

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

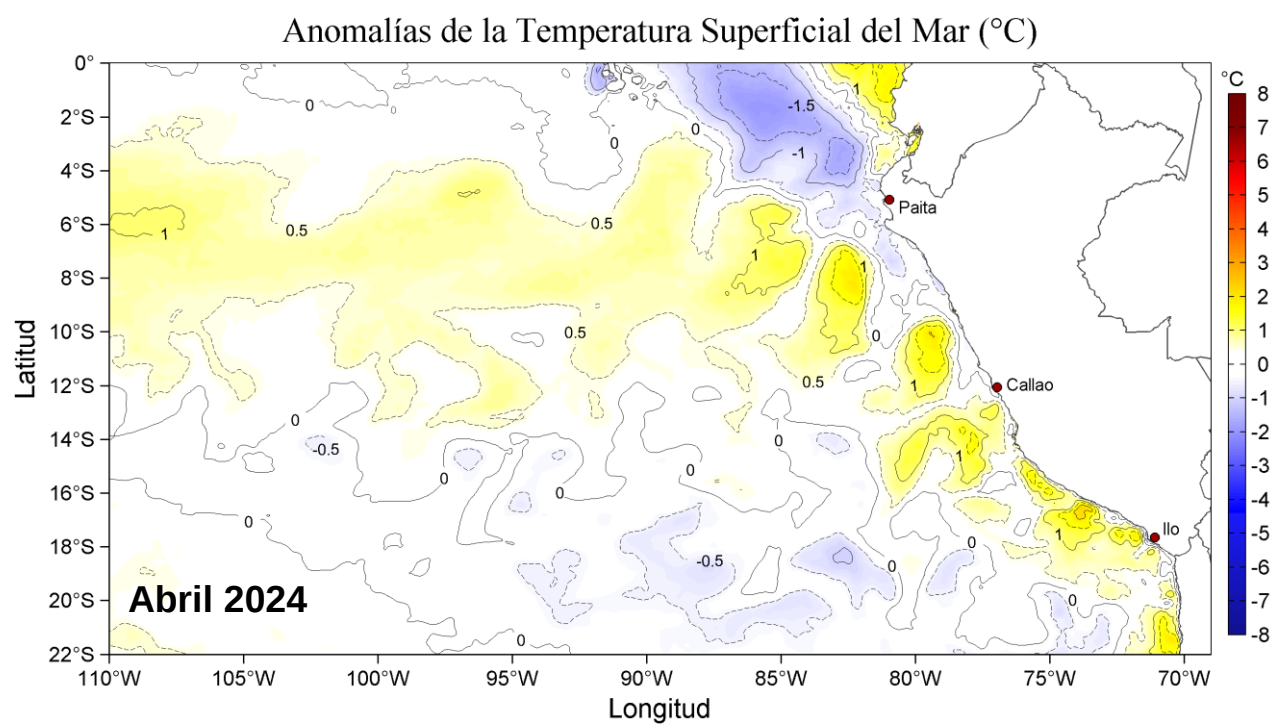
Programa Presupuestal por Resultados N°068

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

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de Desastres

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

INFORME DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS DE ABRIL AL 14 MAYO 2024



ABRIL-14 MAYO 2024

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras 01 de abril al 14 de mayo 2024

Condiciones en el Pacífico ecuatorial

A nivel superficial en la franja ecuatorial del Pacífico, durante el mes de abril y la primera quincena de mayo, los vientos alisios ecuatoriales mantuvieron velocidades de viento (VV) de intensidad fuerte (mayor a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a moderada (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$). Vientos alisios fuertes ocurrieron durante la primera quincena de abril y la primera quincena de mayo, desde los 110°W hasta los 170°E , mientras que, en la segunda quincena de abril, predominaron vientos alisios moderados, desde los 80°W hasta los 170°W y desde los 170°E a los 120°E (Figuras 1 y 2).

Respecto a la Temperatura Superficial del Mar (TSM), en abril, en el Pacífico ecuatorial oriental continuaron debilitándose las condiciones cálidas. En la región Niño 3, se expandió el área con anomalías de TSM en el rango neutro; mientras que, en la región Niño 1+2, se expandió el área con valores de -1°C (Figura 3). Las anomalías promedio de TSM (ERSST v5) en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 fueron de $-0,03$ y $+0,8^{\circ}\text{C}$, respectivamente, descendiendo respecto a marzo (Figura 4). En la región oriental, la condición fría continuó acentuándose en promedio, aunque se registraron pulsos débiles de anomalías cálidas y frías (Tabla 1). En la capa sub-superficial de 300 m del Pacífico ecuatorial central, la celda de anomalías negativas que se gestó en marzo continuó desplazándose hacia profundidades someras del lado oriental. A mediados de abril, en los 180°W y 150 m de profundidad, se fortaleció otra celda de anomalías negativas, que tendió a propagarse hacia oriente. En el extremo occidental, se detectaron débiles anomalías positivas de corta duración (Figura 5). Las anomalías del contenido de calor del sector oriental presentaron valores negativos que tendieron a intensificarse hasta $-0,9^{\circ}\text{C}$, mientras que, en el lado occidental, desde mediados de marzo se mantuvieron estacionarias, alrededor de $-0,4^{\circ}\text{C}$ (Figura 6).

El ONI (Oceanic Niño Index) para febrero-abril 2024, indicó la presencia de El Niño moderado en el Pacífico central ($+1,15$), así como, el ICEN en el mismo periodo presentó condiciones El Niño que se mantuvieron en la categoría débil en la región Niño 1+2 ($+0,57$) (Tabla 2 y ver Figura 24).

Condiciones atmosféricas a escala regional y local

Para el trimestre FMA 2024, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en el rango normal de intensidad ($-0,3 \text{ hPa}$) y se ubicó desplazado al noreste de su posición normal. Sin embargo, con respecto al trimestre EFM, el APS mostró un ligero fortalecimiento en su intensidad y un desplazamiento al suroeste en su posición. En abril, el APS se ubicó en promedio en los $102,5^{\circ}\text{W}$ y $32,5^{\circ}\text{S}$, desplazado al oeste de su posición habitual, alcanzando una intensidad de $1022,8 \text{ hPa}$ y una anomalía de $+1,2 \text{ hPa}$ (Figuras 7 y 8).

Durante el mes de abril y la primera quincena de mayo, en la franja ecuatorial frente a las costas de América, entre los 5°S a 5°N, predominaron VV moderadas, que evidenciaron el posicionamiento de la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT) sobre el hemisferio norte.

En la zona oceánica frente a la costa peruana, en la primera quincena de abril y en las dos primeras semanas de mayo, predominaron vientos fuertes y anomalías positivas de VV ($> +1,0 \text{ m s}^{-1}$). En cambio, en la segunda quincena de abril se registraron vientos moderados con anomalías de VV negativas ($< -1,0 \text{ m s}^{-1}$) o en el rango neutral (Figuras 9 y 10). En la franja de 110 km adyacente a la costa, siguieron registrándose vientos moderados a fuertes, con anomalías de VV en el rango neutral a positivas, principalmente, desde Talara a San Juan de Marcona. De San Juan de Marcona hacia el sur, se registraron vientos moderados con anomalías de VV en el rango neutral (Figura 11). El afloramiento costero se mantuvo intenso frente a la mayor parte de la costa ($> 200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}$), con un pulso significativo a mediados de abril y mostró una intensificación por encima de lo normal a partir de mayo, especialmente entre Talara y Sechura, así como entre Pisco y San Juan de Marcona. De San Juan de Marcona hacia el sur, el índice de afloramiento costero se mantuvo acorde a su climatología. El bombeo de Ekman mostró una intensificación notable en la primera quincena de mayo, con el aumento de las anomalías positivas, asociadas al incremento del viento oceánico (Figura 12).

Condiciones oceanográficas a escala regional y local

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en el sector de Galápagos, durante abril presentaron un descenso sostenido asociado al paso de una onda Kelvin fría, pasando de valores de hasta +10,6 cm a +4,2 cm hacia fines de abril. Sin embargo, en mayo estas ANM se incrementaron en 5 cm en promedio, sugiriendo el paso de una onda Kelvin cálida (Figura 13). En la franja de 60 mn adyacente a la costa, las ANM se incrementaron al sur de Paita durante la primera quincena de abril, superando los +10 cm al sur de Pacasmayo, principalmente. Posteriormente, se registró un nuevo descenso de las ANM, alcanzando valores de hasta +4 cm entre Huarmey y Callao en mayo. Por otro lado, en los últimos días se detectó un nuevo incremento de las ANM al norte de los 4° S, superando los +10 cm, el cual estaría asociado a la señal de la misma OK cálida (Figura 14).

La actividad de mesoescala frente a la costa norte y centro, en abril presentó más presencia de remolinos anticiclónicos con un mayor radio y energía respecto a los meses previos. En mayo estos remolinos se mantuvieron por fuera de las 60 mn, frente a Paita-Punta Falsa, Punta Falsa-Chicama, Huarmey-Huacho y Pucusana, aunque con un aparente desplazamiento hacia el oeste y disminución en su radio y energía, en especial en el sector entre Paita-Punta Falsa. Cerca de la costa, al norte de Callao destacó un remolino ciclónico generado en mayo con un tamaño de hasta 90 km (Figuras 15 y 16). Asimismo, la Tabla 3 muestra que en las primeras semanas de mayo, en promedio, se detectaron la misma cantidad de remolinos que en abril, aunque la energía y radio de estos ha disminuido.

La circulación superficial estimada por geostrofia, durante la primera semana de abril, evidenció corrientes marinas débiles con valores de hasta 13 cm s^{-1} , con la presencia de remolinos en la zona norte del país ubicados por fuera de las 80 mn. Estas corrientes, cerca de la costa peruana tuvieron dirección norte a sur, mostrando un ligero debilitamiento en la última semana de abril y en los inicios de mayo, con valores próximos a 10 cm s^{-1} (Figura 15).

Respecto a la TSM en el mar peruano, desde abril a inicios de mayo del 2024, se observó un incremento paulatino tanto de la extensión zonal como meridional de la banda de aguas con $TSM < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ocupando la zona desde Talara hacia el sur en los primeros días de mayo.

Asimismo, la proyección de aguas desde la costa norte del Perú hacia el noroeste se mantuvo durante este período, mientras que frente a la costa central se replegaron hacia el oeste las aguas mayores de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figuras 17). A una escala pentadal (Figura 18), las isotermas mayores a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ desde la costa norte del Perú exhibieron una mayor proyección hacia el oeste en la pentada 23 (20-24 de abril), con proyección de la isoterma de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la pentada 26 (05-09 de mayo). La banda costera de Talara a San Juan de Marcona así como la zona de Paita hacia el noroeste mantuvo una tendencia a la normalización y enfriamiento de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los núcleos cálidos prevalecieron asociados con la presencia de aguas cálidas de $24\text{-}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ frente a la costa central y de $22\text{-}23\text{ }^{\circ}\text{C}$ frente a la costa sur. En el sector oceánico, frente a la costa central y hacia el sur persistieron condiciones térmicas en el rango neutro (Figura 19). A escala pentadal, el calentamiento disminuyó paulatinamente, con persistencia y predominio de núcleos con anomalías de $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el sector oceánico y cerca a la costa entre Atico y Matarani. El mayor enfriamiento con anomalías de hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el sector noroeste frente a la costa norte ocurrió en las pentadas 22 (15-19 de abril) y 23 (20-24 de abril), ocupando una extensión considerable frente al litoral en la pentada 26 (05-09 de mayo) (Figuras 20 y 21). Las variaciones semanales de la TSM indican cambios constantes en el sector ecuatorial asociado con el desplazamiento de aguas más cálidas procedentes desde la Cuenca Pacífica Colombiana (Figura 22). El mayor enfriamiento ocurrió entre la semana 16 (15-21 de abril) y 15 (08-14 de abril). En las últimas semanas, la semana 19 (06 - 09 de mayo) y la semana 18 (29 de abril - 05 de mayo) exhibieron la disminución generalizada de la TSM en el área de estudio (Figura 22 f). En las estaciones costeras del IMARPE, la TSM promedio mensual para abril del 2024 presentó valores entre $28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tumbes) y $17,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Callao) con máximas anomalías mensuales en las estaciones de Ilo ($+0,76\text{ }^{\circ}\text{C}$) y Paita ($-0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$). Condiciones térmicas dentro del rango neutro ocurrieron en las estaciones localizadas entre San José y Pisco (Figura 23 y Tabla 4).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras seleccionadas, exhibió un valor temporal de $+0,28$ para abril del 2024, manteniendo una condición cálida débil, mientras que, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelital para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó el valor temporal de $-0,2$ para abril del 2024 que indica una condición neutra (Tabla 2 y ver Figura 24). En las últimas semanas, se observó una ola de calor marina (OCM; Hobday et al., 2016) en una zona frente a Ilo a 50 mn de distancia a la costa (Figura 25) que se desarrolló entre el 30 de marzo y fines de abril. Dicha OCM se expandió en la zona oceánica fuera de las 150 mn, con mayor extensión en las últimas dos semanas de abril. Entre el 1 de mayo y el 14 de mayo el calentamiento no fue significativo dentro de las 150 mn costeras entre 4°S y $18,5^{\circ}\text{S}$.

Respecto a la temperatura subsuperficial, en los primeros quince días de abril, entre Tumbes y Piura y dentro de las 200 mn frente a la costa se detectaron anomalías negativas sobre los 500 m, con núcleos de hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 60 m de profundidad, asociado a la señal del paquete de ondas Kelvin frías; mientras que entre la segunda quincena de abril y primeros doce días de mayo, se observó una atenuación de las anomalías negativas en la columna de agua, detectándose anomalías positivas de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 20 m y entre los 100 y 400 m de profundidad, posiblemente asociadas al paso de la onda Kelvin cálida (Figuras 26 a 28).

Por otro lado, alrededor de las 200 mn frente a la costa central, entre la segunda quincena de abril y primeros diez días de mayo, se observaron anomalías entre $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m de profundidad, principalmente; mientras que por debajo de esta capa hasta los 500 m de profundidad se observó el predominio de anomalías negativas, con anomalías de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los 40 y 100 m de profundidad (Figura 26). A fines de abril e inicios de mayo, la termoclina frente a Paita y Chicama se profundizó respecto a fines de marzo, ubicándose en promedio ligeramente por debajo su climatología dentro de las 100 mn (Figura 29). Cabe indicar que, considerando registros continuos de la columna de agua frente a la costa norte, en abril y primeros 12 días de mayo predominaron las anomalías térmicas negativas de hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 50 m de profundidad (Figuras 26 y 30). Esta evolución contrasta con la fase terminal de El Niño 2015-2016, en el cual las condiciones cálidas anómalas en la columna de agua persistieron hasta mayo 2016 (Figura 30).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), desde abril se apreció el repliegue de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hacia el norte, manteniéndose al norte de Tumbes desde la segunda quincena de abril y las dos primeras semanas de mayo (Figura 31). Esto fue debido al incremento paulatino en cobertura de las aguas costeras frías (ACF) que continuaron aflorando frente a la costa norte, ampliando su cobertura hasta las 60 mn frente a Paita y Chicama en los primeros 25 m, entre el 29 de abril y el 2 de mayo (Figura 28), favoreciendo, además al repliegue por fuera de las 60 mn de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS). Estas últimas generaron mezcla hasta las 100 mn frente a Punta Sal ($4,1^{\circ}\text{ S}$) y presentaron una amplia distribución por fuera de las 200 mn hasta los 140 m de profundidad (Figura 32). Al sur de Chicama y hasta Pisco aún predominó una amplia distribución de las ASS, predominando aguas de mezcla con las ACF en el litoral y de 35,1 a 35,2 en las 60 mn costeras (Figura 31). Al sur de Pisco, se mantuvo el predominio de ACF, aunque con una mayor presencia de celdas de aguas de mezcla con baja salinidad debido a la influencia de las Aguas Intermedias del Pacífico Sur (AIPSE), principalmente en mayo y de San Juan de Marcona hacia el sur (Figura 31). En el litoral peruano (Figura 33), entre abril y lo que va de mayo se detectó una mayor presencia de las ACF frente a San José y Callao, confirmando el repliegue de las ASS por fuera del litoral. Estas condiciones estarían próximas a su promedio climatológico.

Respecto a los flujos geostróficos en subsuperficie, frente a Negritos, durante la primera semana de abril predominaron flujos hacia el sur, con velocidades máximas de hasta 60 cm s^{-1} entre las 30 y 60 mn por fuera de la costa. Para la siguiente semana, la predominancia de los flujos fue hacia el norte con velocidades de hasta 25 cm s^{-1} . Finalmente, para la última semana de abril, la intensidad de las corrientes alcanzó los 90 cm s^{-1} en toda la columna de agua con dirección sur (Figura 27). Frente a Chicama, el 29 de abril, las corrientes geostróficas hacia el norte predominaron principalmente sobre la plataforma, alcanzando velocidades de hasta 30 cm s^{-1} , por fuera de las 80 mn las corrientes hacia el sur predominaron con velocidades hasta 20 cm s^{-1} (Figura 28). Para la primera semana de mayo, frente a Paita, predominaron las corrientes hacia el sur, con un núcleo máximo de 20 cm s^{-1} centrado en 25 m y a 40 mn de la costa; por en contrario, cerca de la costa, los flujos principalmente tuvieron dirección norte con velocidad entre 20 y 30 cm s^{-1} (Figura 28).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), a fines de abril y en los primeros días de mayo del 2024, la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} , considerada como indicadora de la oxiclina, se ubicó entre los 40 m a 150 m frente a Paita, y en la sección Chicama se ubicó entre los 10 a 110 m de profundidad, dentro de las 100 mn.

Con respecto a fines de marzo, la oxiclina se profundizó ligeramente en la sección Paita, mostrando anomalías positivas de profundidad, mientras que frente a Chicama el comportamiento fue opuesto. Asimismo, el límite superior de la zona de mínimo de oxígeno (ZMO, $OD < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) se ubicó por debajo de los 280 m frente a Paita y en Chicama desde los 20 m (sobre la plataforma) a 290 m de profundidad fuera de la costa. Se observó una mayor expansión del sector conformado por las iso-oxígenas entre $1,0$ a $2,0 \text{ mL L}^{-1}$, con un espesor máximo de 280 m en Paita y de 70 m en Chicama (Figura 28). A las 16 mn de la costa frente a Paita, se observó a las iso-oxígenas de $2,0$ a $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ con tendencia al afloramiento, mientras que, a 30 mn de Chicama, se registraron iso-oxígenas de $5,0$ a $7,0 \text{ mL L}^{-1}$ por influencia de la actividad fotosintética (Figura 34).

Los nutrientes de la sección Paita, durante primeros días de mayo 2024, presentaron concentraciones de fosfatos de $1,0$ a $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$, silicatos de $5,0$ a $15,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ y nitratos de $10,0$ a $20,0 \mu\text{mol L}^{-1}$, mostrando una tendencia al afloramiento dentro de las 40 mn del litoral. En la sección Chicama, hacia fines de abril, se encontraron concentraciones habituales de afloramiento dentro de las 40 mn con valores de fosfatos entre $1,0$ a $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ y silicatos – nitratos de $10,0$ a $20,0 \mu\text{mol L}^{-1}$, destacando una mayor fertilidad que en la sección Paita; sin embargo, por fuera de las 60 mn y sobre la capa de los 25 m, se tuvieron nutrientes inferiores a $1,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ de fosfatos y alrededor de $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ de silicatos (Figura 35). En cuanto a la variación temporal, a las 16 mn de Paita y 30 mn de Chicama, se observó una tendencia a la recuperación de las concentraciones habituales, con valores de fosfatos de $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ y silicatos de $10,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ que alcanzaron los 10 m de profundidad (Figura 36).

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó durante abril, en promedio, concentraciones de 1 a $3 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn a lo largo de la costa, con núcleos de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Paita y San José y entre Huacho y Pisco. En lo que va de mayo, estas concentraciones han disminuido, predominando valores de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn, con núcleos de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Chimbote y entre Callao y Pisco (Figuras 37 y 38). En abril, de San Juan hasta el norte de Paita, predominaron anomalías positivas entre $+1 \mu\text{g L}^{-1}$ a $+10 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn, que se extendieron hasta las 150 mn frente a Paita, aunque al sur de Chimbote, dentro de las 60 mn, y frente a Pisco, entre las 30 a 60 mn, se observaron anomalías negativas ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$). En cambio, en lo que va de mayo han predominado anomalías de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa, intensificándose entre Huacho y Pisco ($-4 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 37). Respecto a la información *in situ*, durante los primeros días de mayo en la sección Paita se observaron núcleos máximos de $2,5 \mu\text{g L}^{-1}$ sobre la capa de los 15 m de profundidad y las concentraciones inferiores a $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$ se registraron por debajo de los 20 m de profundidad y por fuera de las 60 mn del litoral. En la sección Chicama a fines de abril, se presentaron núcleos productivos de $5,0 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de la capa de los 10 m y entre las 20 mn a 70 mn de la costa de Chicama (Figura 35). La disminución en la productividad en lo que va del mes del mayo podría estar relacionada al aumento de la nubosidad y la profundización de la capa de mezcla.

