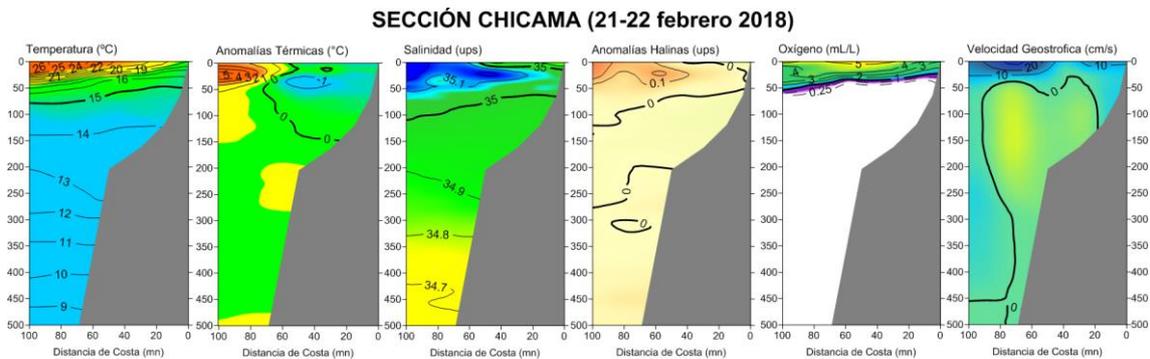


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (ups), d) Anomalía de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL/L) y f) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 21 y 22 febrero de 2018. Fuente: IMARPE.

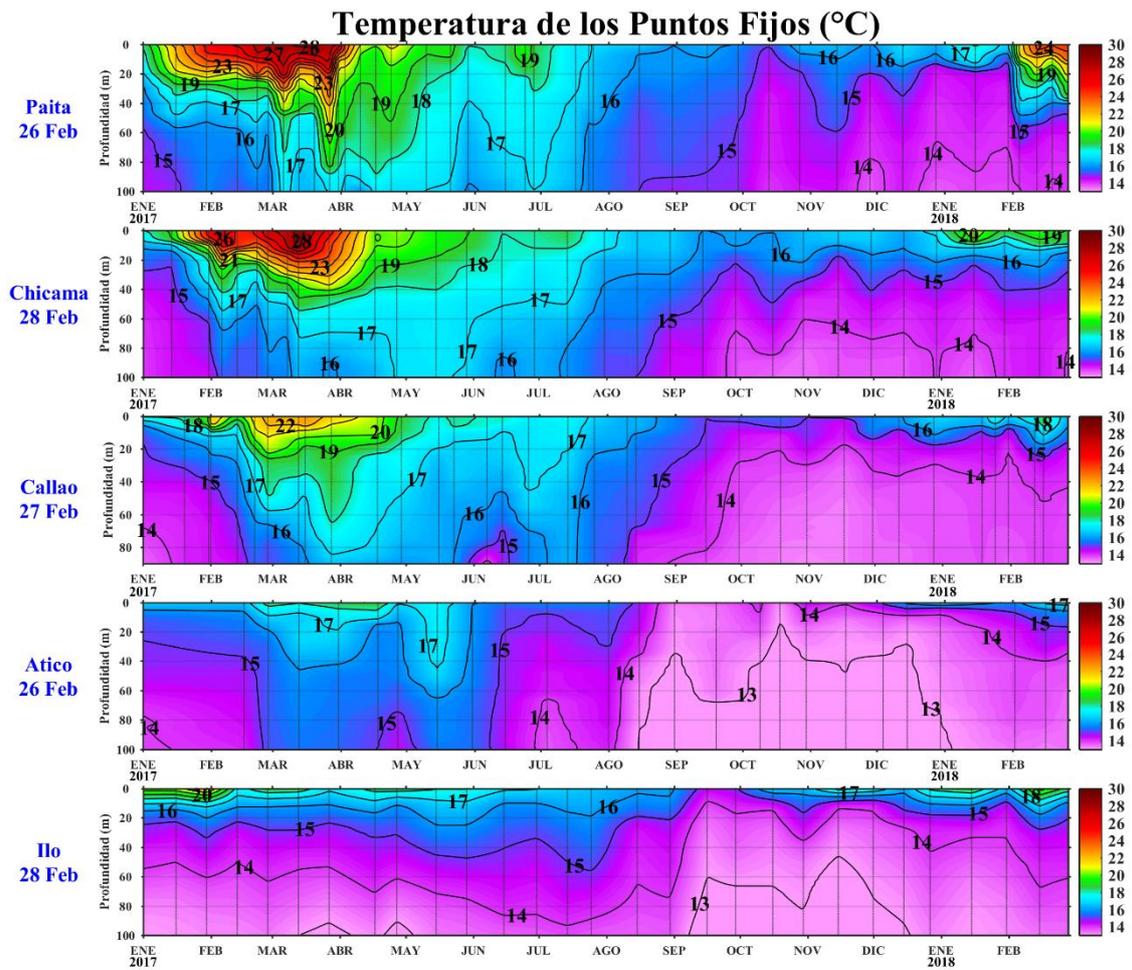


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2017 a febrero de 2018.

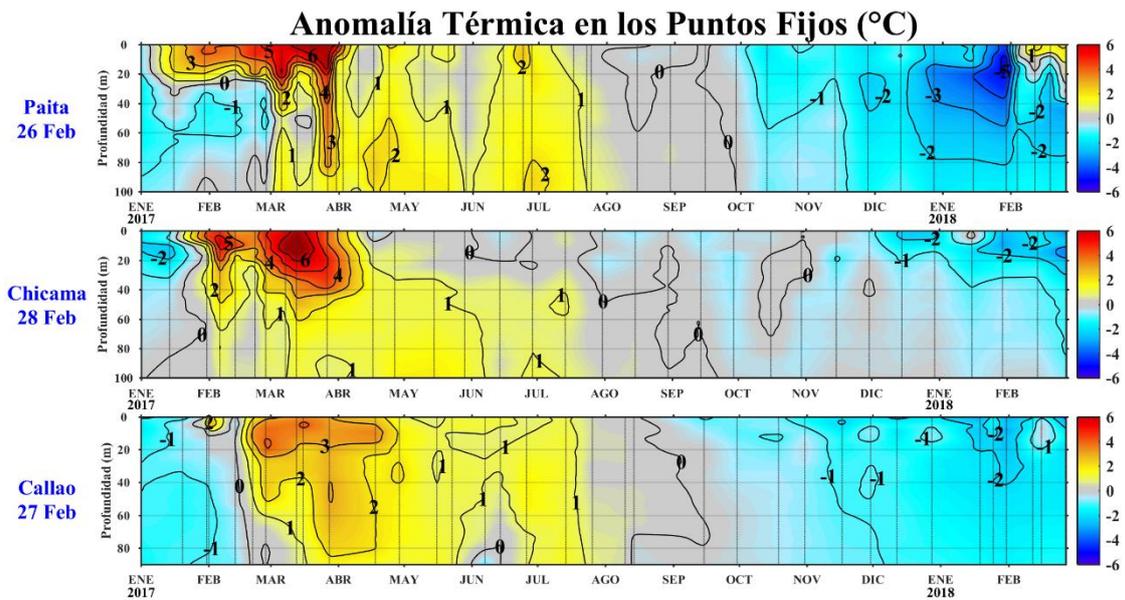


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2017 a febrero de 2018.

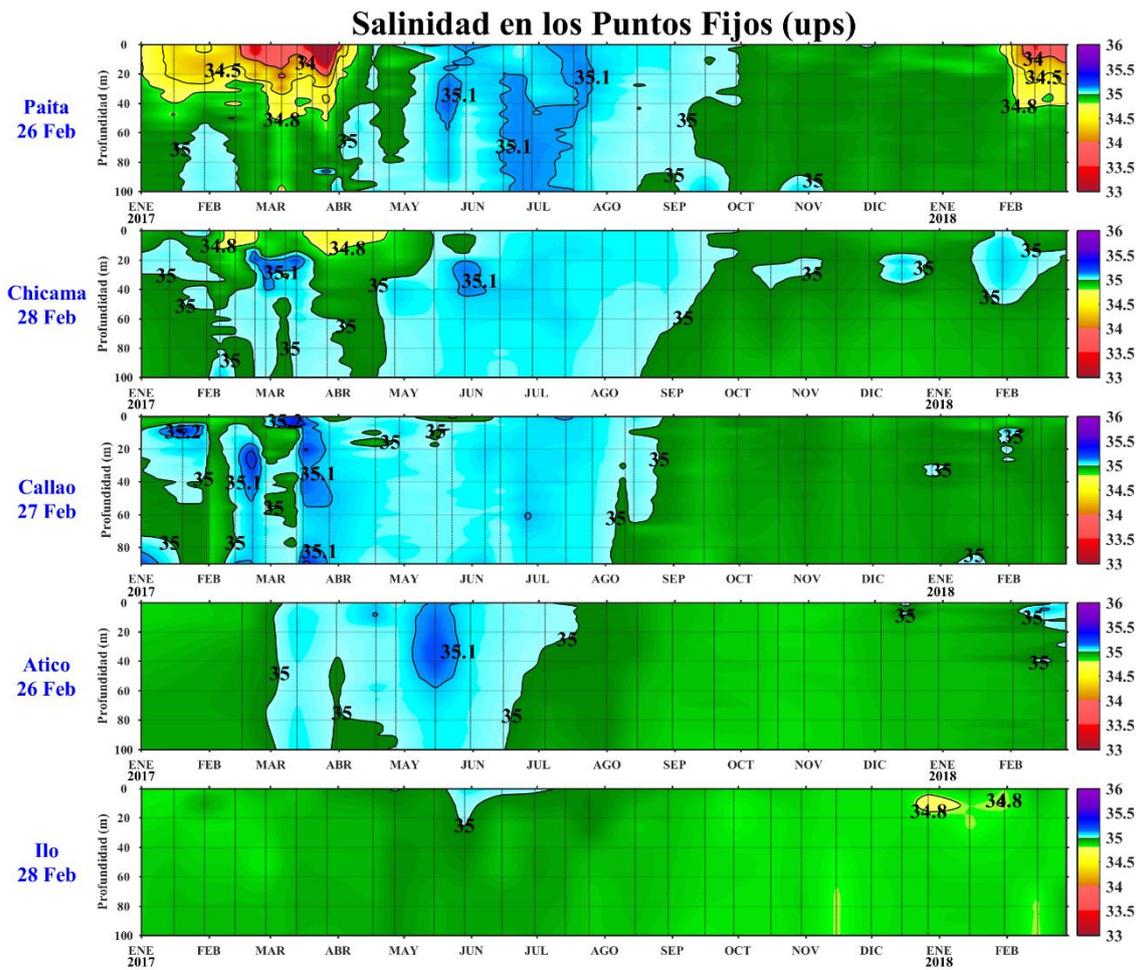


Figura 31. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2017 a febrero de 2018.