Indicadores ecológicos y biológico pesqueros

Respecto al volumen del plancton, frente a Paita, se registró un promedio de $0,723 \text{ mL m}^{-3}$, con alto predominio del fitoplancton a 5 mn, mientras que, en Chicama el valor medio fue de $1,008 \text{ mL m}^{-3}$, observándose predominancia de fitoplancton a 5, 15 y 30 m, y un predominio de zooplancton a 45, 60, 80 y 100 mn (Figura 39).

En cuanto al fitoplancton, a inicios de mayo, frente a Paita no se observó a indicadores de masas de agua, a comparación de marzo donde se observó a 5 mn a *Protoperdinium obtusum*, indicador de ACF. A fines de abril, frente a Chicama solo se determinó a *P. obtusum* (ACF) a 5 y 15 mn, donde el rango de la TSM fluctuó entre 16,7 °C y 17,7 °C, a diferencia de marzo donde hubo ausencia de indicadores (Figura 40). Para mayor detalle sobre la composición del fitoplancton en ambas áreas se muestra en la Tabla 5.

Frente a la bahía Paracas, se produjo una Floración Algal Nociva (FAN) producido por el dinoflagelado atecado *Akashiwo sanguinea*, siendo la concentración celular de $1,02 \times 10^6$ cel L⁻¹ asociado a una TSM de 23,1 °C. Esta especie es inocua.

Respecto al zooplancton, a inicios de mayo en la sección Paita, hasta las 11 mn se observó el copépodo *Centropages brachiatus*, indicador de ACF; mientras que, los copépodos asociados a ASS (*Triconia conífera*) y AES (*Centropages furcatus*) estuvieron distribuidos por fuera de las 16 mn de la costa. En la sección Chicama, a finales de abril, el copépodo *C. brachiatus* (ACF) se localizó hasta las 100 mn, mientras que, los copépodos *Calocalanus pavo* y *C. furcatus*, indicadores de ASS y AES, se observaron solamente a 100 mn de la costa (Figura 41).

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la anchoveta (*Engraulis ringens*) mostró una notable recuperación de su nivel poblacional, posterior a El Niño 2023-2024. Desde el inicio de la primera temporada de pesca del 2024, el 16 de abril, la anchoveta presentó una amplia y continua distribución latitudinal, desde Bayóvar hasta Pisco. Respecto a la distancia de la costa, se presentó principalmente dentro de las 60 mn, acorde con los resultados del Crucero de Evaluación Hidroacústica culminado a inicios de abril. Los volúmenes de desembarque muestran un buen rendimiento, con un promedio diario superior a las 50 mil toneladas (Figura 42). La estructura de tallas varió de 7,0 a 16,5 cm longitud total (LT), con moda adulta en 12,0 cm LT. La incidencia de la talla mínima de captura fue 38,9 % en número y 28,4 % en peso. La mayor presencia de juveniles (superior al 50 %) se registró entre los 11° S y 13° S. Según distancia de la costa, la mayor incidencia de juveniles se presentó dentro de las 10 mn (50 %), disminuyendo progresivamente por fuera de las 20 mn (Figura 43). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte – centro, mostraron una baja actividad desovante en abril, acorde a lo esperado para esta época. El índice de atresia (IA), señaló el incremento en los procesos de reabsorción gonadal. El valor del contenido graso (CG) indica el incremento de sus reservas energéticas, de acuerdo a lo esperado para la época (Figura 44).

En el caso de las especies transzonales, el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus peruanus*), se distribuyeron principalmente desde Chimbote hasta Ilo, con mayor concentración en el sur del litoral, dentro de las 30 mn de la costa. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), mantuvo su cobertura latitudinal desde Punta Sal (Tumbes) hasta Morro Sama (Ilo), dentro de la 60 mn de la costa. Las tres especies mencionadas fueron capturadas por la flota artesanal (Figura 45). En cuanto a la condición reproductiva de los recursos transzonales, en general, estos presentaron una disminución del IGS en abril, indicando menores procesos de actividad reproductiva, manteniendo la tendencia de sus patrones históricos. En la primera quincena de mayo, el bonito mostró la disminución de sus procesos de maduración gonadal y desove (Figura 46).

Se registraron especies asociadas a condiciones frías, como la munida (*Pleuroncodes monodon*), que presentó una amplia distribución desde Bayovar hasta Pisco dentro de las 60 mn de la costa. Por otro lado, se registró a la samasa (*Anchoa nasus*) frente a Bayóvar dentro de las 10 mn, el bagre frente a Salaverry y el calamar común frente a Malabrigo (Figura 47).

Respecto a los recursos demersales, durante abril hasta el 11 de mayo, la actividad de la flota industrial arrastrera de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) se desarrolló principalmente desde el extremo norte del litoral peruano hasta Paita. Durante ese periodo, los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron en dos zonas, el área comprendida entre el extremo norte del litoral peruano y los 4°S, y el área comprendida entre los 4°30' S y 5°00' S, por lo que se podría inferir una mayor concentración del recurso en esas zonas (Figura 48). Los valores de la CPUE en el periodo mencionado fueron mayores a los registrados en marzo (Figura 49). Por otro lado, se observó que se mantiene la presencia de ejemplares de menor tamaño desde el extremo norte hasta los 6°S, los mismos que siguen presentando un crecimiento en tamaño a lo largo del periodo analizado (Figura 50).

Para los recursos invertebrados, se observó disminución de los desembarques del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*). Este recurso se encontró distribuido principalmente entre el extremo norte (03°30'S) hasta Pimentel y frente a San Juan de Marcona, desde las 10 hasta las 200 mn de la costa, registrando las mayores concentraciones frente a Talara (Figura 51).

Pronósticos oceanográficos y perspectivas biológico pesqueras

A gran escala, para los meses de junio a noviembre 2024, en el Pacífico ecuatorial central, según las agencias internacionales de centros de modelado de Norteamérica (NMME), usando los modelos climáticos de El Niño Oscilación Sur (ENOS), inicializados a inicios de mayo, muestran que el promedio del multi-modelo NMME indica condiciones neutras del ENOS entre junio y julio en el Pacífico ecuatorial central y posteriormente una transición hacia las condiciones de La Niña hasta fin de año (Figuras 52 a y 53). Asimismo, el multi-modelo MME del APEC Climate Center (APCC), difundido el 15 de abril 2024, indicó la presencia de condiciones neutras del ENOS en el Pacífico ecuatorial central en junio; mientras que, a partir de julio habría una transición hacia condiciones de La Niña hasta fin de año (Figura 52 b). A escala regional, frente a Sudamérica, para los meses de mayo a octubre 2024, en la región Niño 1+2, el multi-modelo MME del APCC, muestra que, en promedio, persistirán las condiciones neutras del ICEN hasta octubre 2024 (Figura 52 c).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 10 de mayo 2024 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que entre mayo y agosto 2024 se espera la llegada a las costas Sudamericanas de tres ondas Kelvin frías y una onda Kelvin cálida. Entre lo que resta de mayo e inicios de junio, se espera la llegada a Sudamérica de dos ondas Kelvin frías (modo 2 y modo 1); la onda de modo 1 habría sido reforzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial oriental a inicios de mayo, mientras que la de modo 2, habría sido reforzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central entre fines de marzo e inicios de abril (Figura 54).

Por otro lado, la otra onda Kelvin fría (modo 1), generada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial occidental, llegará a Sudamérica en junio. Cabe señalar, que una onda Kelvin cálida (modo 2) se habría generado en el Pacífico ecuatorial occidental por las anomalías de vientos del oeste y llegaría a Sudamérica en agosto. El arribo repetido de ondas Kelvin frías está contribuyendo a la superficialización de la termoclina en el Pacífico ecuatorial y frente a las costas de Sudamérica, además de la persistencia o intensificación de las anomalías negativas de la TSM en la región Niño 1+2.

Para la franja adyacente a la costa peruana, usando un modelo estadístico basado en el volumen de agua ecuatorial y en el índice del APS, siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), se pronostica que los valores del ITCP disminuirán y alcanzarán condiciones frías en mayo, y posteriormente se incrementarán, alcanzando las condiciones neutras entre junio y agosto 2024. Por otro lado, el modelo dinámico acoplado océano-atmosfera de complejidad intermedia del Pacífico ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Quispe-Ccalluari et al. (2017), también pronostica que los valores del ITCP disminuirán dentro de las condiciones neutras entre mayo y agosto 2024 (Figura 55).

TABLAS

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (TSM) y sus anomalías (ATSM) semanales (centrados en el día indicado), de las regiones Niño, procedentes de OISST v2.1. Periodo base 1991-2020. Fuente CPC-NCEP-NOAA.

OISST v2.1			TSM y ATSM en regiones Niño							
Año	Mes	día	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
2024	3	27	25.9	-0.4	28.3	0.9	28.5	1	29.1	0.8
	4	3	26	-0.1	28.5	1	28.8	1.2	29.3	0.9
	4	10	25.6	-0.2	28.1	0.6	28.5	0.9	29.1	0.7
	4	17	24.9	-0.6	28.1	0.6	28.5	0.7	29.3	0.8
	4	24	25.3	0	28.1	0.6	28.6	0.8	29.5	0.9
	5	1	25.8	0.8	27.7	0.3	28.4	0.5	29.5	0.8
	5	8	24.3	-0.4	27.3	0	28.2	0.3	29.5	0.8

Tabla 2. Tabla 2. Valores promedio mensuales de los índices LABCOS, Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), Índice Costero El Niño (ICEN), Índice Niño Oceánico (ONI; https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php) e Índice Multivariado ENOS (MEI.v2, <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>). Las estimaciones se obtuvieron de Quispe y Vásquez (2015), Quispe et al (2016), Takahashi, et al. (2014), Huang et al, 2017 (J. Climate). El Índice Multivariado ENOS se obtuvo de Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015).

ÍNDICE		LABCOS	ITCP	ICEN	ONI	MEI v2
REGION		Litoral Peruano	Banda	Región	Región	30°S-30°N
AÑO	MES		Afloramiento, Perú	Niño 1+2	Niño 3.4	100°E-70°W
2022	10	-0,50	-1,2	-1,39	-0,99	-1,76
	11	-0,27	-1,0	-1,24	-0,93	-1,53
	12	-0,13	-1,2	-0,81	-0,83	-1,26
2023	1	0,12	-0,9	-0,27	-0,71	-1,11
	2	0,78	-0,2	0,42	-0,45	-0,91
	3	2,11	1,4	1,51	-0,16	-0,76
	4	2,89	2,1	2,19	0,14	-0,37
	5	3,54	2,3	2,55	0,47	-0,05
	6	3,31	2,2	2,62	0,77	0,43
	7	3,46	2,3	2,94	1,06	0,50
	8	2,97	2,0	2,91	1,32	0,51
	9	2,22	1,5	2,70	1,54	0,69
	10	1,46	0,9	2,27	1,78	0,48
	11	1,07	0,5	1,96	1,94	0,91
	12	1,06	0,4	1,61	1,97	1,13
2024	1	1,22	0,6	1,29	1,80	0,71
	2	1,08	0,5	0,98	1,50	0,70
	3	0,69	0,2	0,42 ³	1,15 ¹	
	4	0,28 ¹	-0,2 ²			

¹ Valor preliminar.

² Valor preliminar de la primera componente.

³ Valor temporal (ENFEN, 2024)

⁵ Valor del MEI.v2 (<https://psl.noaa.gov/enso/mei/data/meiv2.data>). Los valores del MEI.2 son bimensuales (DE, EF, FM, MA, AM, MJ, JJ, JA, AS, SO, ON, ND)

Tabla 3. Promedio mensual de número de remolinos promedio, número de remolinos ciclónicos y anticiclónicos, radio promedio (km) y la energía cinética promedio ($\text{cm}^2 \text{s}^{-2}$) de los remolinos entre 3°S y 18°S y de 70°W a 84°W hasta el 13 de mayo de 2024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

AÑO	MES	NÚMERO REMOLINOS promedio durante cada día dentro del mes	NÚMERO REMOLINOS CICLÓNICOS promedio durante cada día dentro del mes	NÚMERO REMOLINOS ANTICICLÓNICOS promedio durante cada día dentro del mes	RADIO (km)	ENERGIA CINÉTICA ($\text{cm}^2 \text{s}^{-2}$)
2023	ENE	6	2	4	59.0	93.1
2023	FEB	7	4	3	63.9	153.9
2023	MAR	10	4	6	61.4	160.0
2023	ABR	5	3	2	57.8	145.5
2023	MAY	6	2	4	64.6	228.1
2023	JUN	9	5	4	64.9	242.4
2023	JUL	7	3	4	64.3	277.8
2023	AGO	7	3	4	65.3	179.1
2023	SET	10	4	6	61.9	177.8
2023	OCT	10	4	6	63.5	167.1
2023	NOV	9	5	4	60.3	130.7
2023	DIC	8	3	5	64.7	152.0
2024	ENE	7	3	4	67.4	150.4
2024	FEB	8	5	3	60.8	116.4
2024	MAR	8	5	3	62.0	141.9
2024	ABR	10	5	5	64.0	234.8
2024	01- 13/MAY	10	5	5	60.0	181.8

Tabla 4. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y las anomalías térmicas (°C) en los muelles costeros del Imarpe de enero 2023 al 13 de mayo del 2024.

a) Temperatura superficial del mar

AÑO	MES	TUMBES	PAITA	SAN JOSÉ	CHICAMA	CHIMBOTE	HUACHO	CALLAO	PISCO	ILO
2023	04	29.32	26.96	25.78	23.44	25.48	21.10	20.74	22.52	18.23
	05	29.26	23.12	23.87	22.08	23.03	20.13	19.67	20.78	18.86
	06	28.95	22.27	23.35	21.67	23.24	20.57	20.06	20.55	18.69
	07	28.79	21.46	22.15	20.75	23.13	20.19	19.86	20.40	17.66
	08	28.22	20.15	22.13	20.17	21.95	19.40	19.09	20.11	17.55
	09	28.41	19.32	21.22	18.86	21.15	17.12	17.27	18.84	16.71
	10	27.96	19.06	20.50	17.69	20.38	16.60	16.49	20.64	15.77
	11	28.14	19.65	20.82	18.02	20.34	16.65	16.55	20.15	16.23
	12	28.49	20.11	20.64	18.84	21.15	17.07	17.38	21.80	16.71
	01	27.93	22.20	23.35	20.48	23.10	18.21	17.87	21.57	17.83
	02	29.01	24.34	24.68	21.42	24.07	19.46	18.82	22.86	18.66
	03	29.53	21.24	23.24	20.19	22.72	18.60	18.74	23.94	18.07
2024	04	28.14	19.56	20.15	17.80	20.61	17.11	17.09	22.65	17.46
	01-13/05	28.42	18.02	19.28	17.30	19.59	16.03	16.35	21.65	16.51

b) Anomalías de la temperatura superficial del mar

AÑO	MES	TUMBES	PAITA	SAN JOSÉ	CHICAMA	CHIMBOTE	HUACHO	CALLAO	PISCO	ILO
2023	04	+1.82	+6.66	+5.18	+5.44	+4.38	+3.80	+3.54	+0.22	+1.53
	05	+2.26	+4.02	+4.07	+4.58	+3.13	+3.43	+3.07	-0.32	+2.56
	06	+3.05	+4.07	+4.15	+4.47	+4.04	+3.87	+3.66	+1.15	+2.79
	07	+3.69	+3.96	+3.25	+3.95	+4.43	+3.49	+3.76	+2.10	+2.36
	08	+3.42	+3.15	+3.33	+3.87	+3.45	+3.40	+3.39	+2.01	+2.55
	09	+3.31	+2.72	+2.32	+2.96	+2.75	+1.72	+2.17	+0.04	+1.81
	10	+2.16	+1.66	+1.50	+1.89	+1.58	+1.40	+1.59	+0.84	+0.67
	11	+2.04	+1.65	+1.32	+1.82	+0.84	+0.85	+1.45	+0.05	+0.33
	12	+1.69	+1.31	+0.44	+2.04	+0.65	+0.57	+1.58	+0.20	+0.01
	01	+0.53	+1.60	+2.55	+3.08	+1.80	+0.91	+1.57	-1.13	+0.63
	02	+1.01	+1.34	+2.08	+2.62	+1.87	+1.66	+1.82	-0.24	+1.46
	03	+1.63	-1.56	+0.84	+1.09	+0.42	+0.50	+1.14	+0.84	+1.07
2024	04	+0.64	-0.74	-0.45	-0.20	-0.49	-0.19	-0.11	+0.35	+0.76
	01-13/05	+1.19	-1.53	-0.80	-0.27	-0.64	-0.89	-0.43	+0.16	+0.08

Tabla 5. Composición del fitoplancton más representativo durante abril e inicios de mayo en los muestreos realizados por IMARPE frente a Paita y a Chicama.

Ubicación	Fecha	Especies	Abundancia relativa	Distancia a la costa (mn)	T (°C) asociados	Observaciones
Sección Paita	01 y 02 de mayo	<i>Helicotheca tamesis</i>	Abundante	5	20.2	Diatomeas de aguas cálidas
		<i>Rhizosolenia temperei</i> , <i>R. acuminata</i> , <i>Planktoniella sol</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i>	Presente	5	20.2	
		<i>Coscinodiscus perforatus</i> , <i>Eucampia zoodiacus</i> y <i>Thalassiosira subtilis</i>	Escaso	5	20.2	Diatomeas neríticas y de afloramiento
		<i>Pyrocystus noctilula</i>	Escaso	16	20.1 a 20.4	Dinoflagelados termófilos
		<i>Pyrocystis fusiformis</i> , <i>Protoperidinium quarnerense</i> <i>P. globulus</i> , <i>Tripes lunula</i> , <i>T. massiliensis</i> , <i>T. vultur</i> <i>Tripes</i> , <i>T. contortus</i> , <i>Kofoidinium velleoides</i> , <i>Dinophysis cuneus</i> , <i>D. doriophorum</i>	Presente	5 a 100	20.0 a 22.5	
Estación fija Chicama	8 de abril	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Ch. debilis</i> y <i>Ch. didymus</i>	Muy Abundante	15	19.5	Diatomeas de afloramiento y neríticas
		<i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Thalassiosira angulata</i> y <i>Chaetoceros affinis</i>	Escaso	15	19.5	
		<i>Planktoniella sol</i> , <i>Helicotheca tamesis</i> y <i>Thalassiosira partheneia</i>	Presente	15	19.5	Diatomeas de aguas cálidas
		<i>Protoperidinium peruvianum</i> y <i>Diplopelta asymmetrica</i>	Presente	15	19.5	Dinoflagelados termófilos
		<i>Dinophysis caudata</i> , <i>Tripes furca</i> , <i>Protoperidinium depressum</i> , <i>P. pellucidum</i> , <i>Tripes dens</i>	Presente	15	19.5	Dinoflagelado de distribución cosmopolita
Sección Chicama	29 de abril	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> , <i>Ch. debilis</i> y <i>Ch. affinis</i>	Muy Abundante	5 a 30	16.7 a 19.5	Diatomeas de afloramiento y neríticas
		<i>Lithodesmium undulatum</i> , <i>Skeletonem costatum</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> y <i>Pleurosigma sp.</i>	Escaso	5 a 30	16.7 a 19.5	
		<i>Planktoniella sol</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i> , <i>Ch. coarctatus</i> <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> , <i>Proboscia gracillima</i> , <i>Thassiosira partheneia</i> y <i>Rhizosolenia setigera</i>	Presente	30 a 100	19.5 a 22.4	Diatomeas de aguas cálidas
		<i>Protoperidinium depressum</i> , <i>Tripes dens</i>	Escaso	30 a 45	19.5 a 21.0	Dinoflagelados de distribución cosmopolita
		<i>Dinnophysis caudata</i> , <i>D. acuminata</i> , <i>Tripes dens</i> , <i>Tripes furca</i> , <i>T. fusus</i> , <i>Protoperidinium divergens</i> , y <i>P. granii</i>	Presente	5 a 100	16.7 a 22.4	
		<i>Tripes seta</i> , <i>T. azoricus</i> , <i>T. macroceros</i> , <i>T. kofoidii</i> , <i>T. lunula</i> , <i>T. trichoceros</i> , <i>Triadinium polyedricum</i> y <i>Protoperidinium brochii</i>	Presente	60 a 100	21.0 a 22.4	Dinoflagelados termófilos