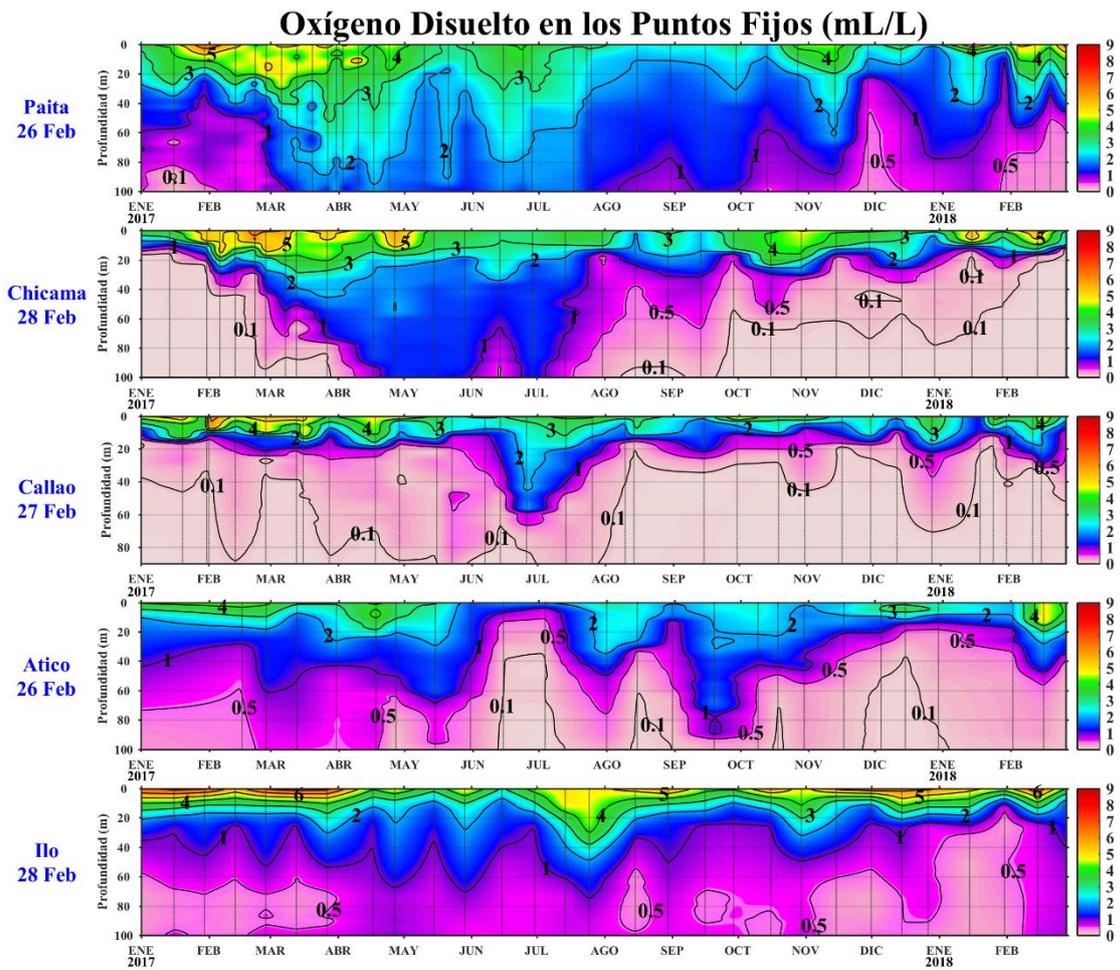


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2017 a febrero de 2018.

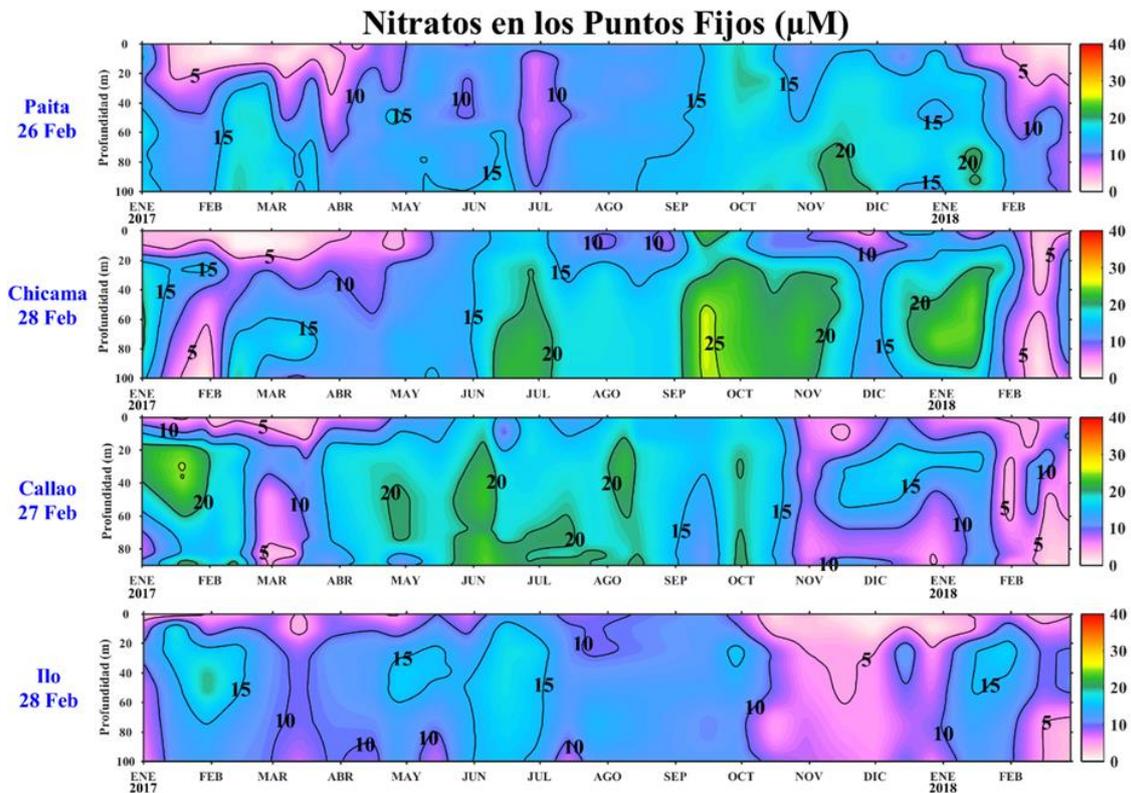


Figura 33. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a febrero 2018

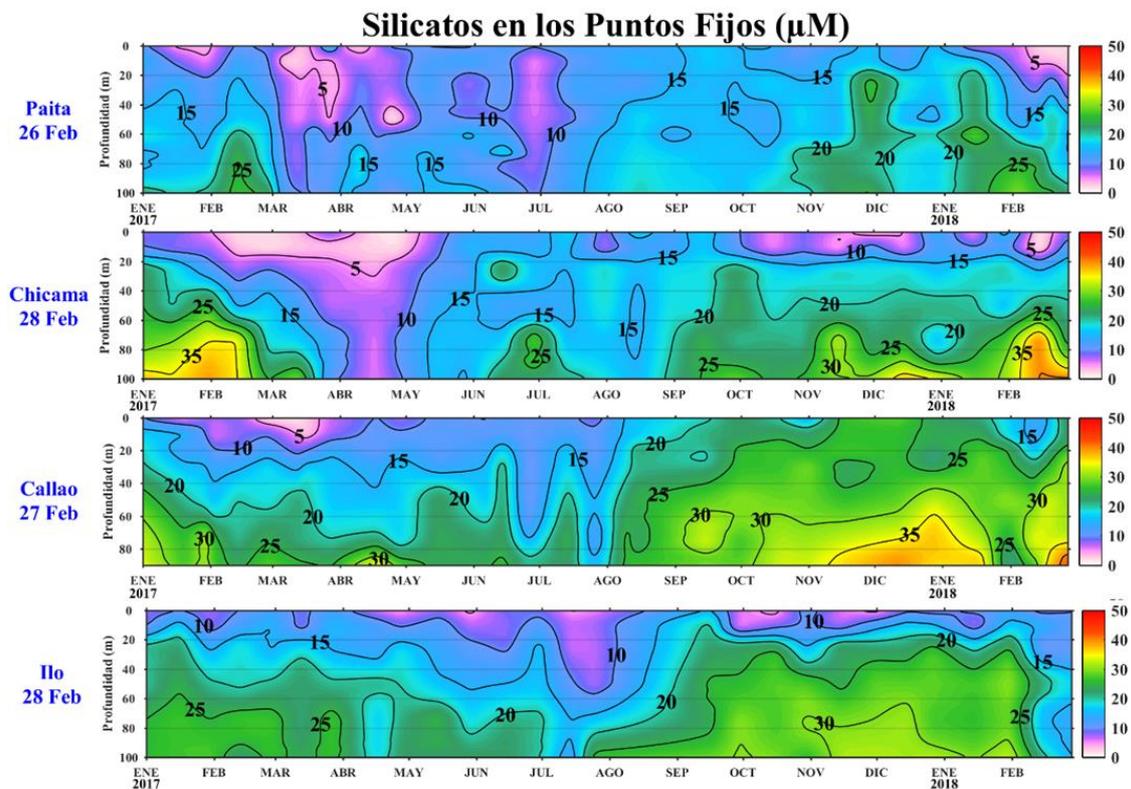


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a febrero 2018.

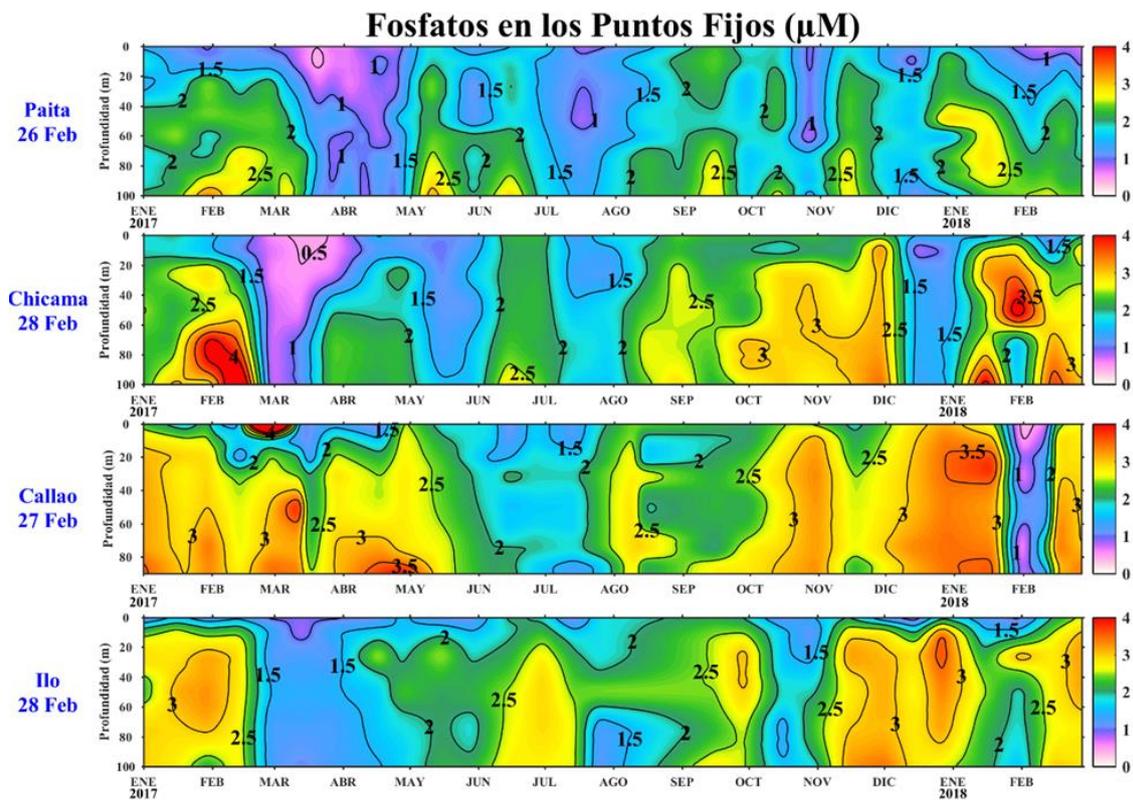


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a febrero 2018.