FIGURAS

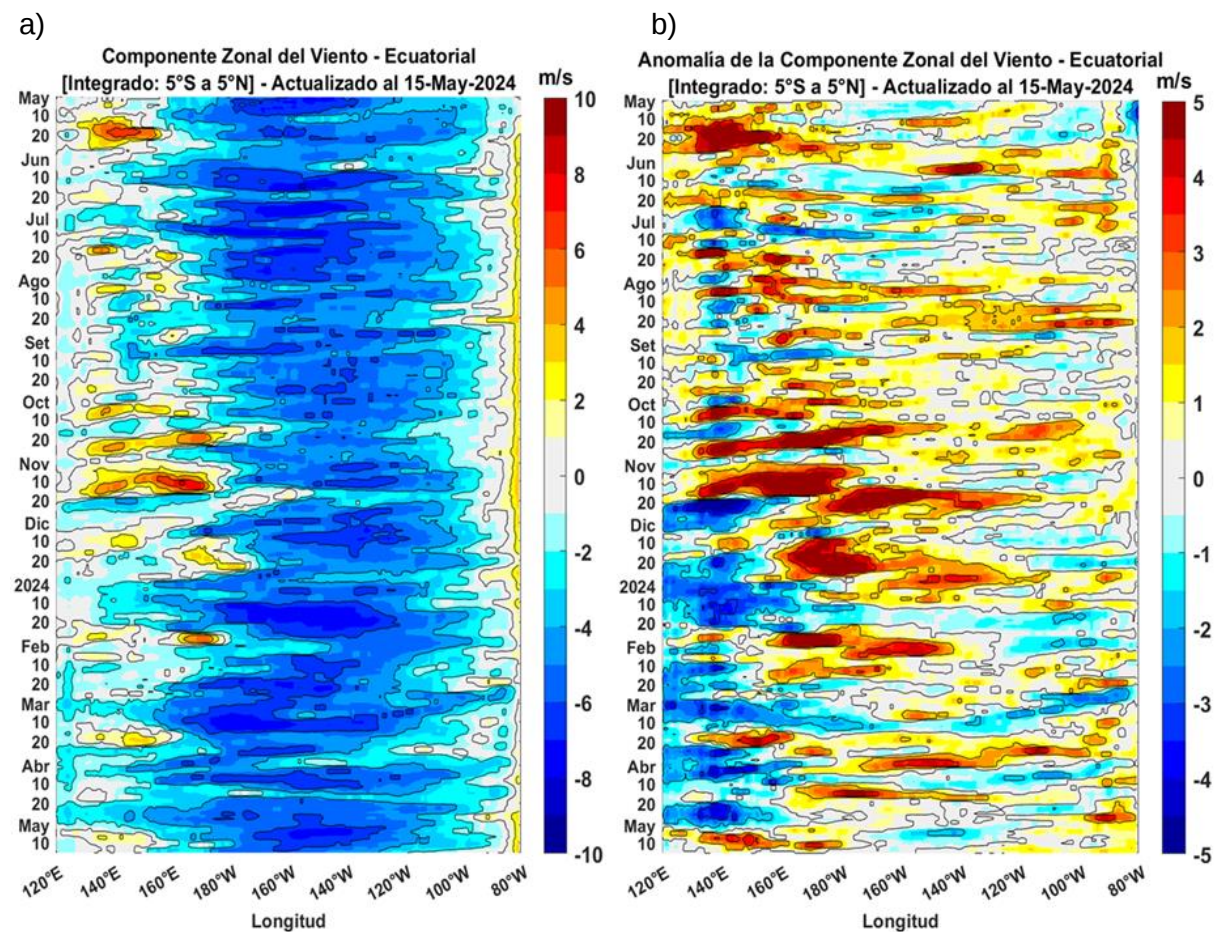


Figura 1. Viento satelital (integrado en los 5°S a 5°N en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la componente zonal del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT y Modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE .

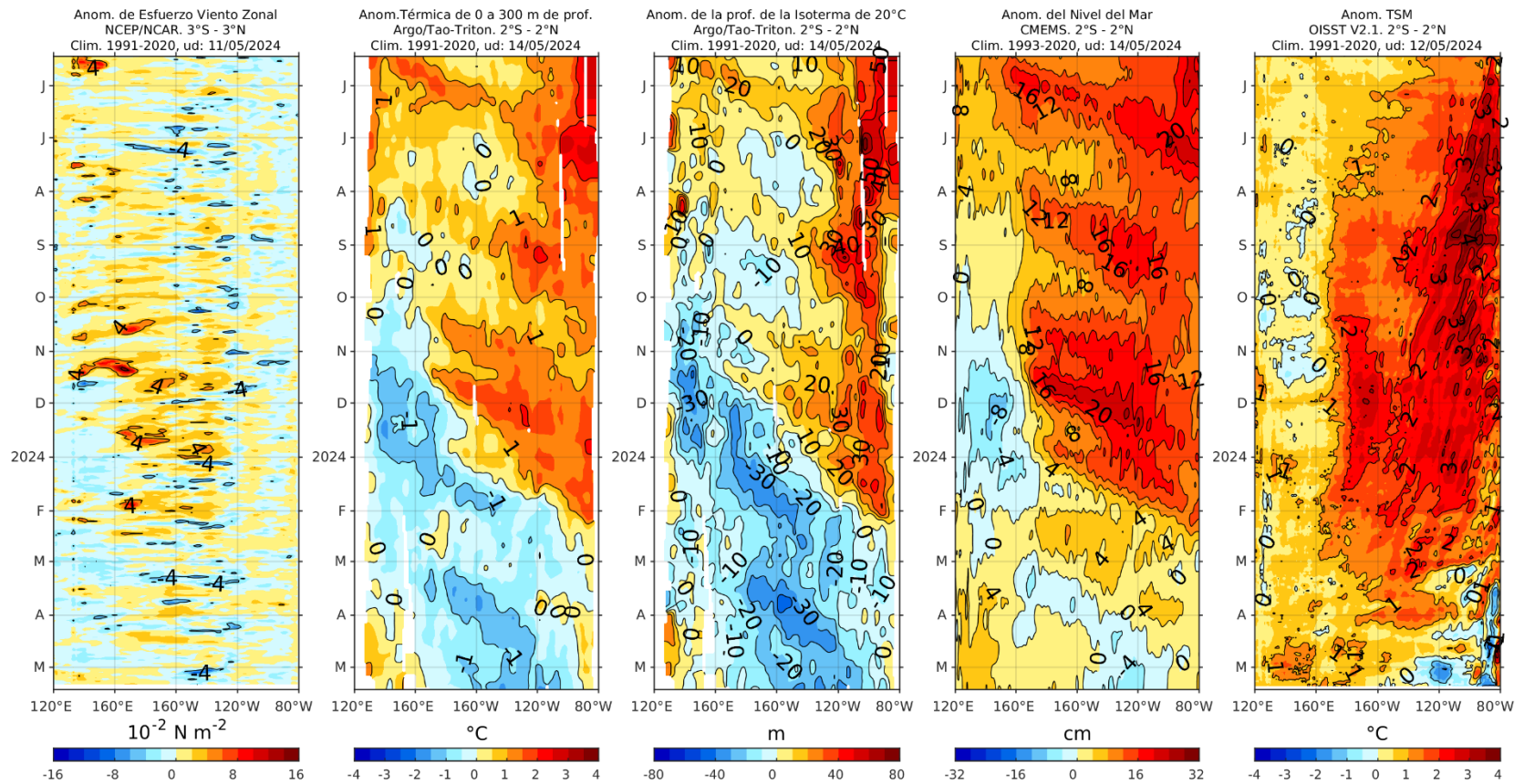


Figura 2. Anomalía de esfuerzo de viento zonal (10^{-2} N m^{-2}), Anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad ($^{\circ}\text{C}$), Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 $^{\circ}\text{C}$ (m), Anomalía de nivel del mar (cm), Anomalía de temperatura de superficie del mar ($^{\circ}\text{C}$) de izquierda a derecha. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

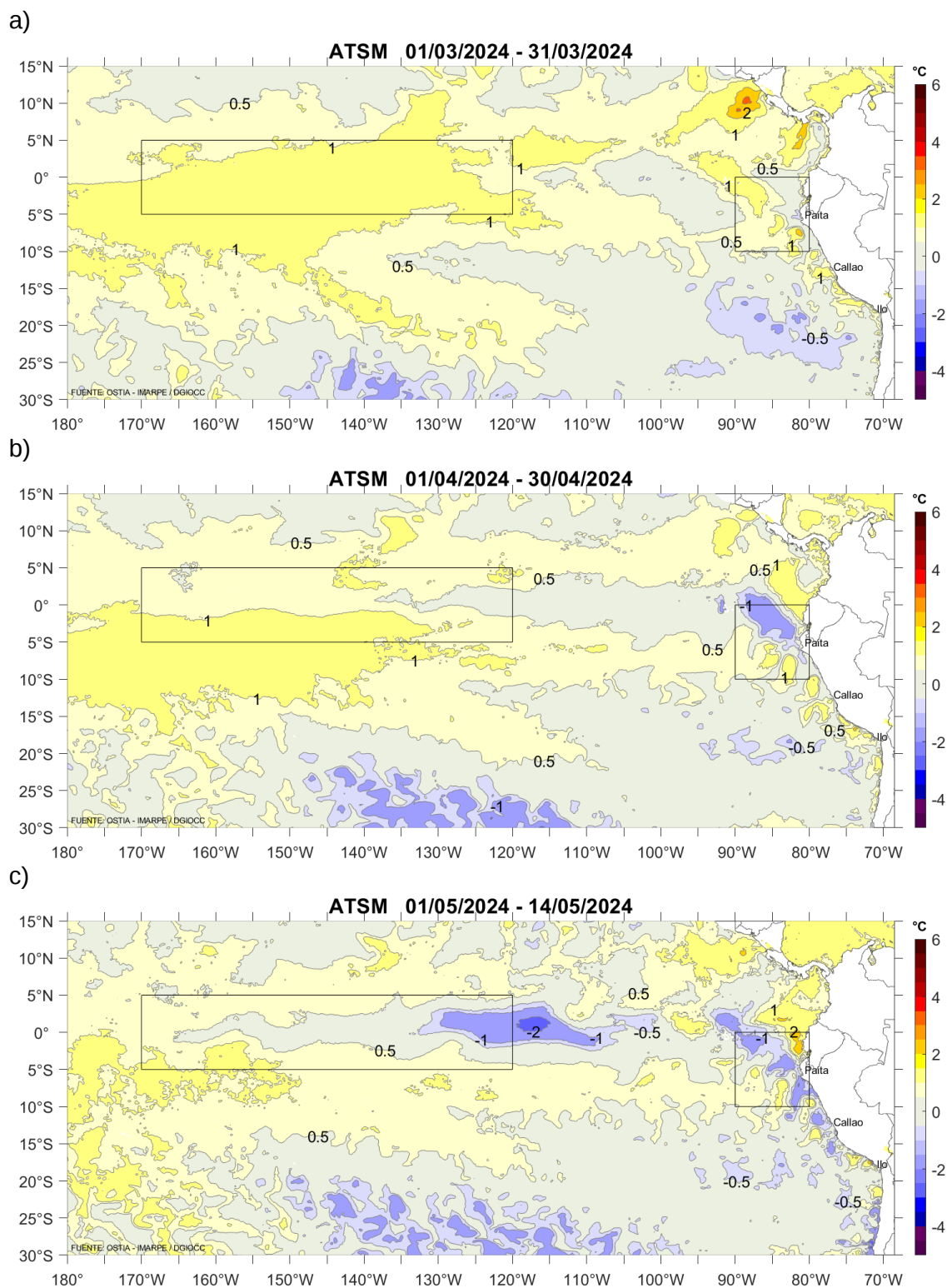


Figura 3. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para los meses de a) marzo, b) abril y c) mayo del 2024. Periodo base de 1991-2020. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

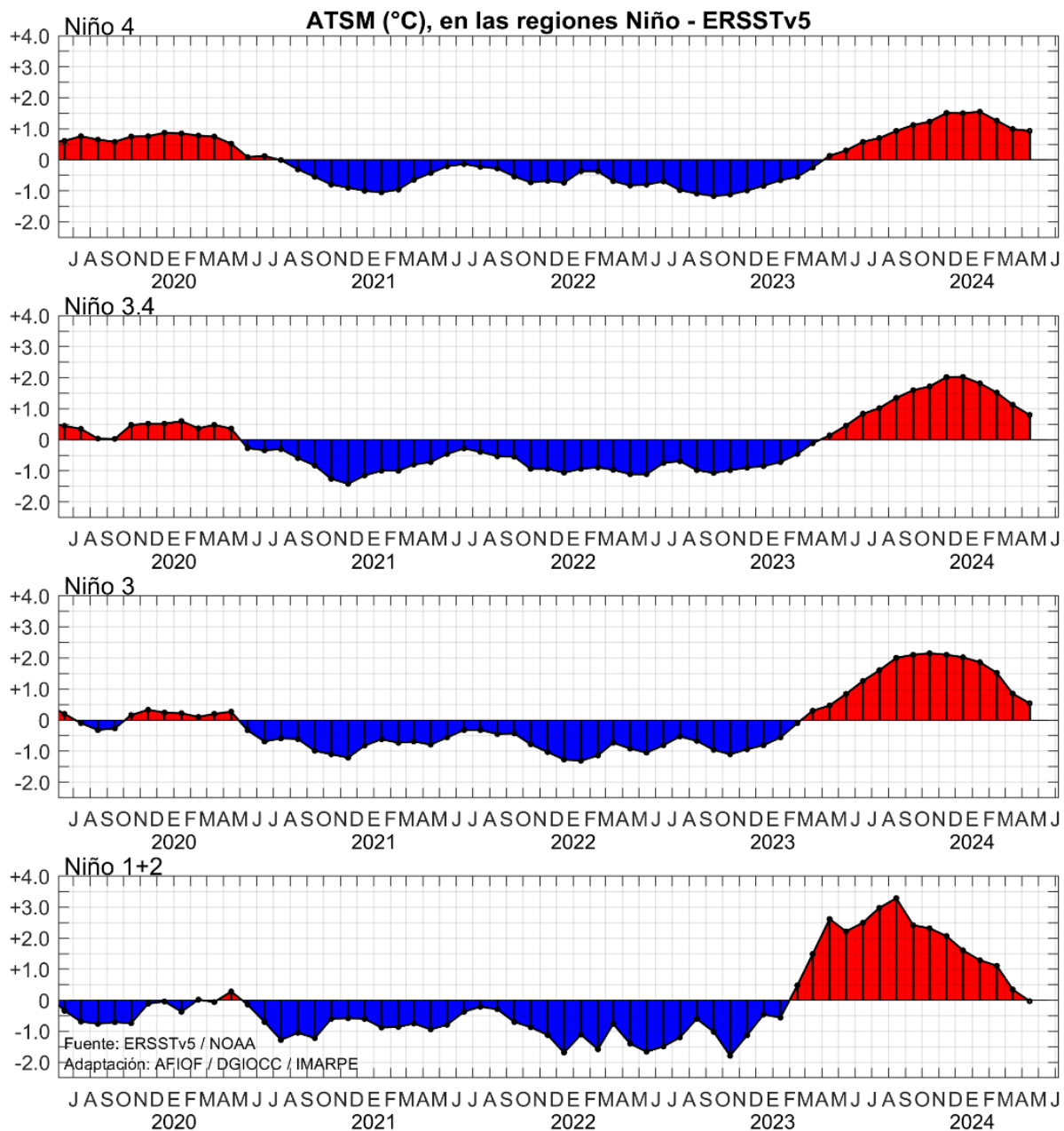


Figura 4. Variación mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C), en las regiones Niño del Pacífico ecuatorial, durante cinco años, hasta abril del 2024. Fuente CPC/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

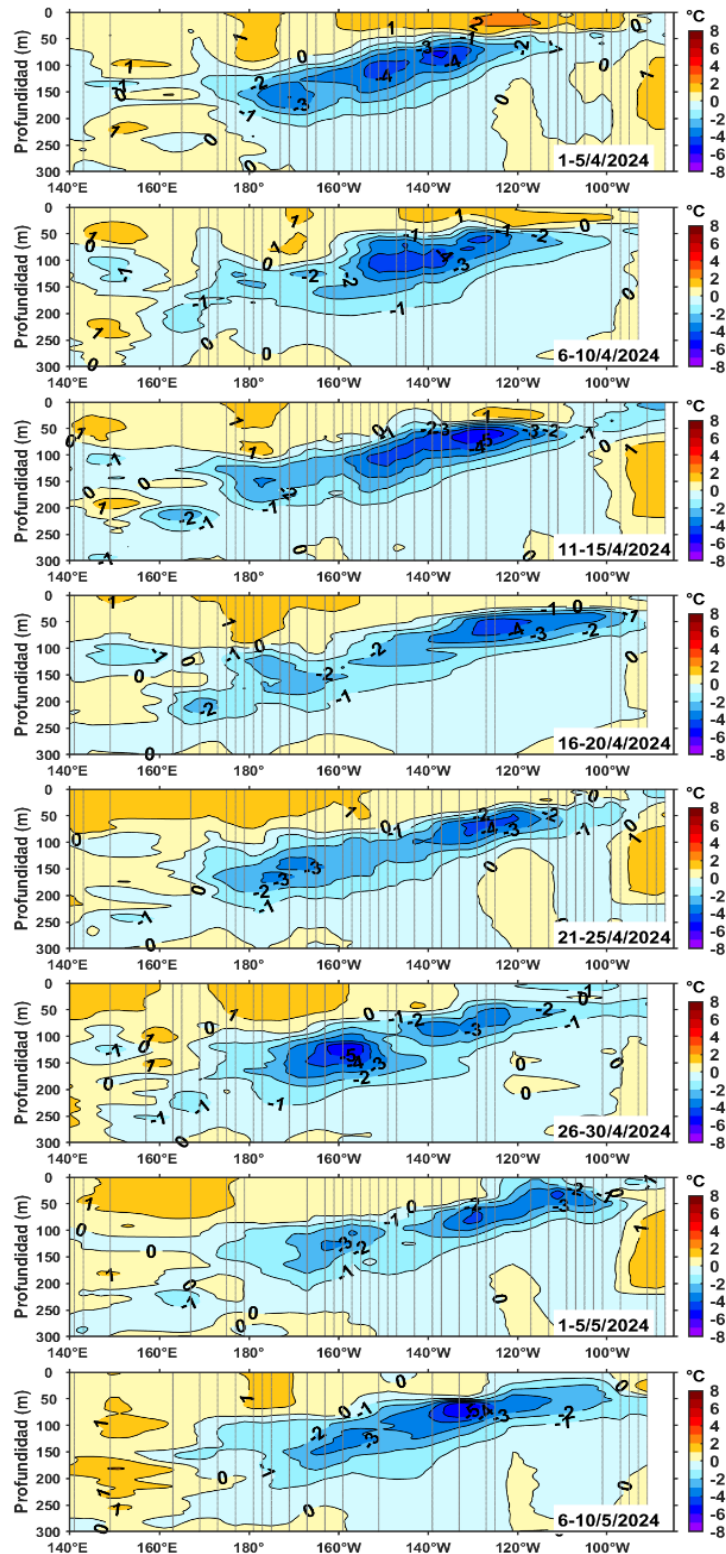


Figura 5. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-300 m) del Pacífico ecuatorial (140°E – 80°W y 2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante abril y primeros días de mayo del 2024. Periodo base 1991-2020. Fuente: ARGO - TAO/TRITON, Procesamiento AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

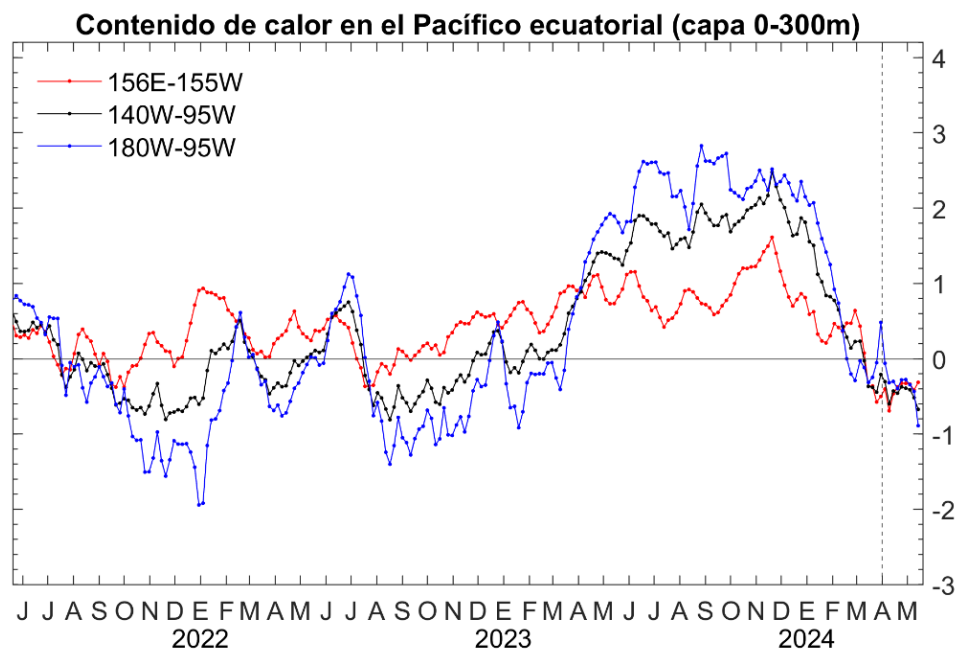
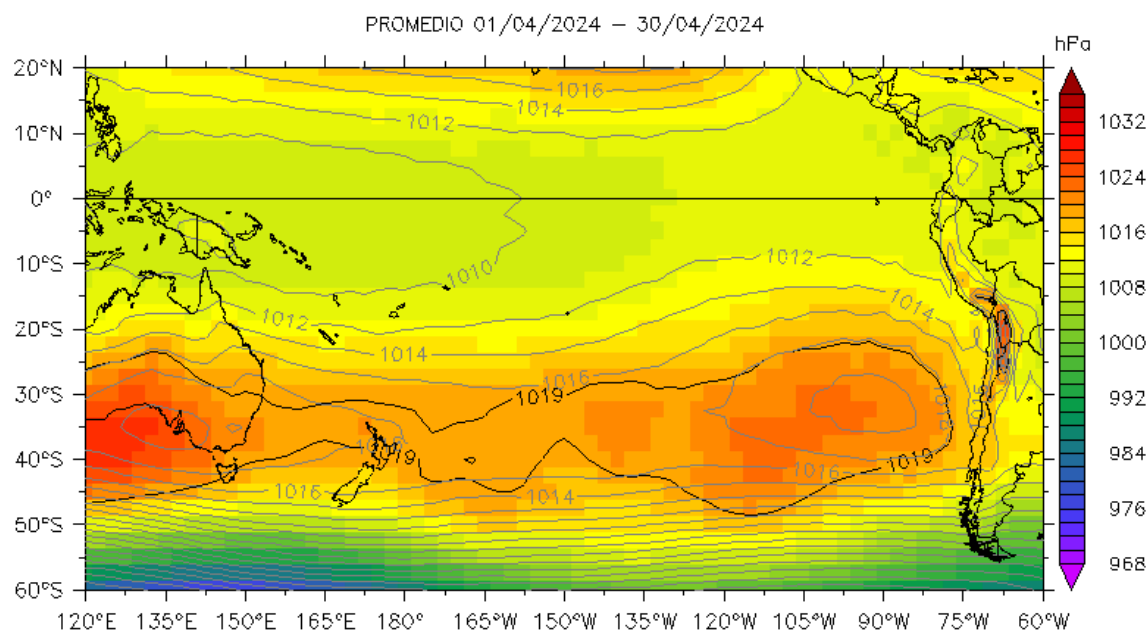


Figura 6. Anomalías del contenido de calor promediado en la capa de 0–300 m del Pacífico ecuatorial ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$ y $156^{\circ}\text{E} - 95^{\circ}\text{W}$). Periodo base de 1920s-1991. Fuente TAO-TRITON/PMEL/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

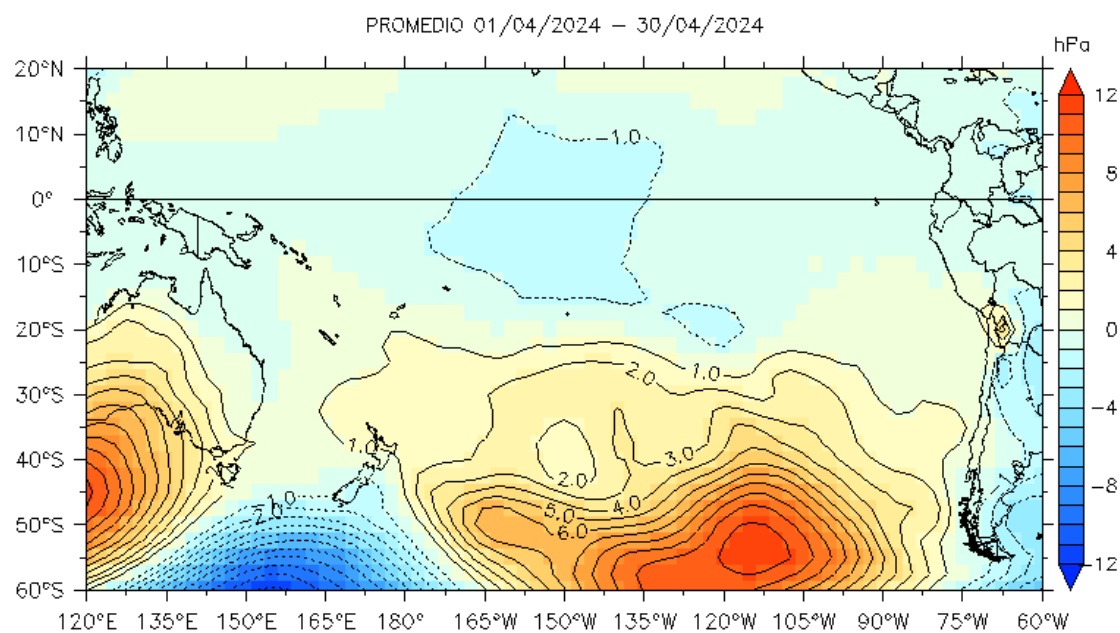


Figura 7. Presión atmosférica a nivel del mar, (a) promedio 1-30 de abril 2024 (colores y contorno negro para la isóbara de 1019 hPa) y climatología enero (contornos grises), y (b) anomalías promedio 1-30 de abril 2024. Fuente: NCEP-NCAR/LMOECC-IMARPE.

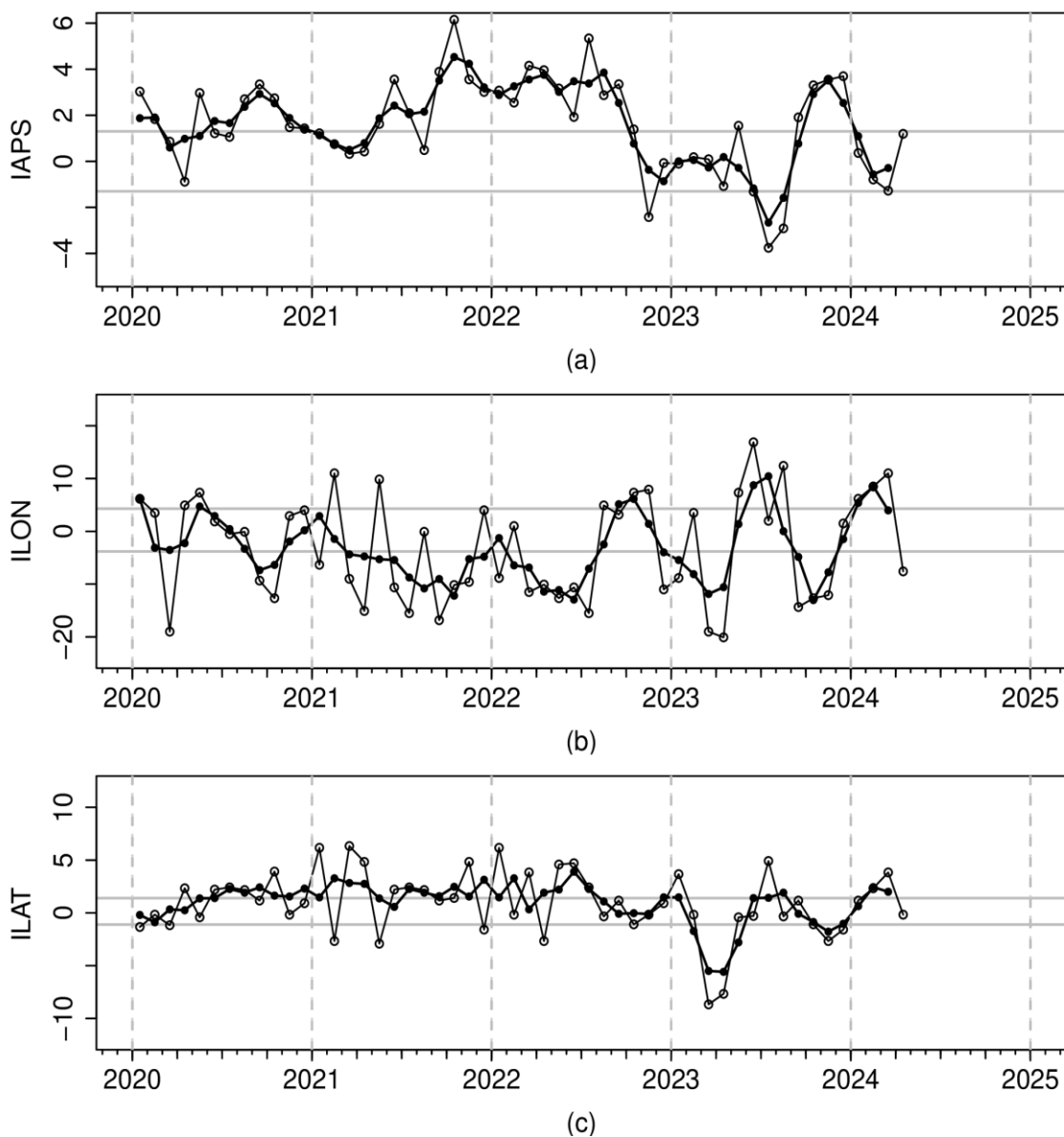


Figura 8. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre FMA 2024 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta abril 2024. Climatología 1991 – 2020. Fuente: NCEP-NCAR/LMOECC-IMARPE.

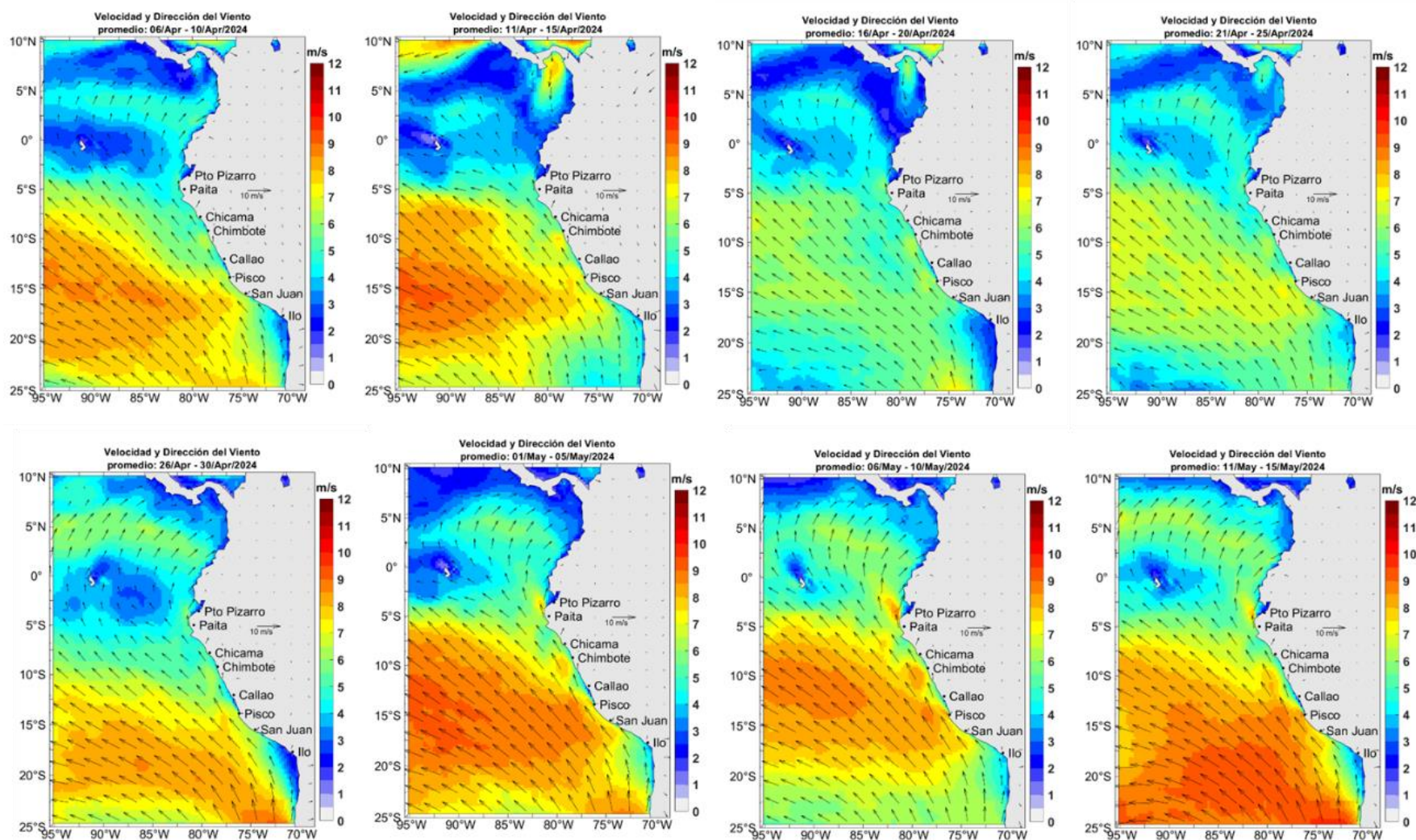


Figura 9. Mapas promedio 5 días de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

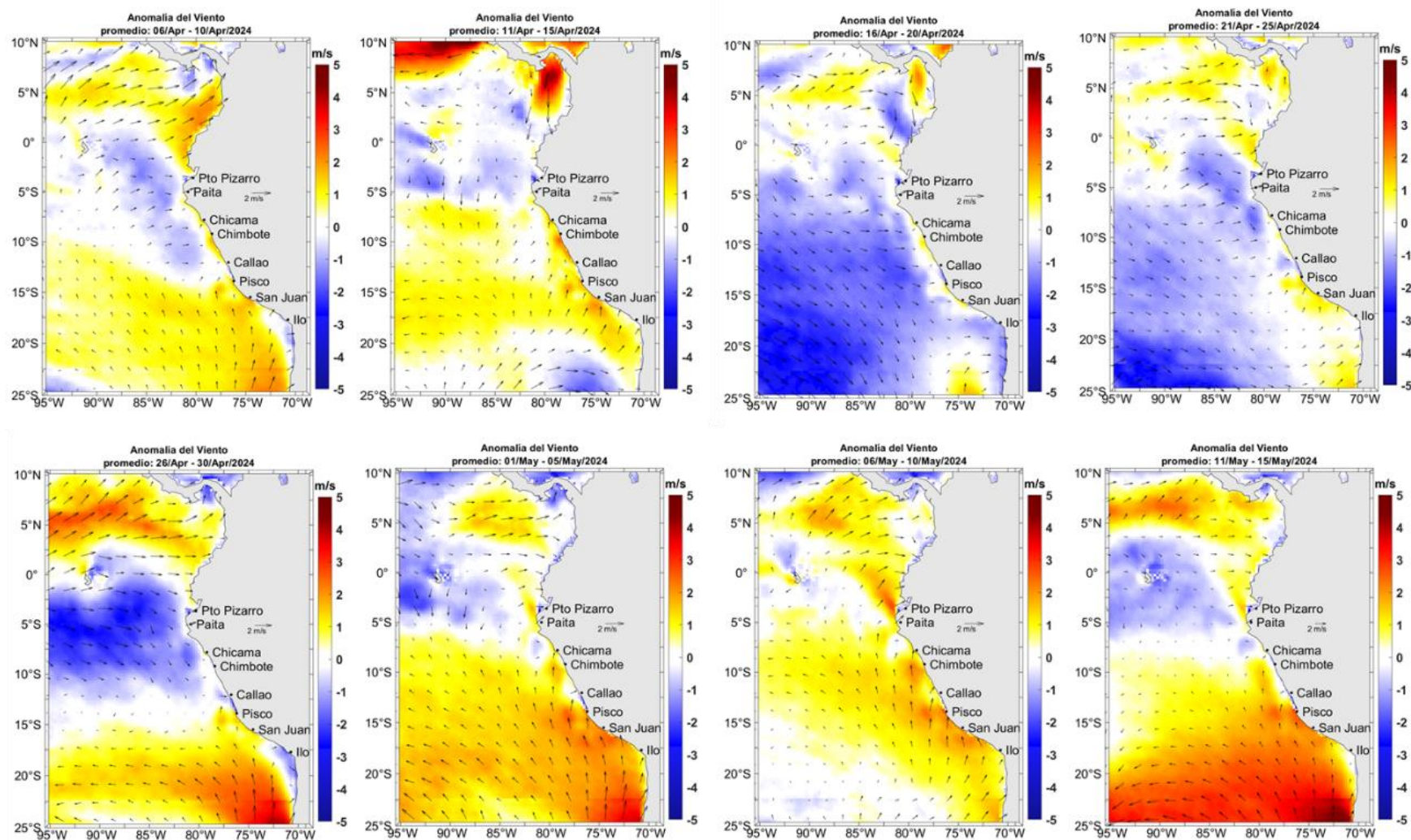
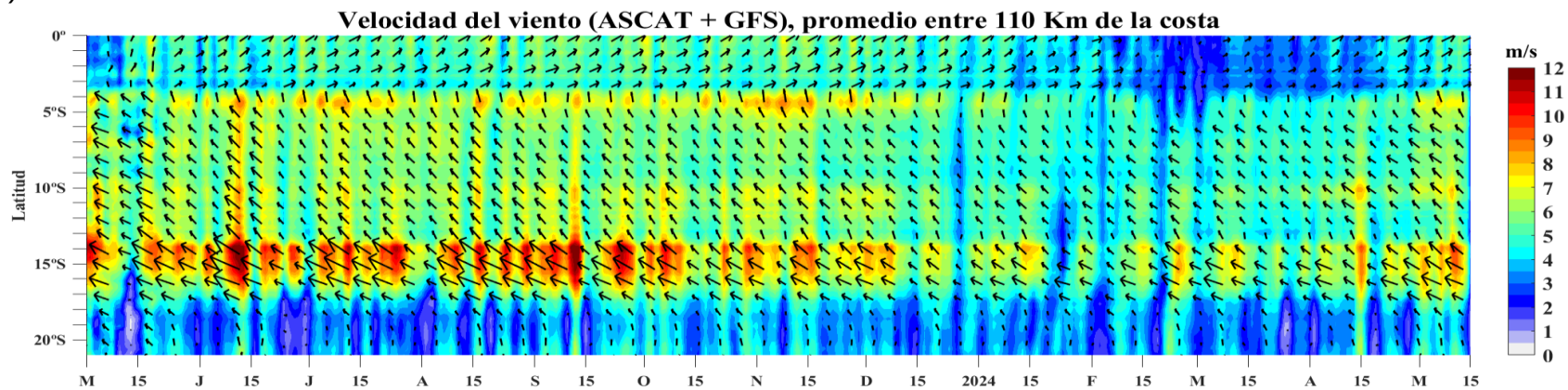


Figura 10. Mapas promedio 5 días de la anomalía de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

a)



b)

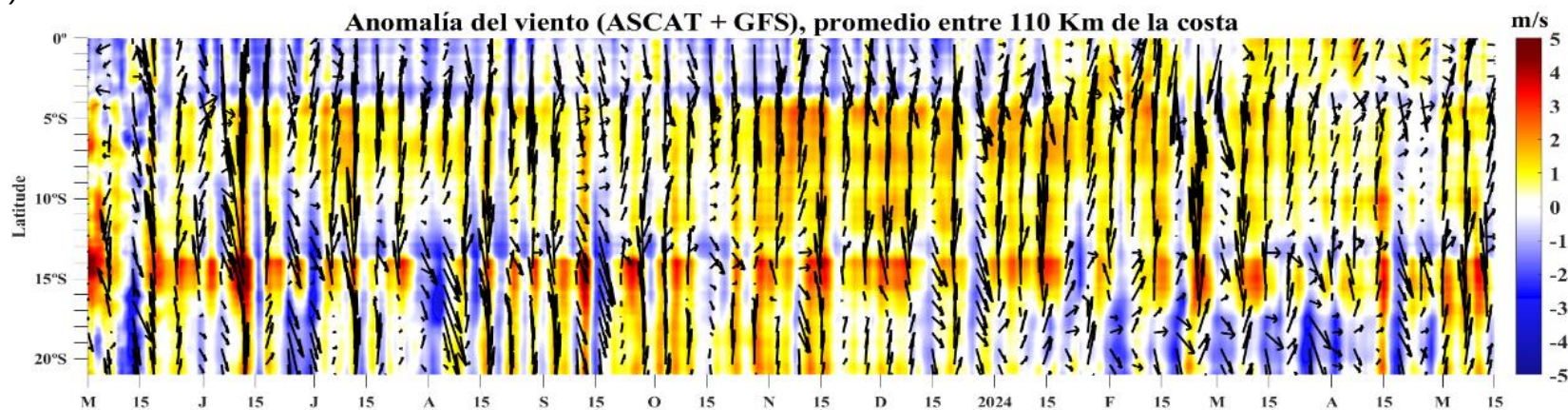


Figura 11. Viento Satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo 2023), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 14 de mayo.