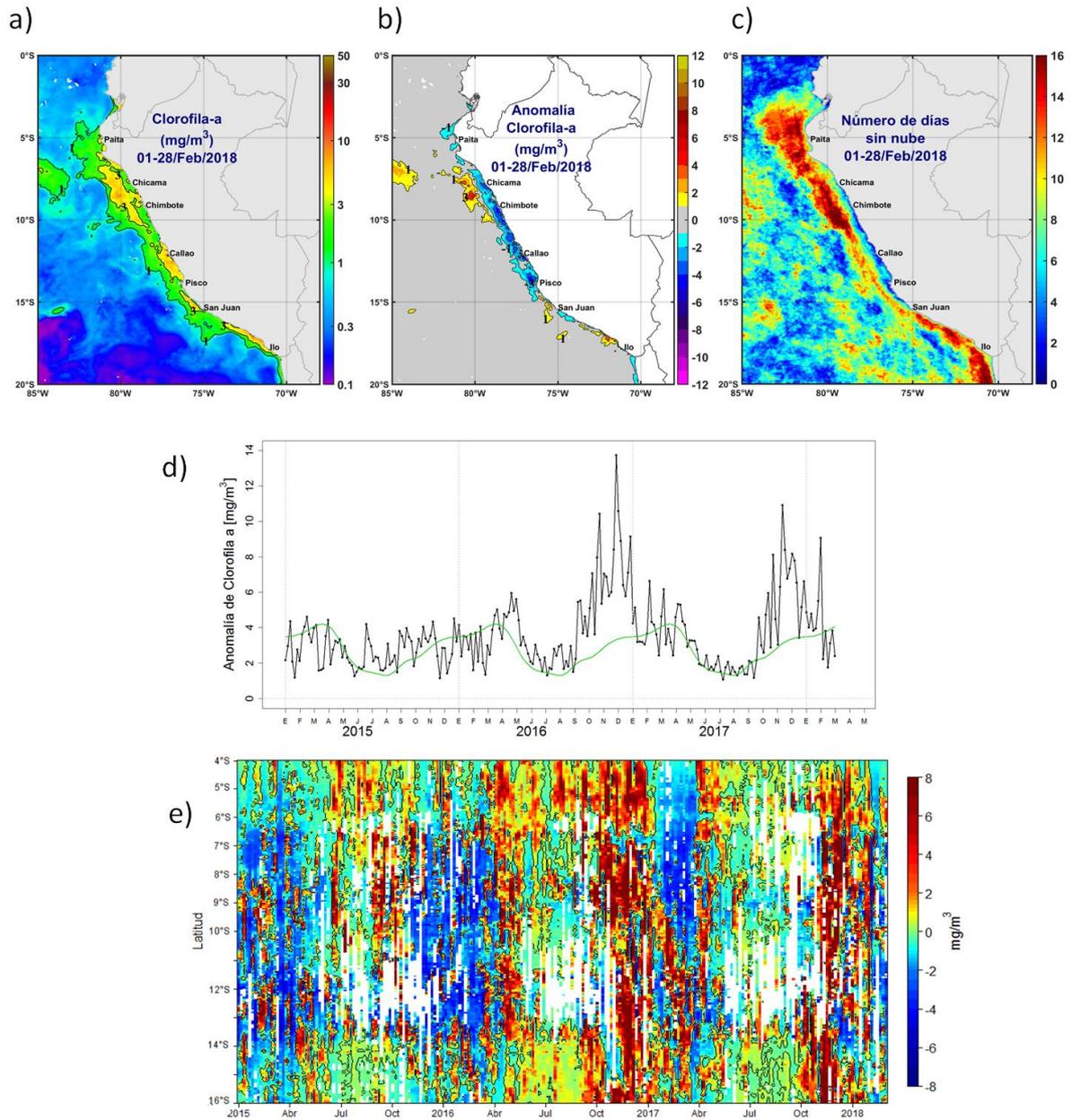


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante febrero 2018. Número de días con nubes en (c). Diagrama Hovmöller (d) y serie de tiempo (e), para 04°S-16°S y dentro de los 100km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS.

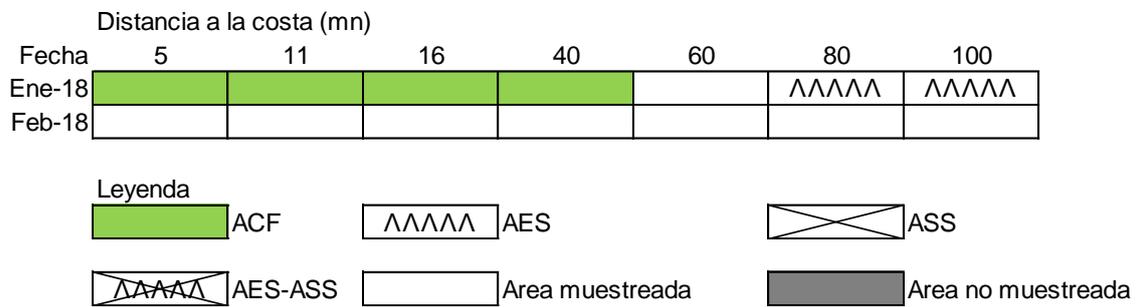


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton perfil hidrográfico Paíta 1802.

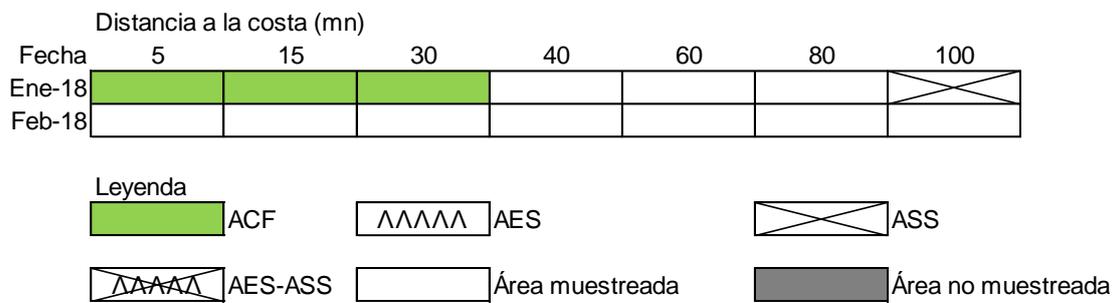


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton perfil hidrográfico Chicama 1802.

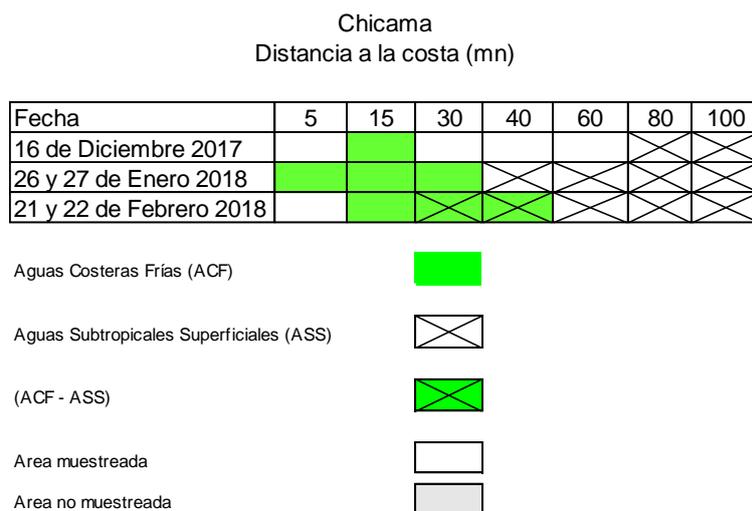


Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama 1802.