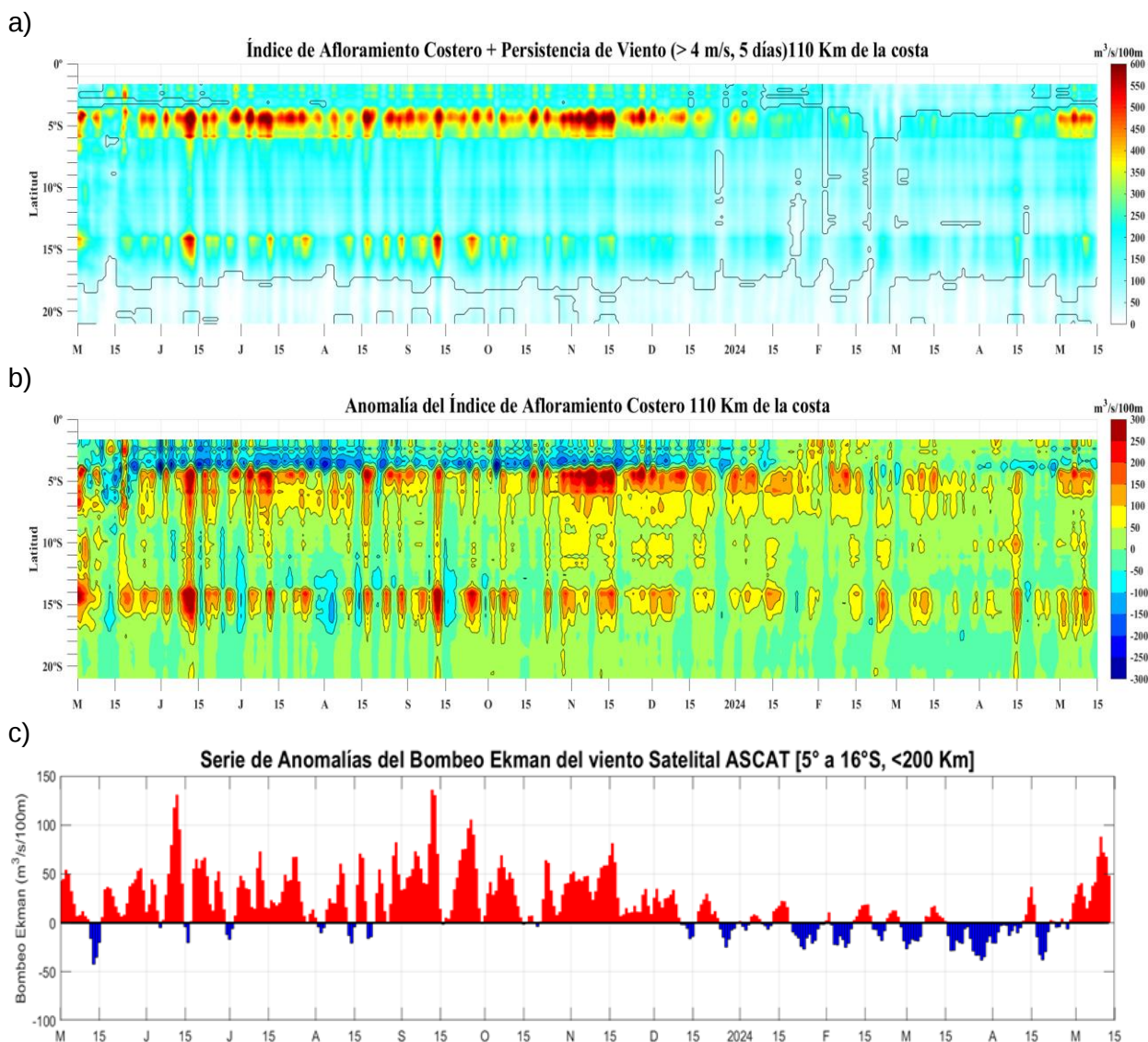
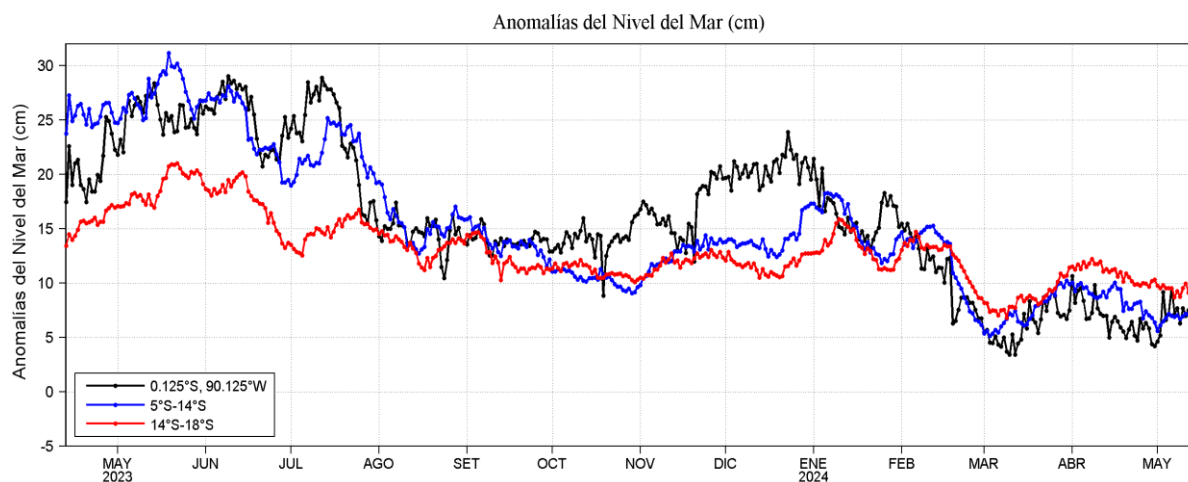


Figura 12. Índice de afloramiento costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 14 de mayo.

a)



b)

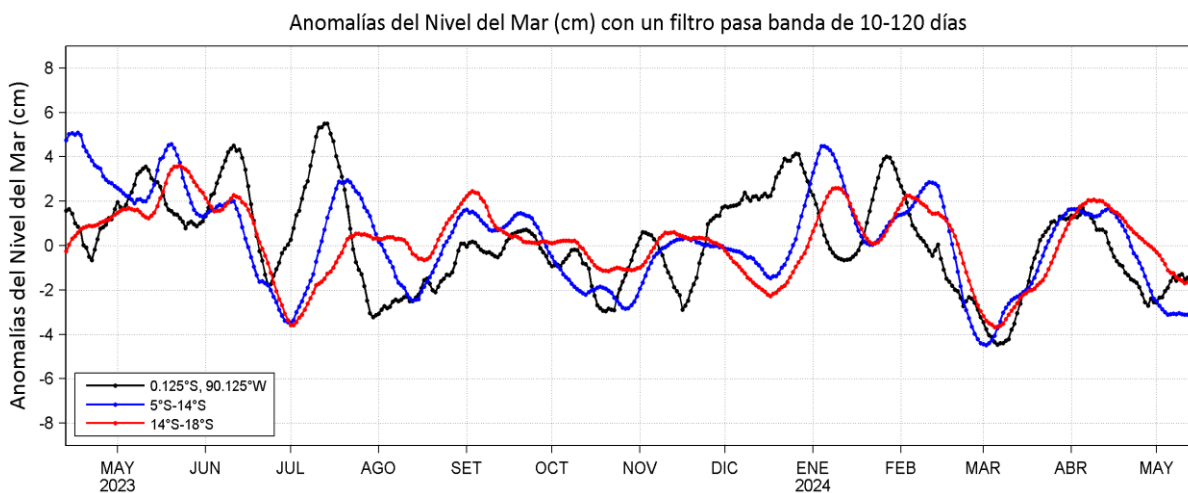


Figura 13. Variación temporal de las a) anomalías del nivel del mar (cm) y b) Anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para tres áreas promedio para los últimos trece meses al 13 de mayo 2024: i) Área de 75 km centrada en 0,125°S y 90,125°W, ii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 5°S-14°S y iii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 14°S-18°S. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 (a) y 1993-2010 (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

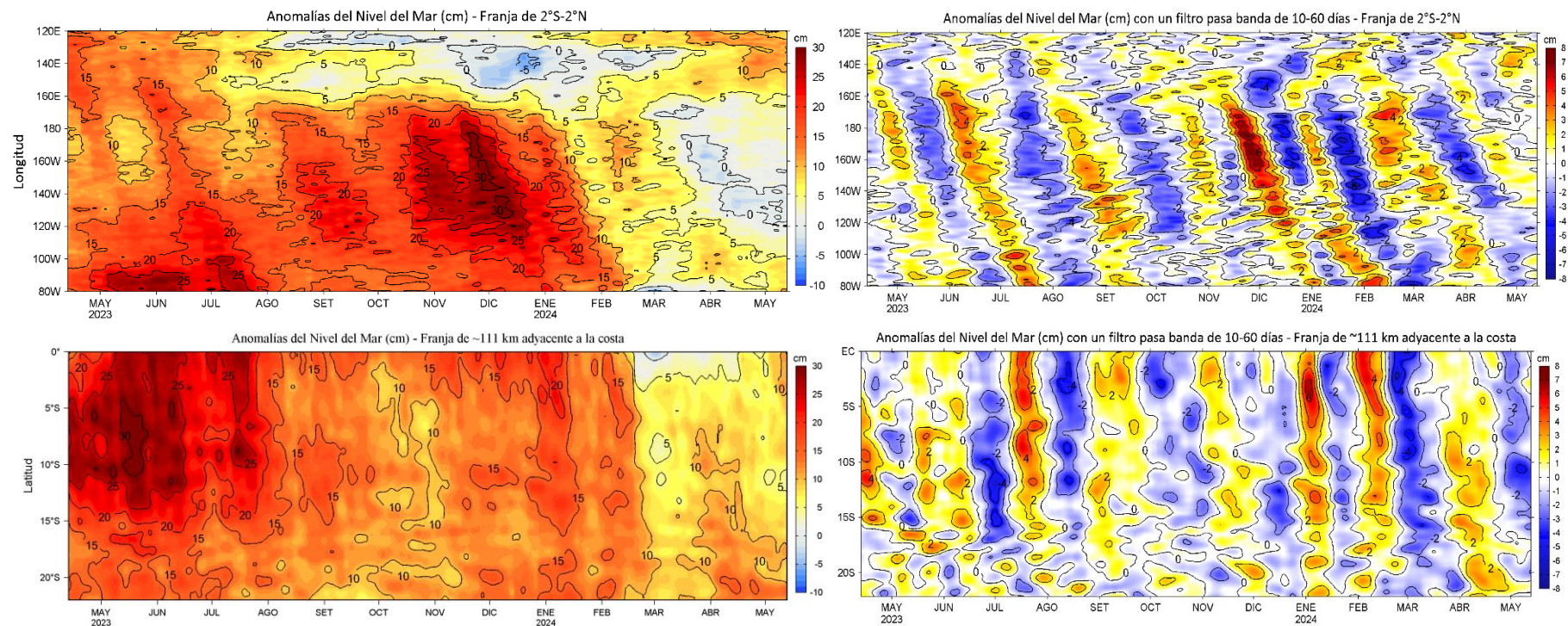


Figura 14. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S – 2°N en el sector ecuatorial (izquierda y derecha, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (izquierda y derecha, panel inferior), desde abril 2023 hasta el 13 de mayo 2024, sin filtrar (lado izquierdo) y con un filtro pasa-banda 10-60 días (lado derecho). Fuente: CMEMS.

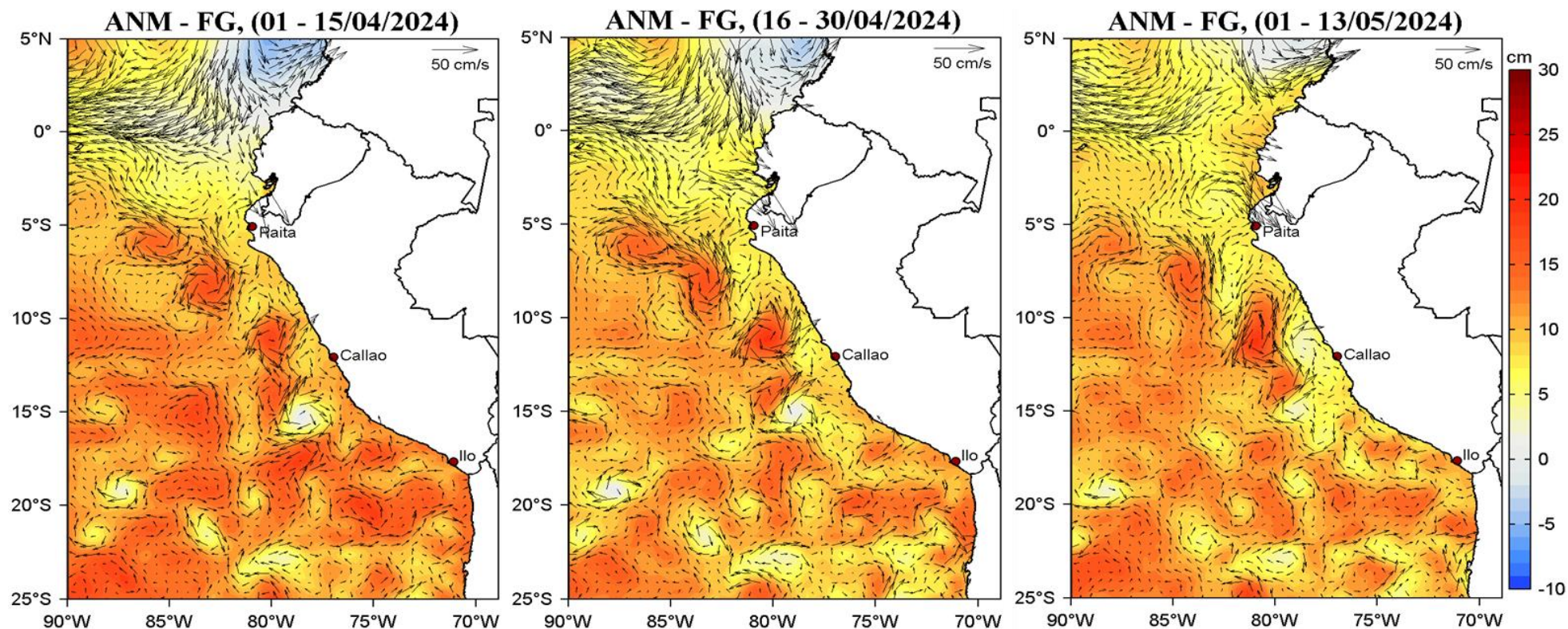


Figura 15. Distribución quincenal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, cm.s^{-1}) en el Pacífico Sudeste durante abril 2024 y lo que va de mayo (01-13 de mayo) 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

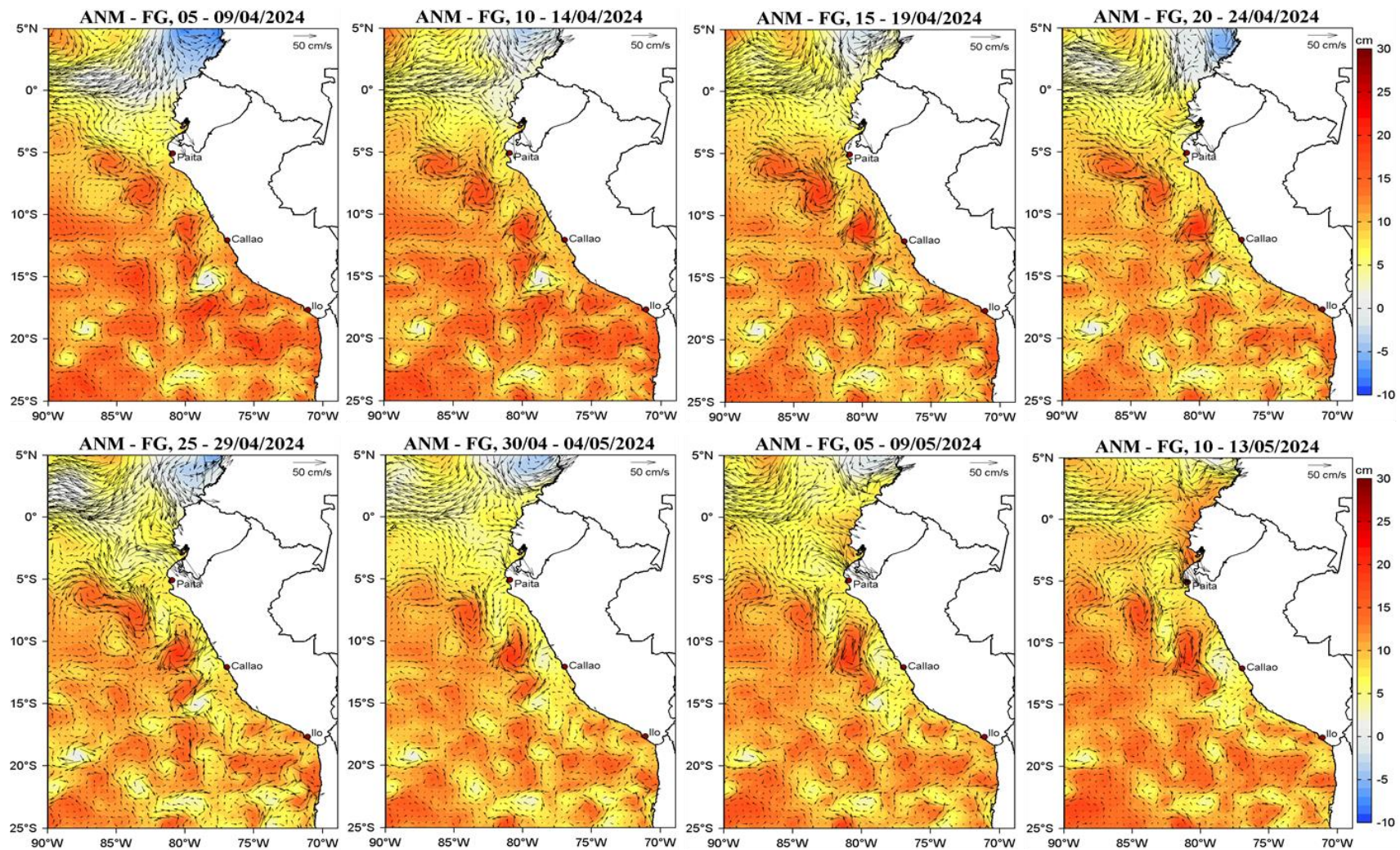


Figura 16. Distribución pentadal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, cm.s^{-1}) en el Pacífico Sudeste desde el 05 de abril hasta el 13 de mayo 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

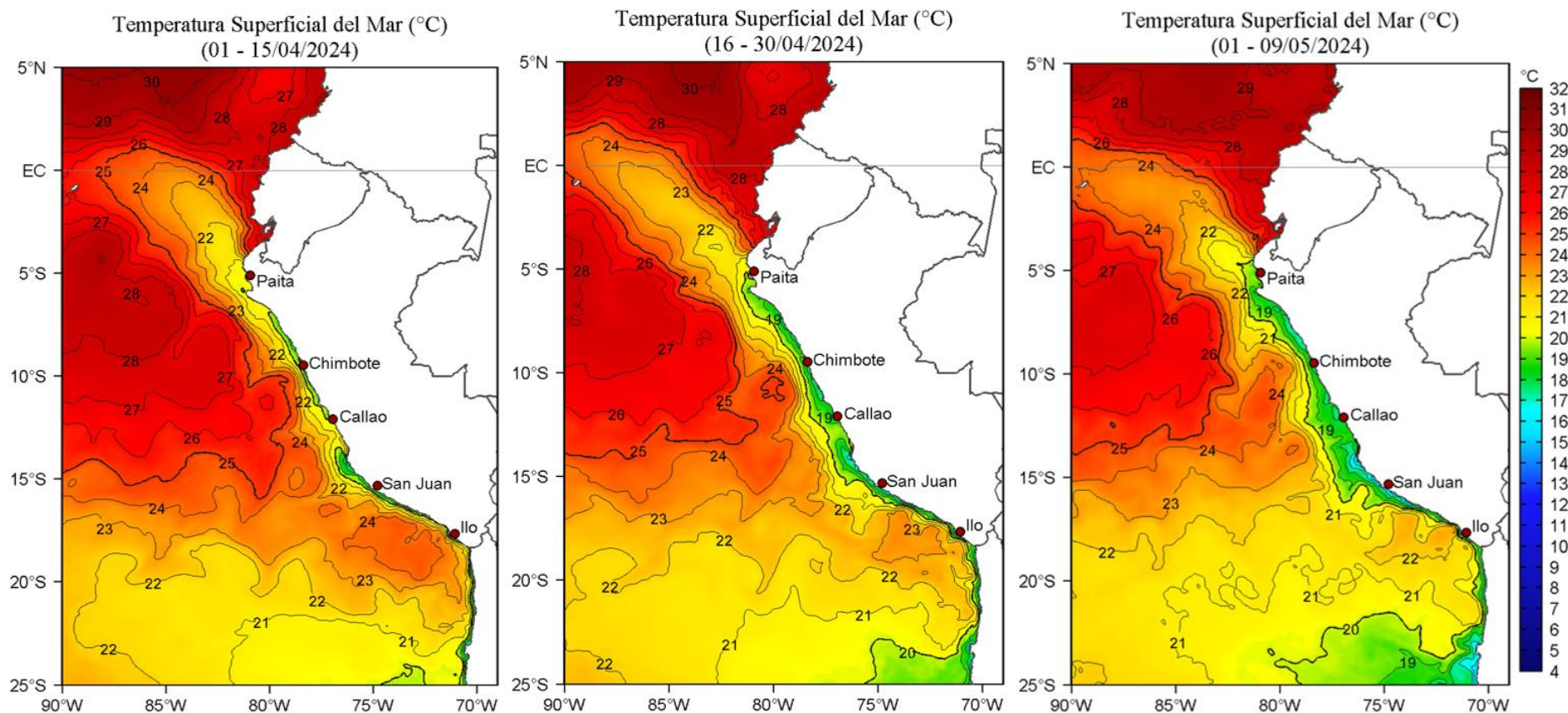


Figura 17. Distribución espacial promedio de la temperatura superficial del mar (TSM, °C) para la primera (izquierda) y segunda (centro) quincenas de abril y primeros 09 días de mayo (derecha) del 2024. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de color de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

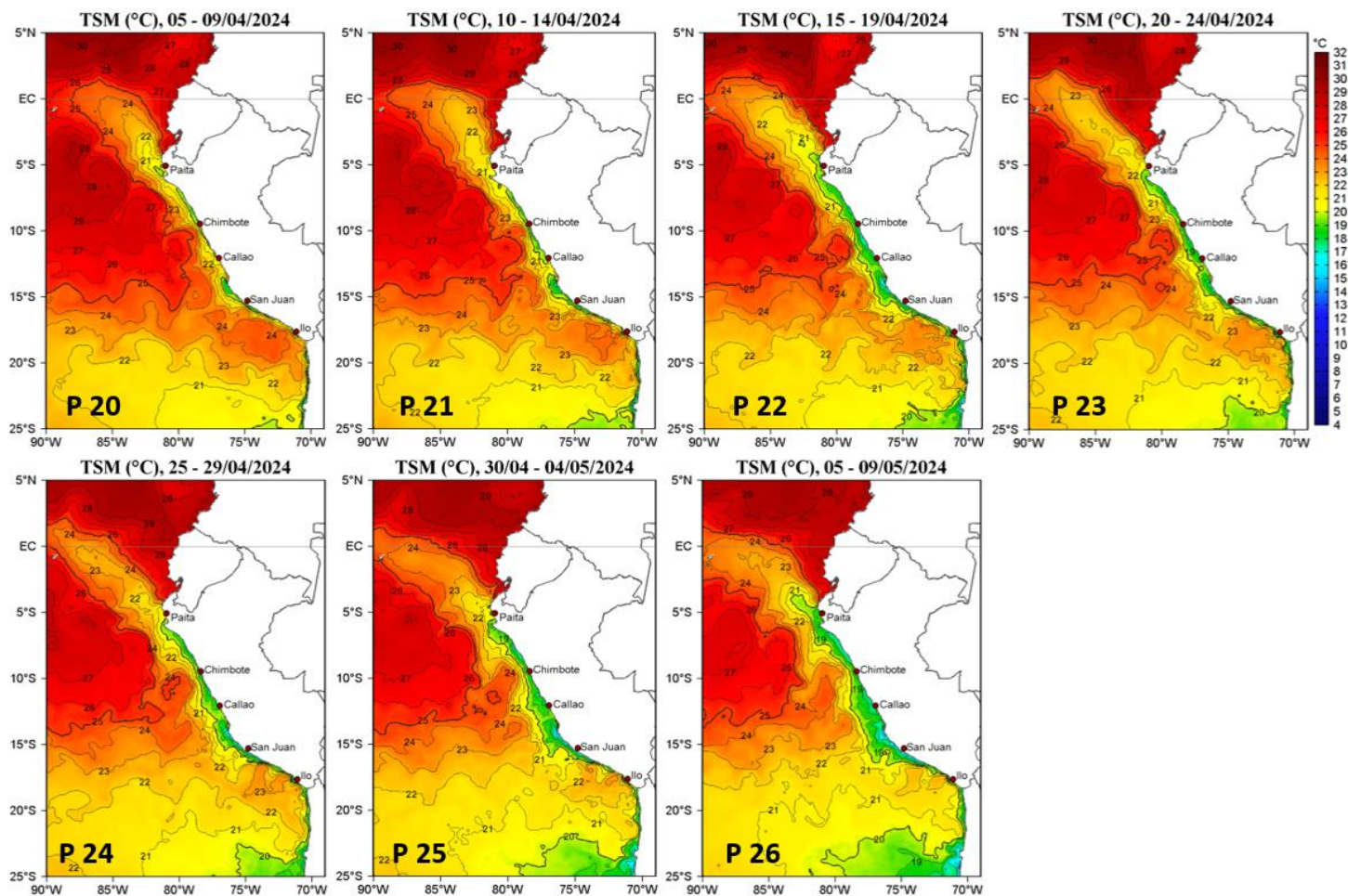


Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la temperatura superficial del mar (TSM, °C) desde abril hasta el 09 de mayo del 2024 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores se presenta a la derecha.

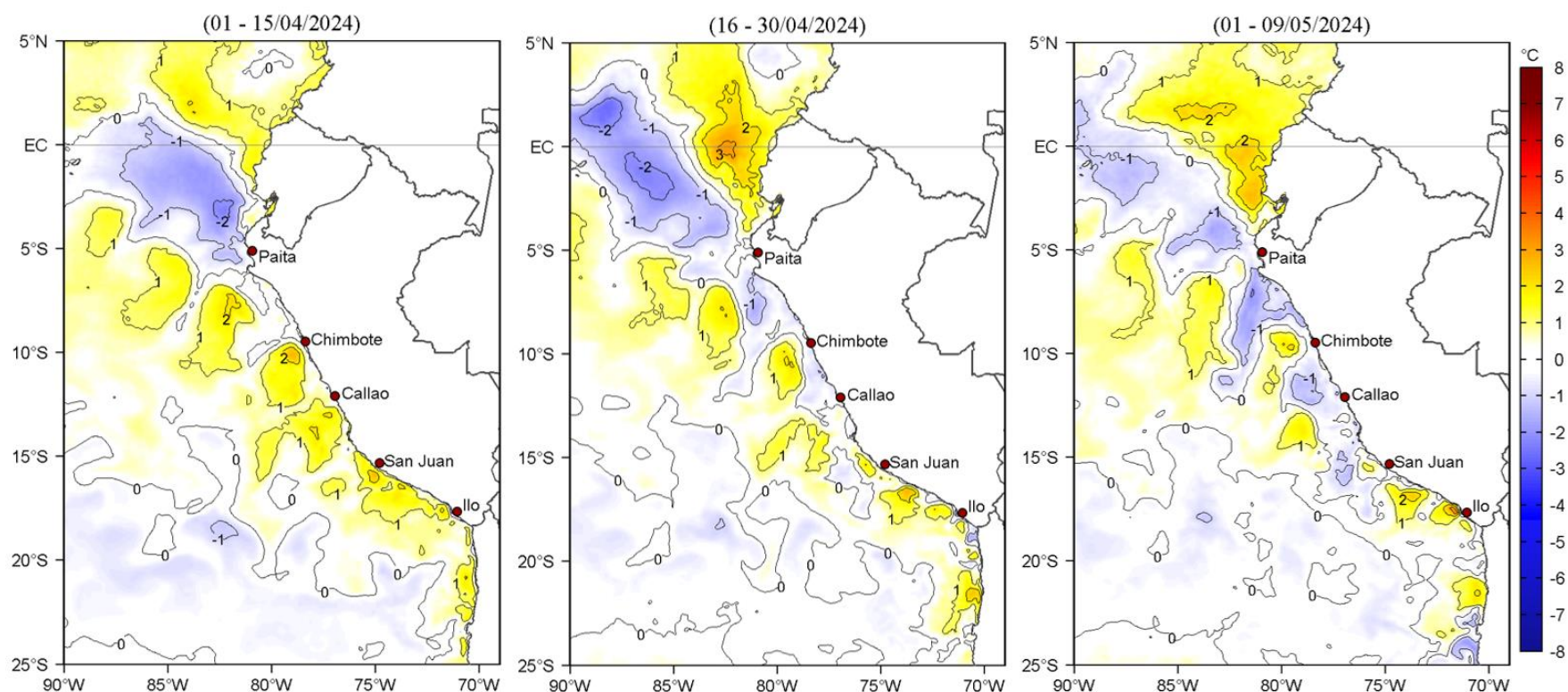


Figura 19. Distribución espacial promedio quincenal de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) desde febrero hasta el 09 de mayo del 2024 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Climatología: 1991-2020. Las escalas de colores de la TSM como de la ATSM se presentan a la derecha de cada gráfico. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

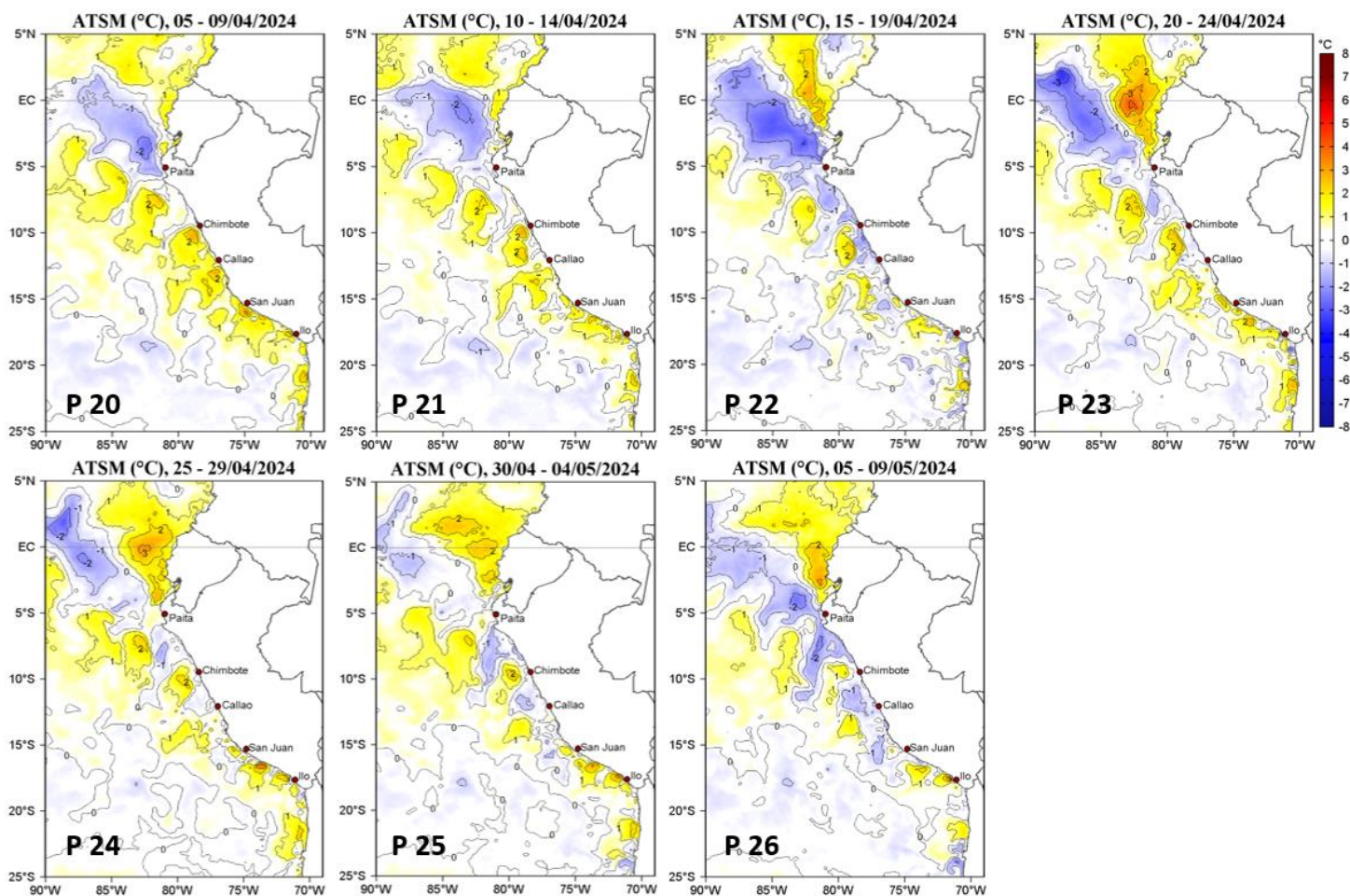


Figura 20. Distribución espacial promedio pentadal de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) desde febrero hasta el 09 de mayo del 2024. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Climatología: 1991-2020. La escala de colores se presenta en el margen derecho.

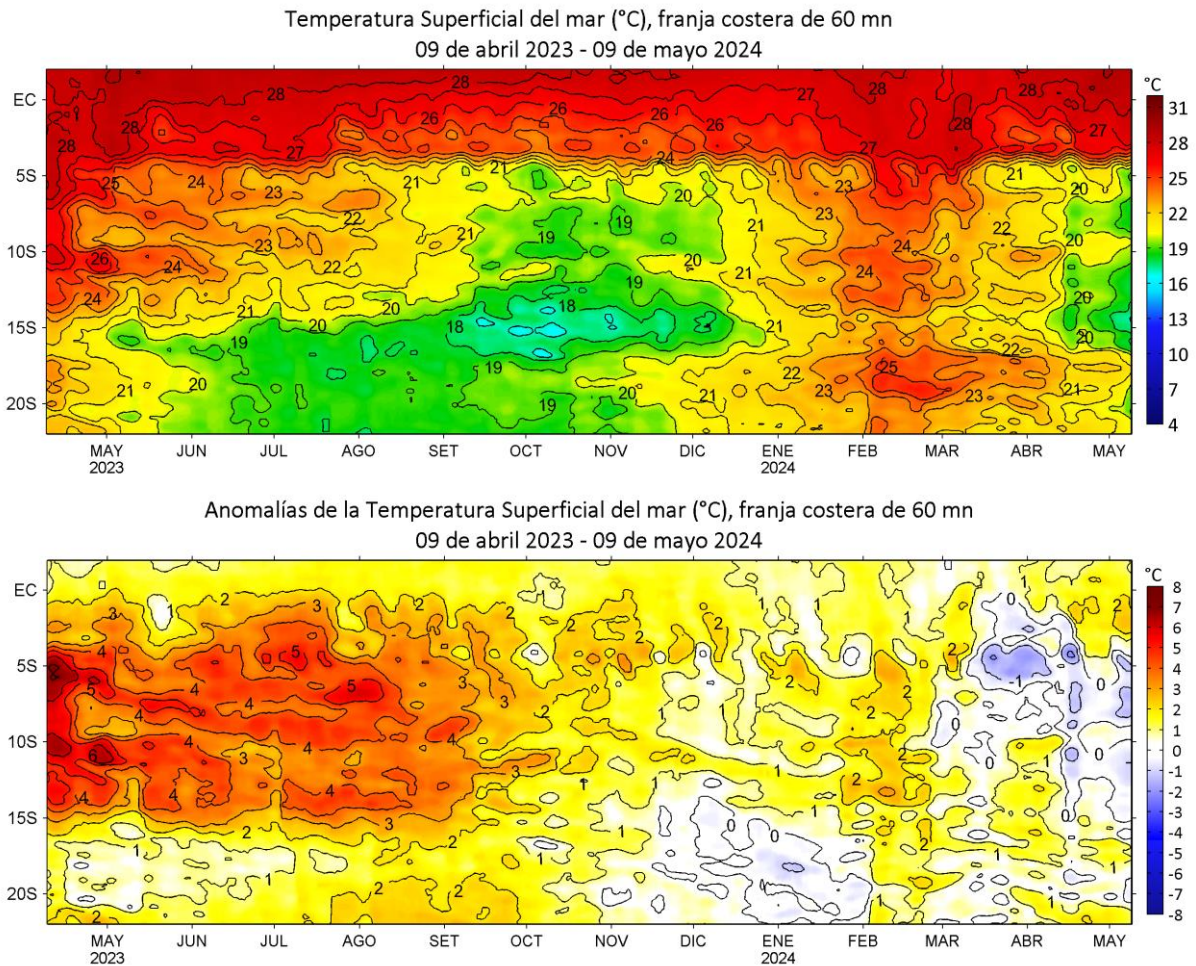


Figura 21. Diagrama Hovmöller de la TSM (°C) y ATSM (°C) para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral desde febrero del 2023 hasta el 09 de mayo del 2024. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020.