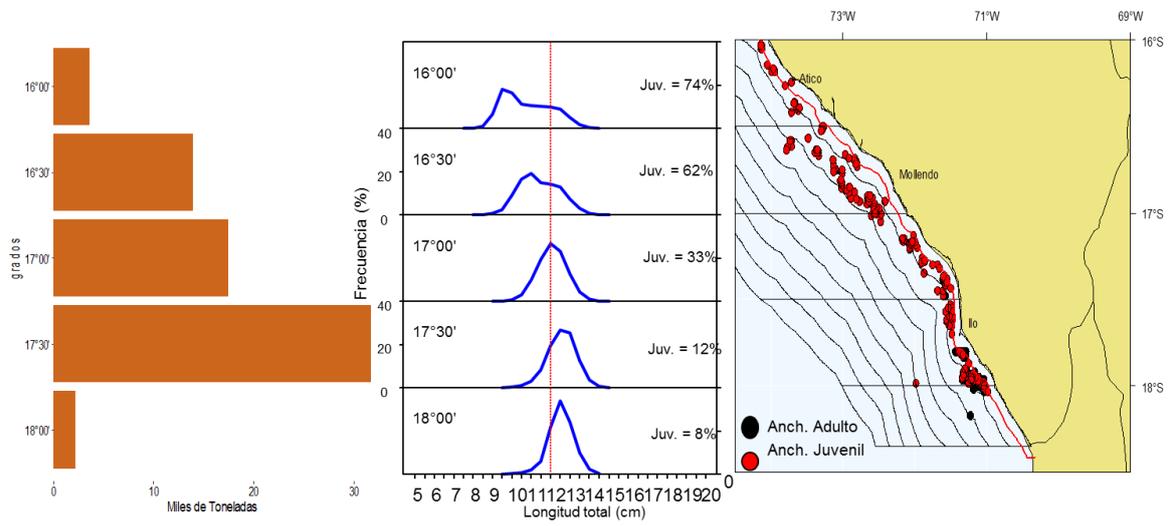


Figura 40. Capturas según grado latitudinal, estructura de tallas y distribución de anchoveta durante febrero 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

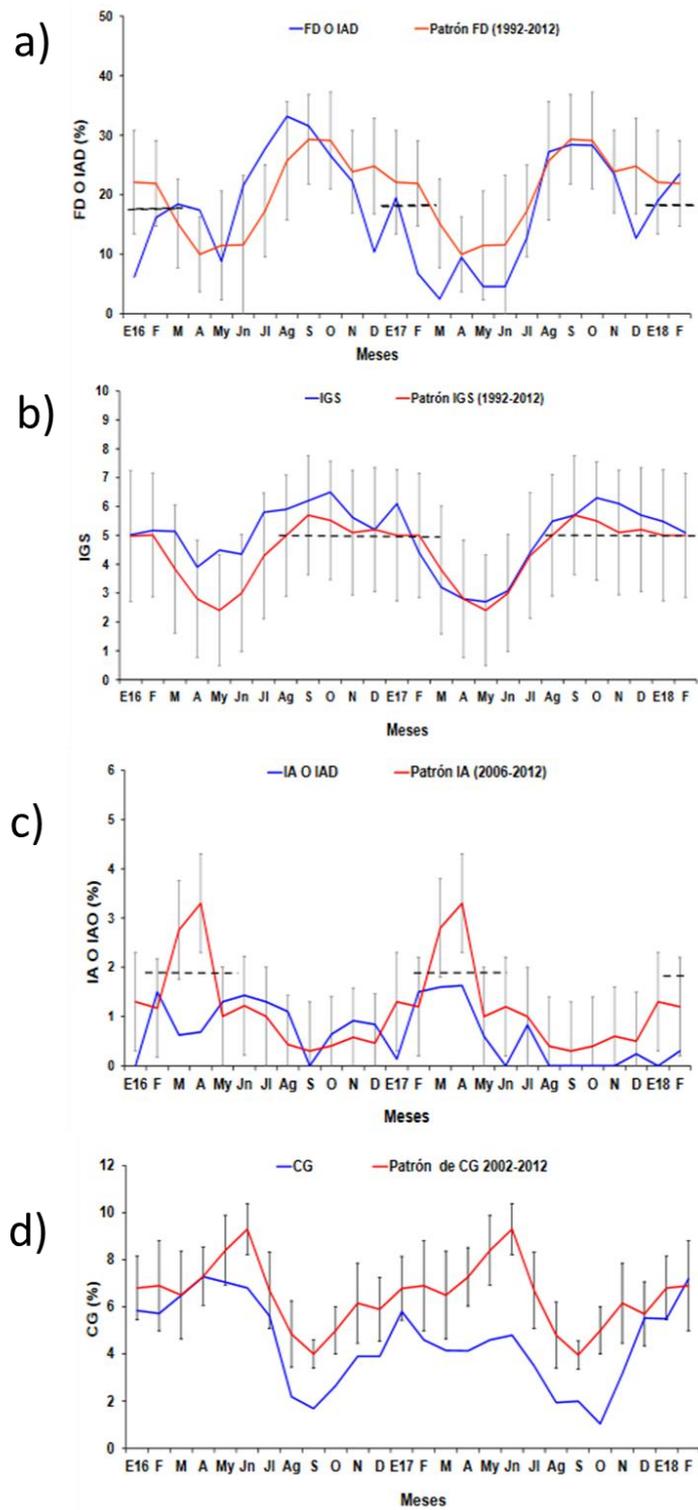


Figura 41. Indicadores reproductivos, a) Fracción Desovante (FD) b) Índice Gonadosomático (IGS), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2015 – Enero 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

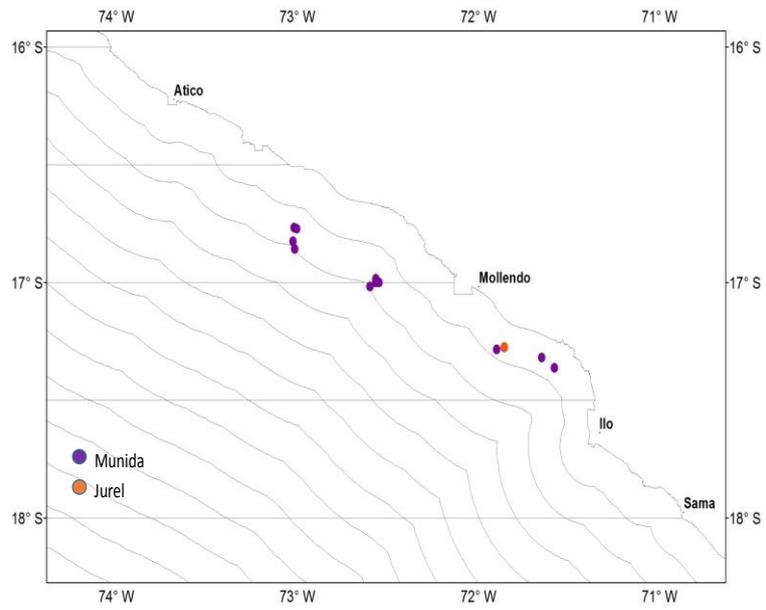


Figura 42. Otras especies registradas como pesca incidental en embarcaciones industriales durante febrero del 2018. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