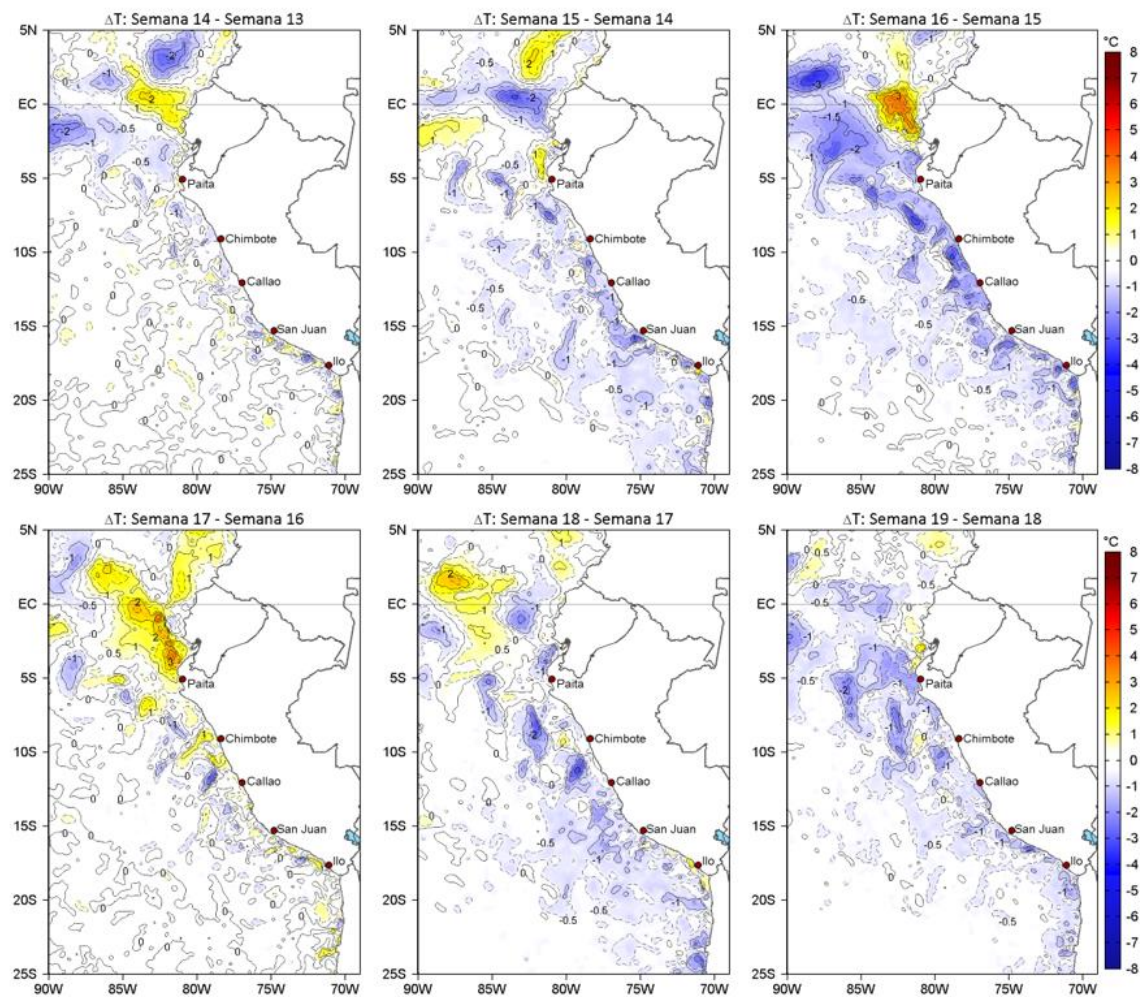


Figura 22. Cambio semanal de la temperatura superficial del mar (TSM, °C). Fuente: OSTIA. Semana 13: 25-31 de marzo 2024, Semana 14: 01-07 de abril 2024, Semana 15: 08-14 de abril 2024, Semana 16: 15-21 de abril 2024, Semana 17: 22-28 de abril 2024, Semana 18: 29 de abril-05 de mayo 2024, Semana 19: 06-09 de mayo 2024.

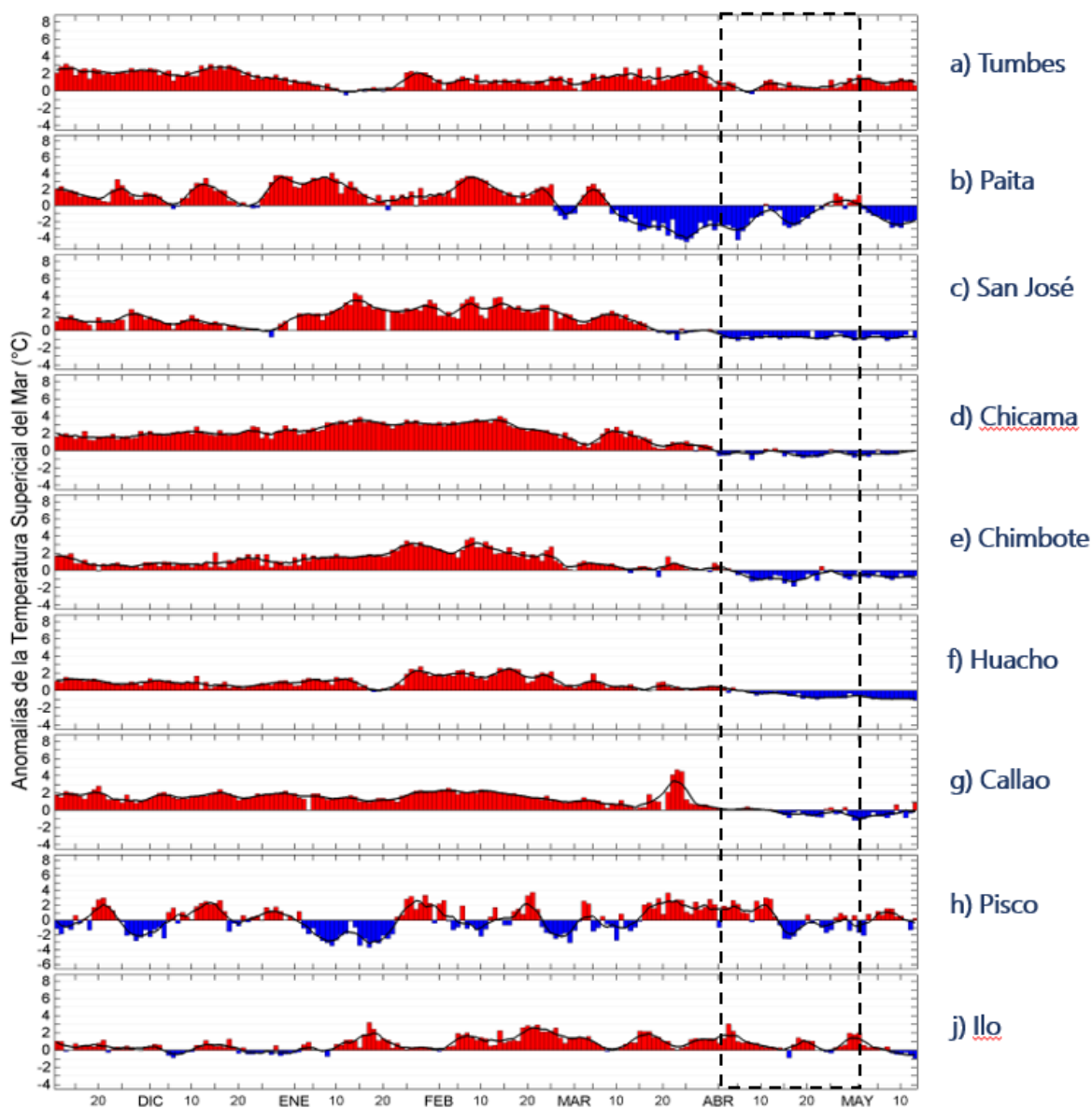


Figura 23. Series de tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) en las estaciones costeras del IMARPE de noviembre del 2023 al 13 de mayo del 2024. Fuente: IMARPE.

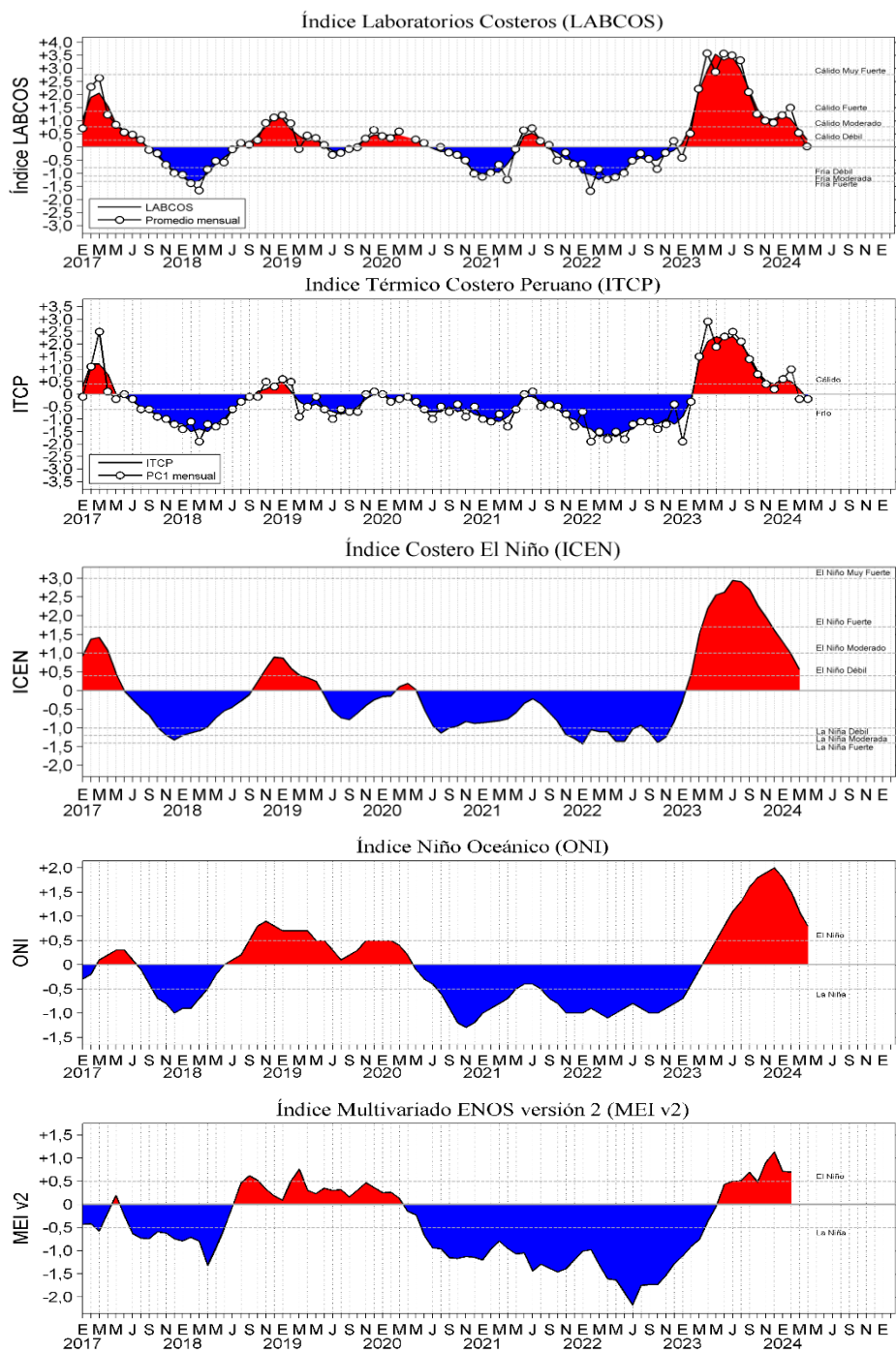


Figura 24. Series de tiempo de: a) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015), b) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), c) Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014), d) Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017) y e) Índice Multivariado de ENOS (MEI v2; Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015) del año 2017 al 2024.

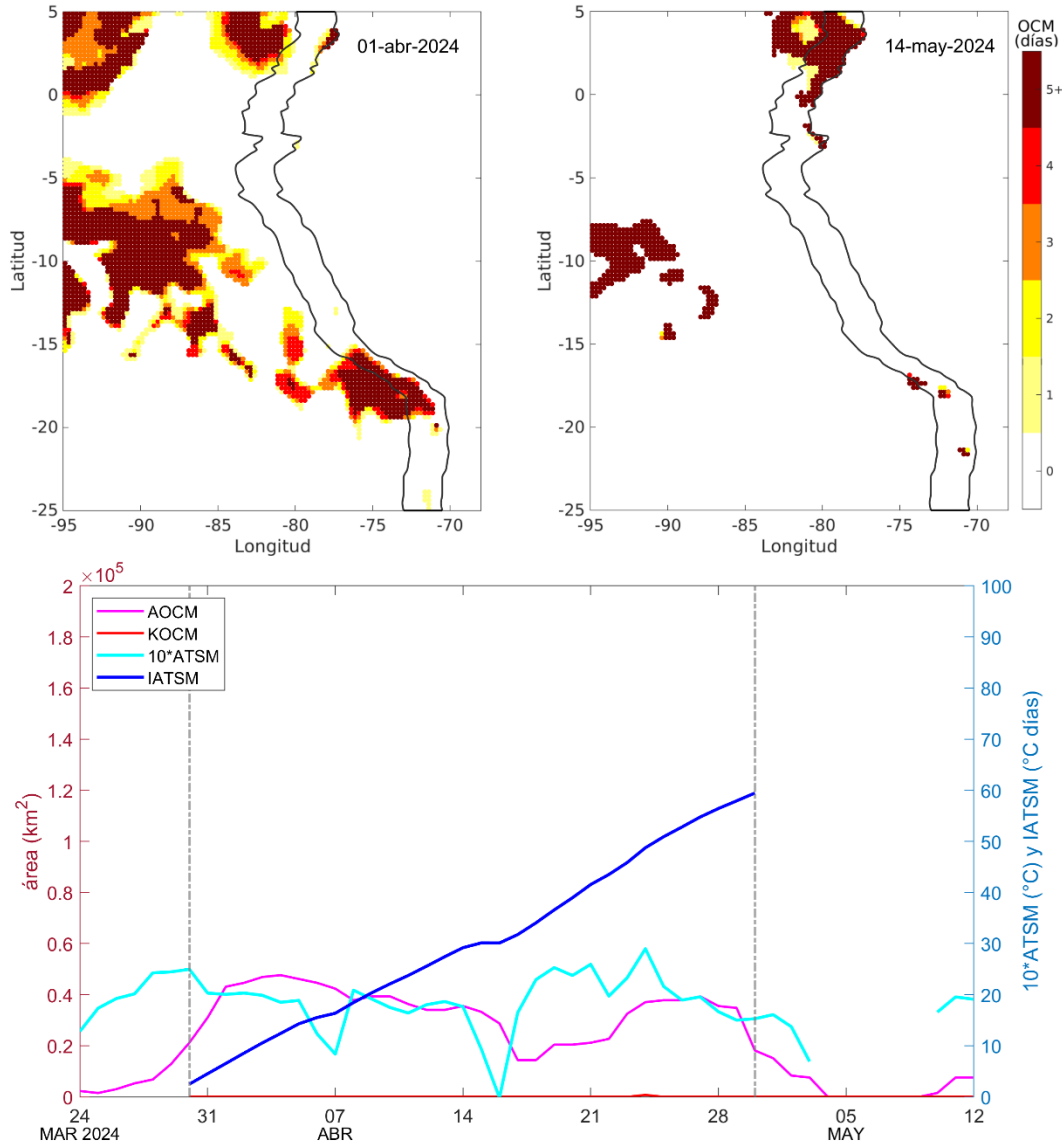


Figura 25. Distribución espacial de la condición de ola de calor marina (OCM) entre los 2°S y 25°S, 70°W y 95°W el 17 de abril del 2024 (a) y el 14 de mayo del 2024 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021). c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 4°S y 18,5°S, dentro de las 150 mn costeras: área de la extensión de la OCM (AOCM, Km^2); área de la extensión de la OCM donde la $\text{ATSM} > +4^\circ\text{C}$ (KOCM, Km^2); anomalía diaria de la TSM; y anomalía acumulada (IATSM; $^\circ\text{C} \times \text{días}$). La OCM inició el 30 de marzo del 2024 y finalizó el 30 de abril, alcanzando una duración de 32 días y una anomalía acumulada de 59,45 $^\circ\text{C} \times \text{días}$. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.

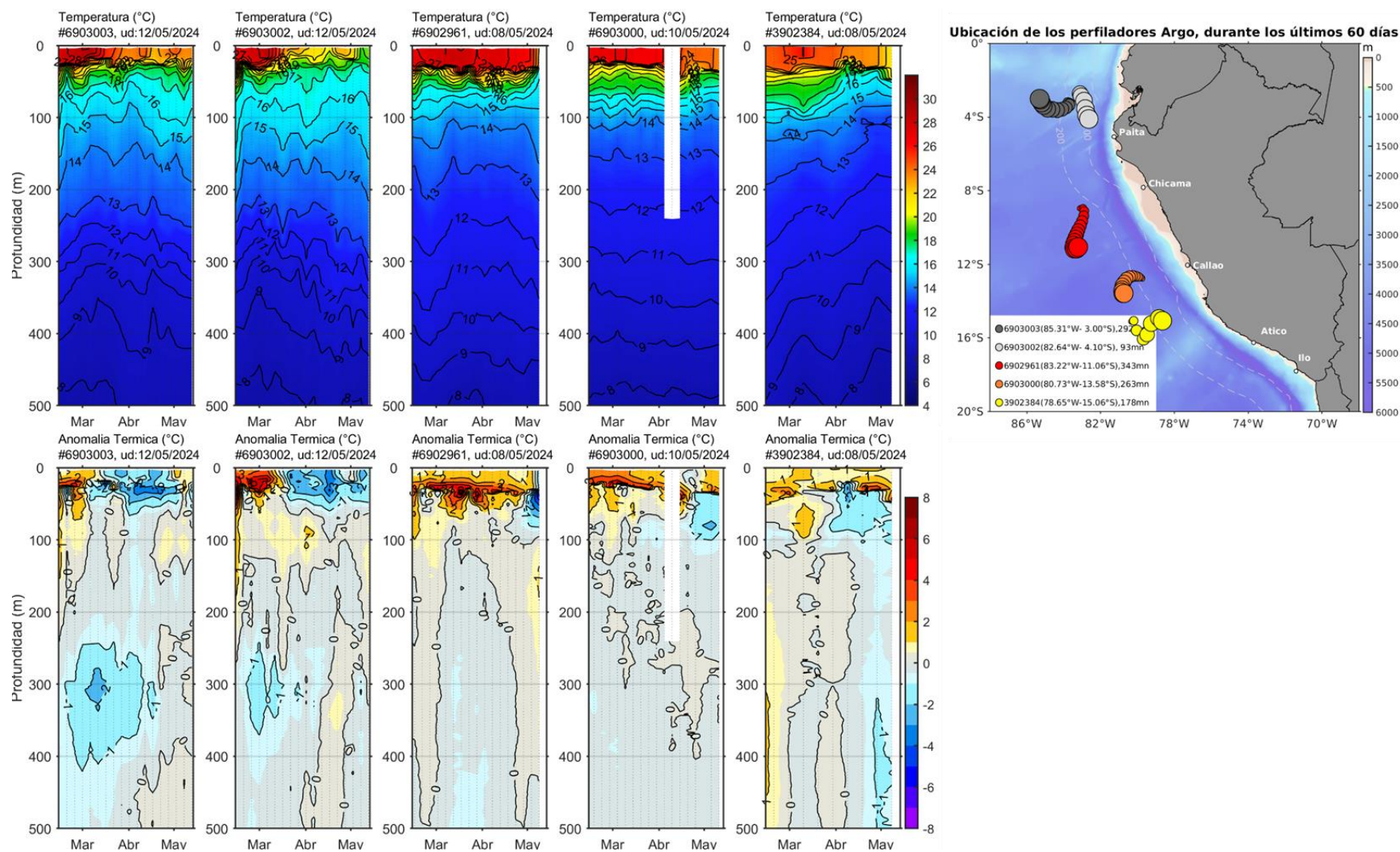
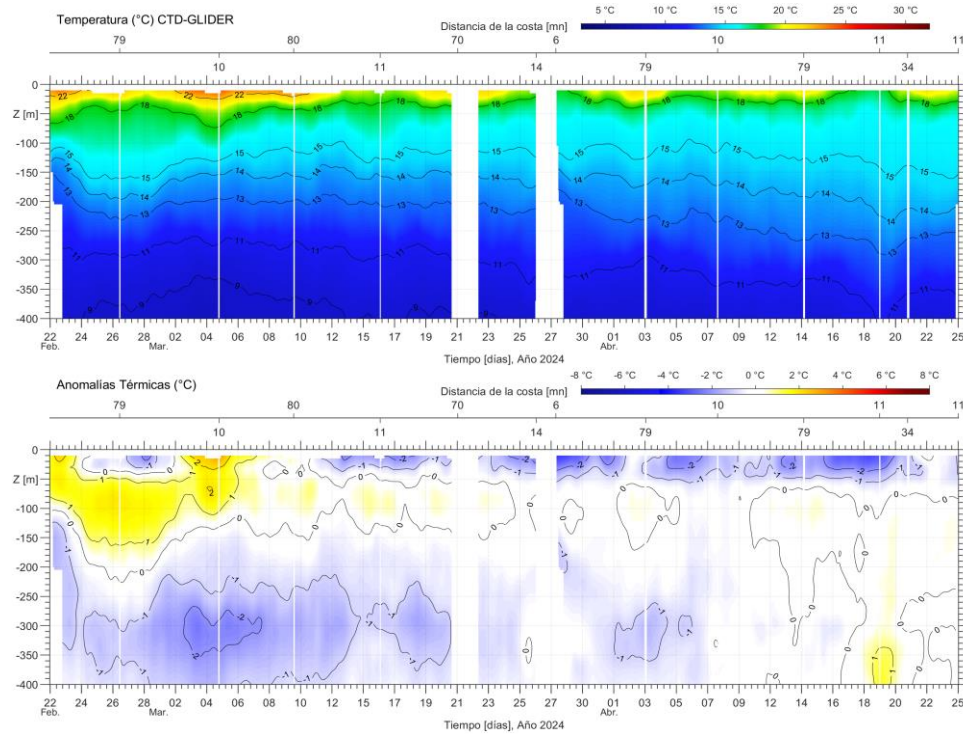