EUROSIP multi-model seasonal forecast
 Mean forecast SST anomaly
 Forecast start reference is 01/02/18
 Variance-standardized mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France/NCEP/JMA
 AMJ 2018

AMJ 2018

AMJ 2018

ECMWF

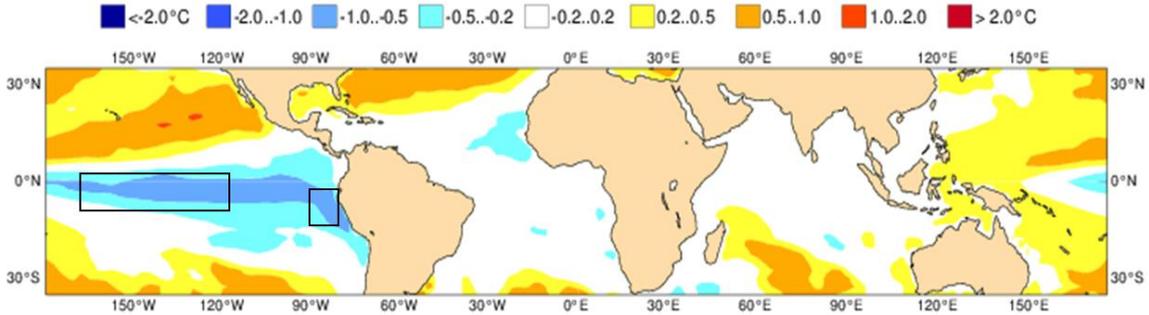


Figura 43. Pronóstico de la SST para el trimestre AMJ 2018 del modelo ECMWF. Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC, Febrero 2018.

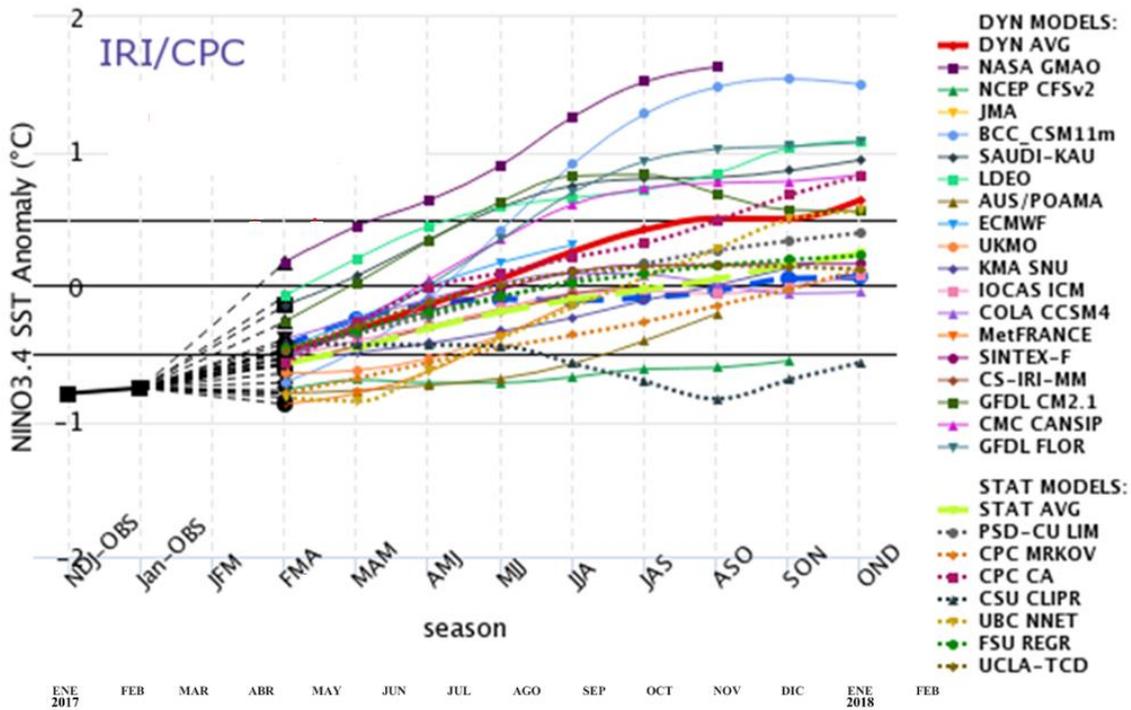


Figura 44. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Febrero 2018.

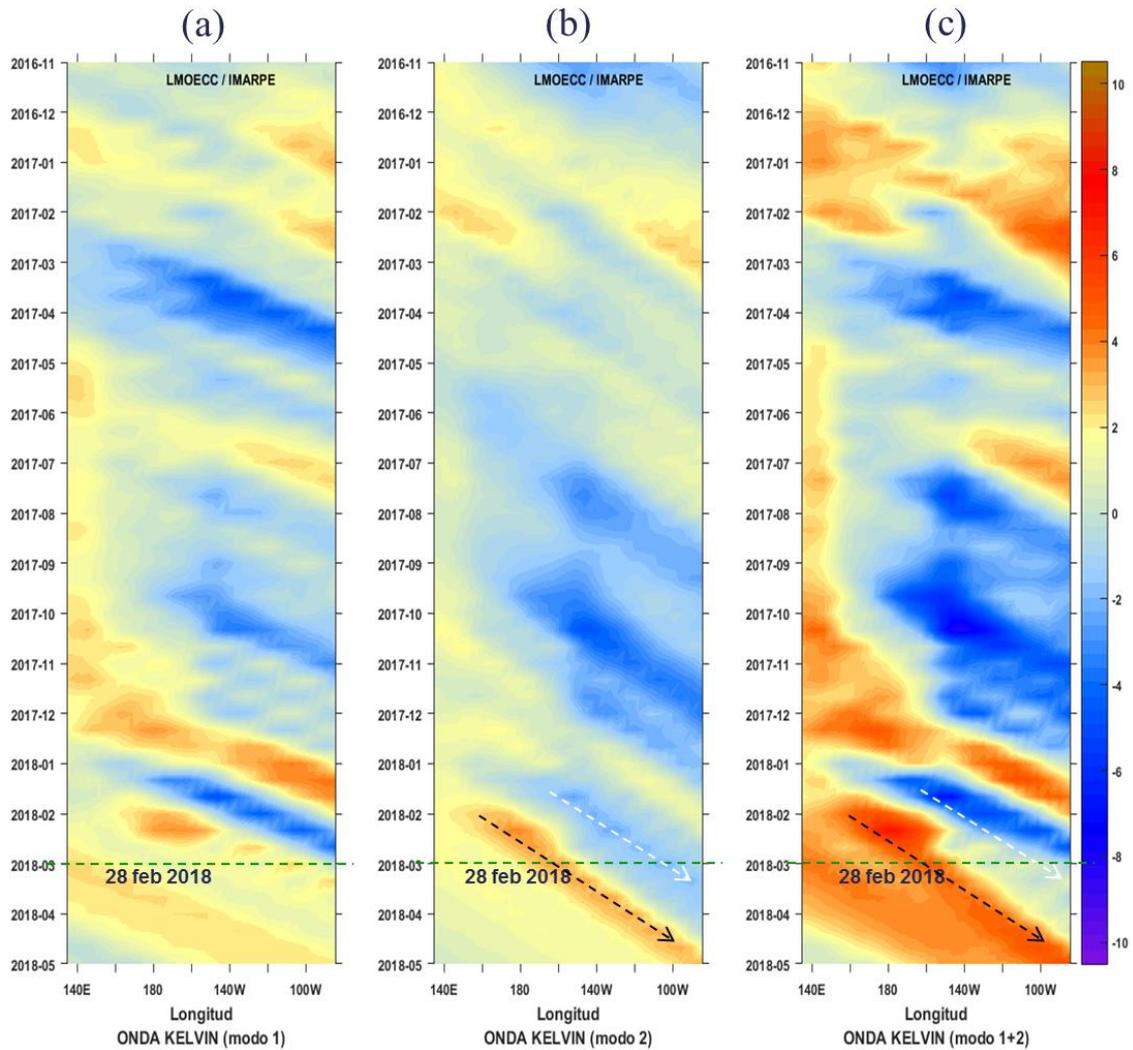


Figura 45. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

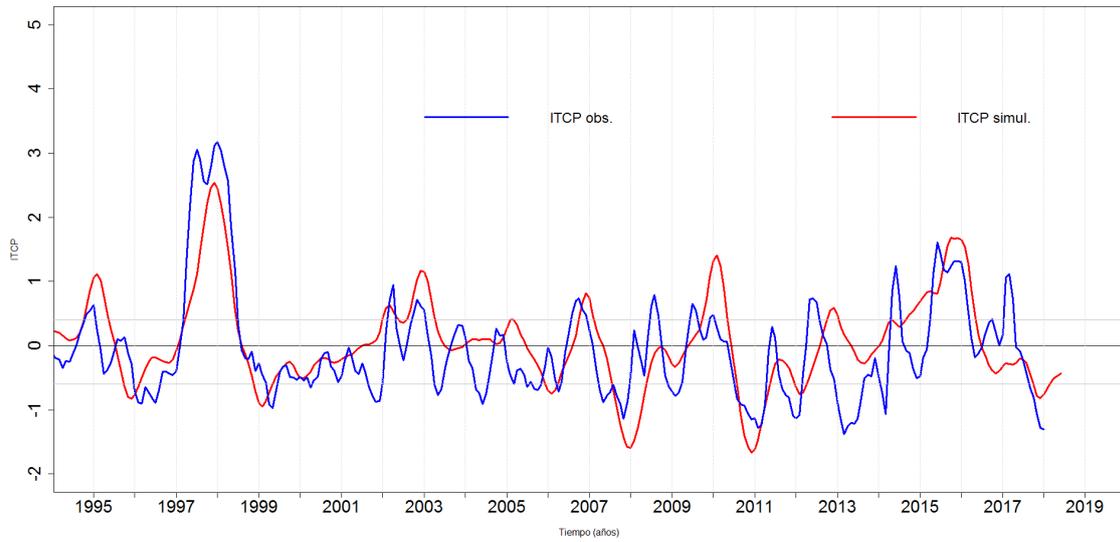


Figura 46. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (Dewitte et al. 2002, Gushchina et al. 2000) aplicado en IMARPE.

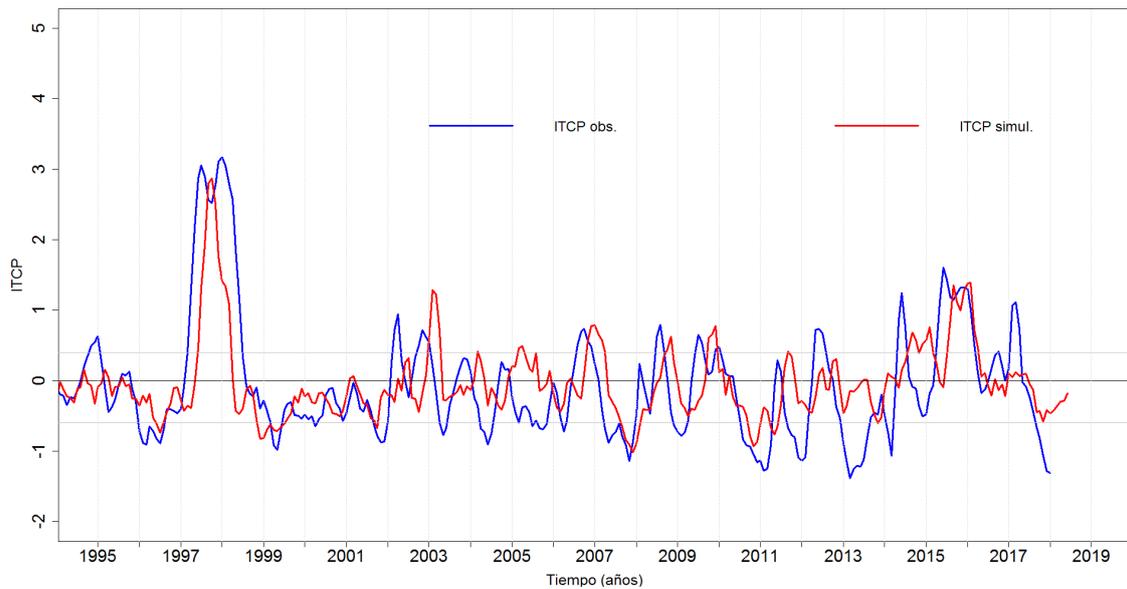


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y en el IAPS (Chamorro et al., en prep.), aplicado en IMARPE.