Figura 26. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (mayo 2024). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

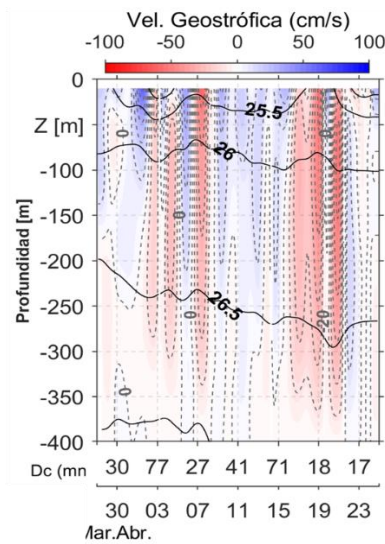
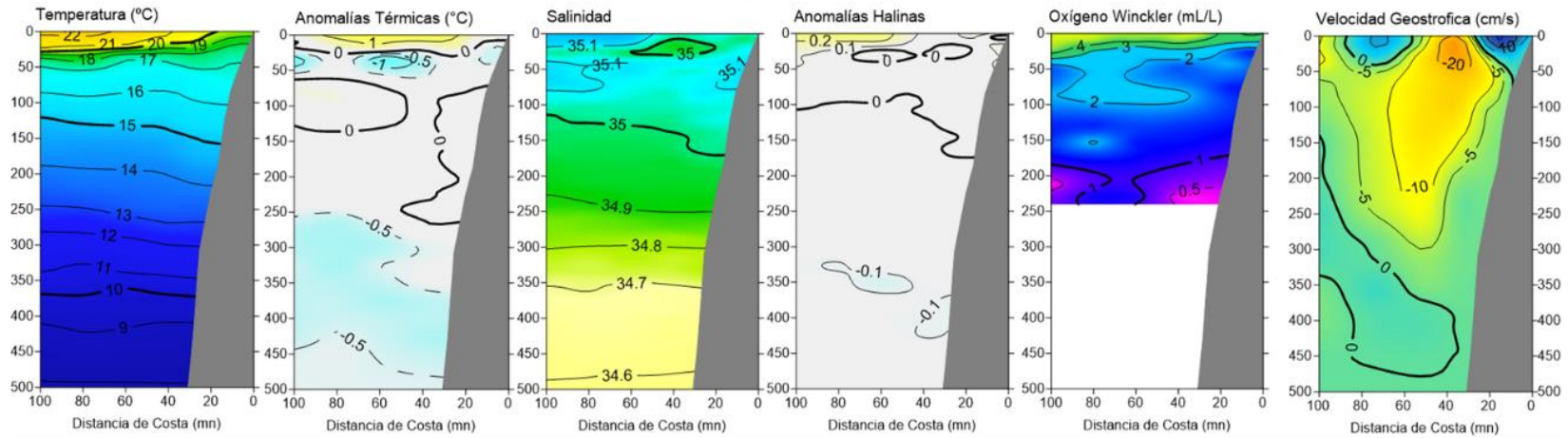


Figura 27. a) Diagrama Hovmöller de la temperatura (°C, panel superior) y de la anomalía térmica (°C, panel del centro) en la columna de agua registradas por el glider Mochica en despliegues realizados frente a Negritos – Talara, entre el 22 de febrero al 25 de abril del 2024. b) Hovmoller de los flujos geostróficos (cm s^{-1}) hacia el norte (azul) y hacia el sur (rojo) estimados frente a Negritos entre el 1 y 23 de abril del 2024. Los contornos en negro representa las isopícnas. Climatología: 1991-2020. Fuente: IMARPE.

SECCIÓN PAITA (01- 02 mayo del 2024)



SECCIÓN CHICAMA (29 de abril del 2024)

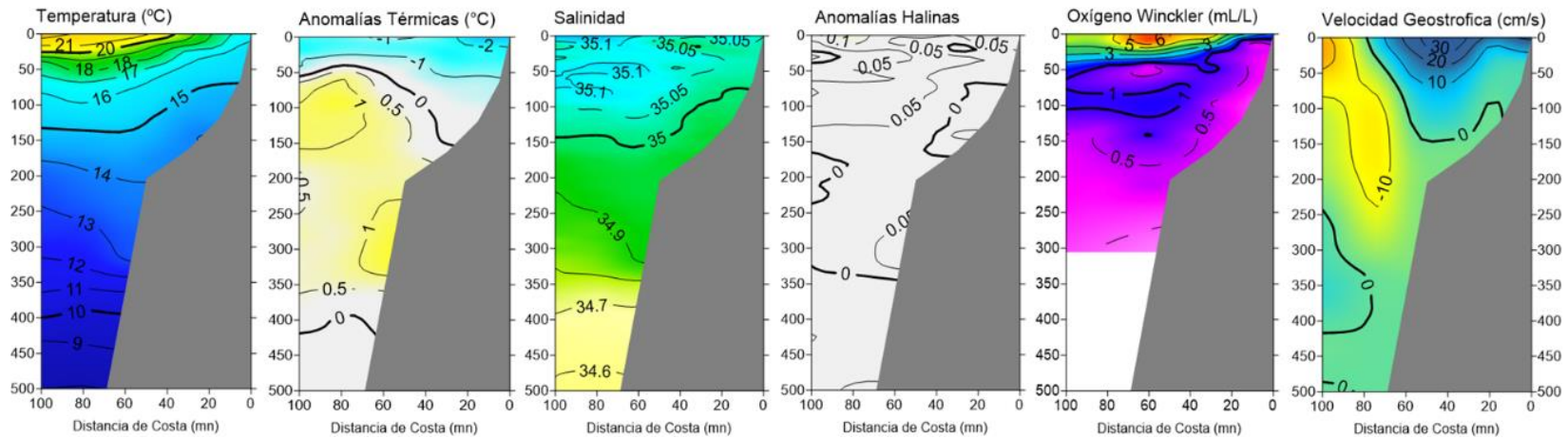


Figura 28. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paita y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 29 de abril y 02 de mayo de 2024. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

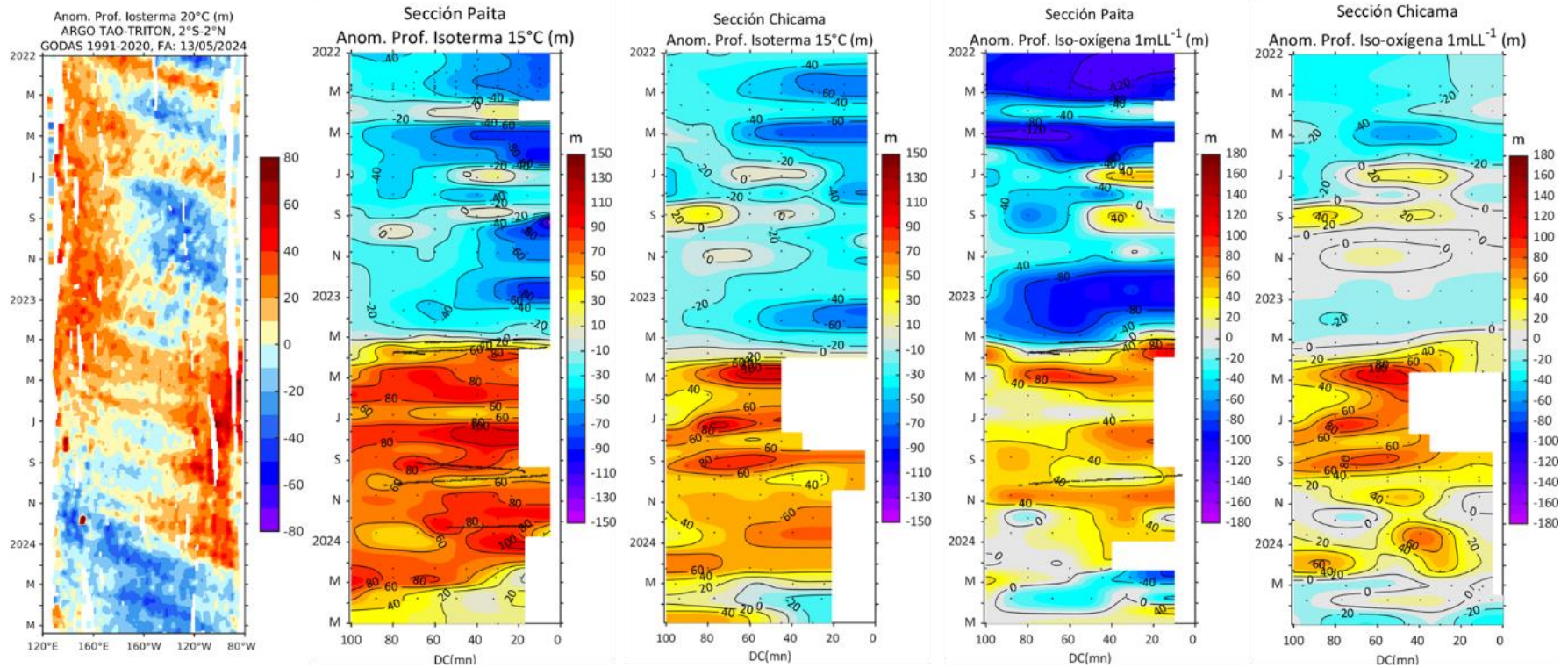


Figura 29. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreos mensuales realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

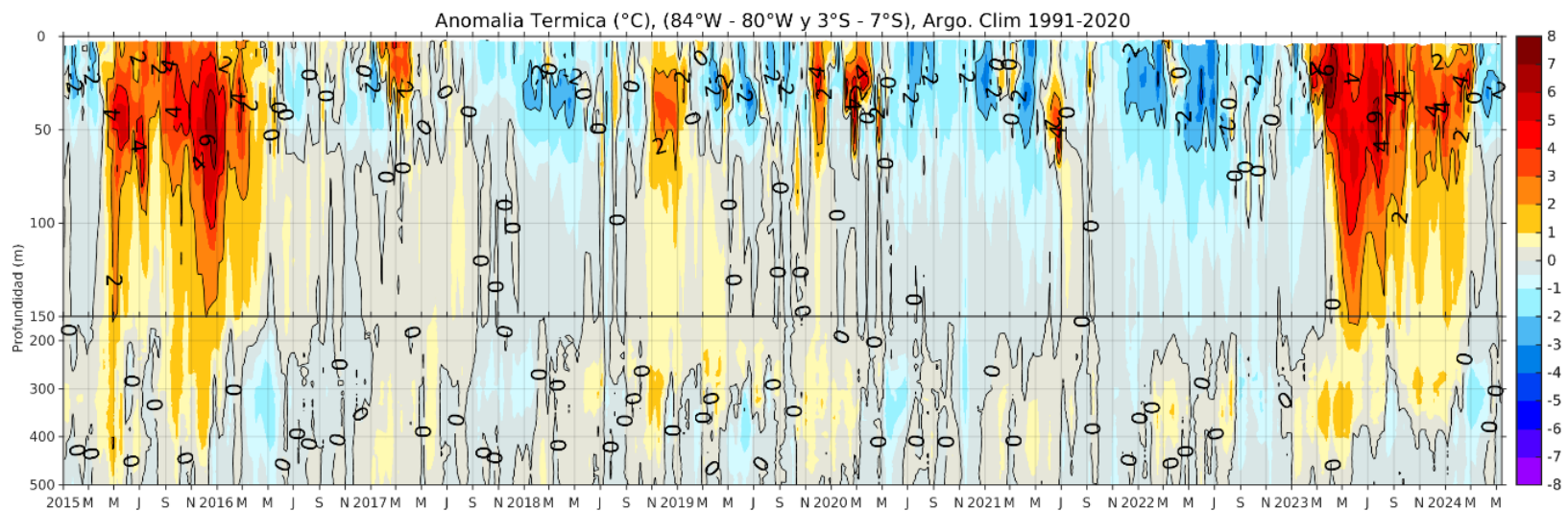
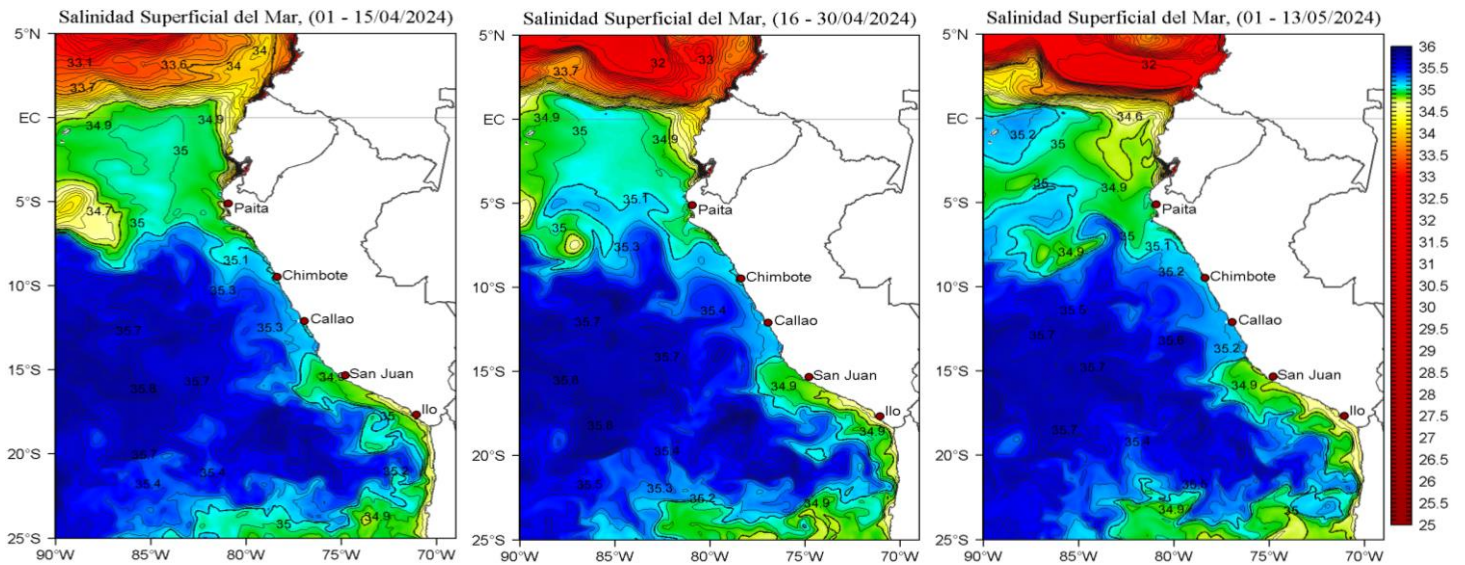


Figura 30. Variabilidad temporal de la anomalía térmica promedio en la misma caja; climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

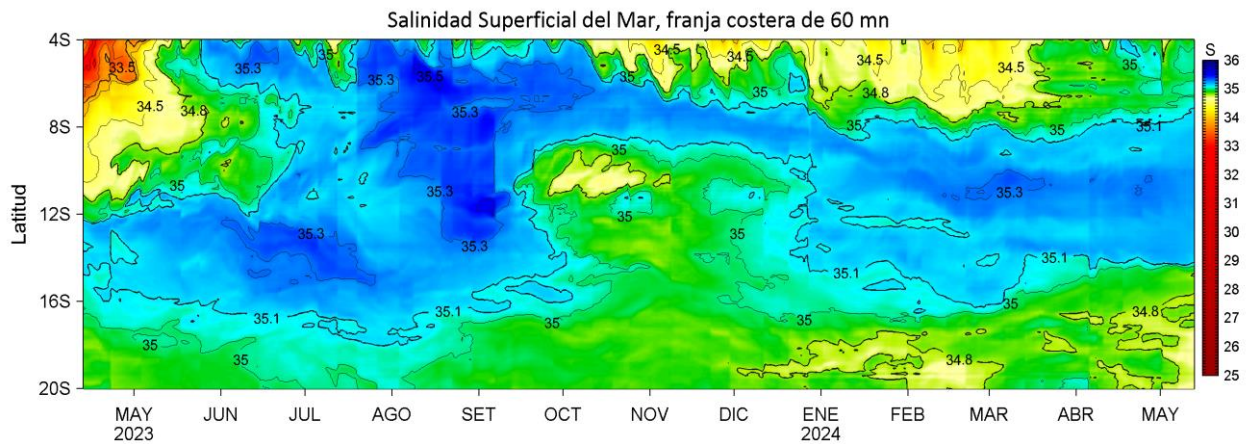


Figura 31. (a) Distribución quincenal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de abril y lo que va de mayo (01-13 de mayo) 2024. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 13 de mayo de 2024. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/MARPE.

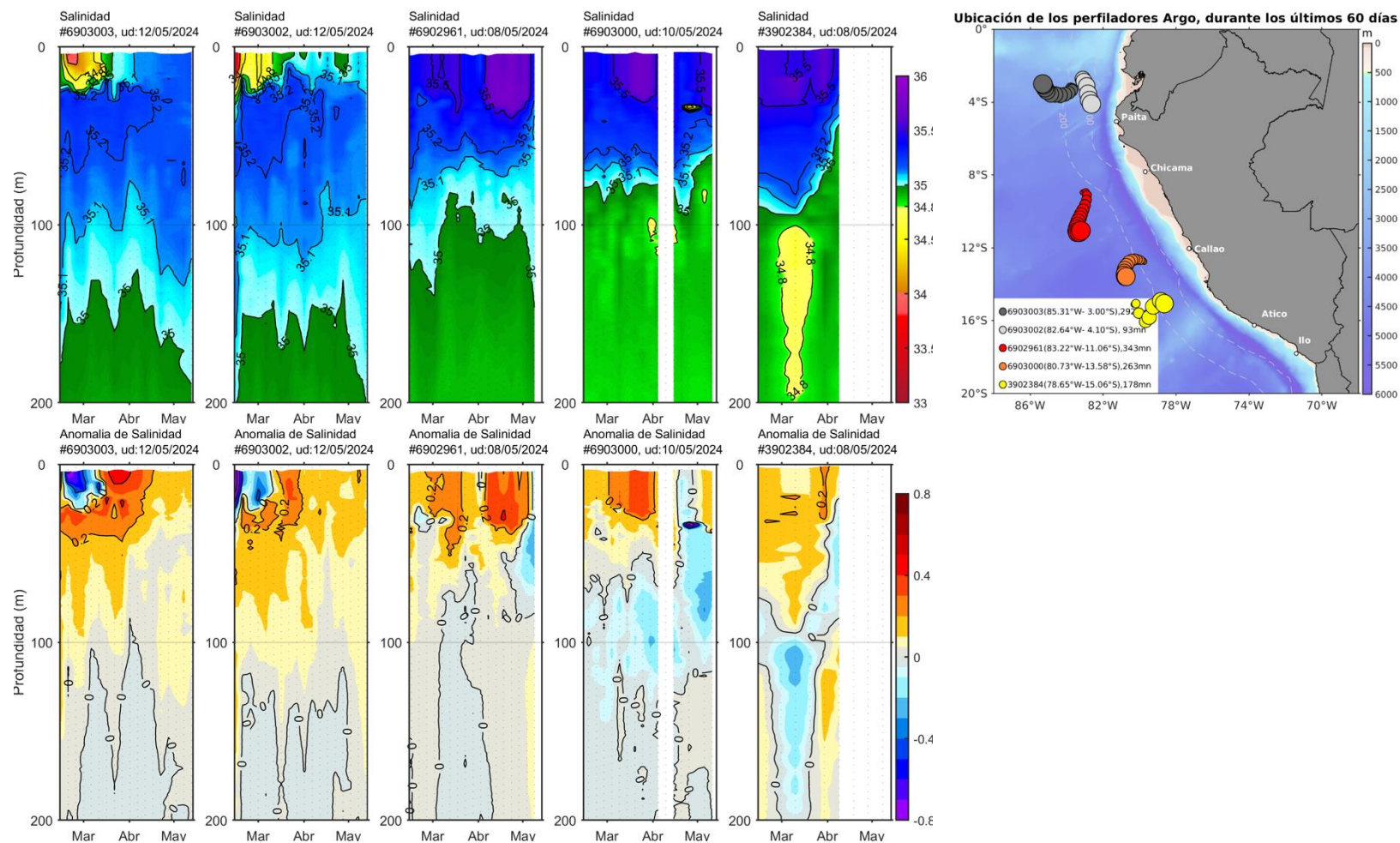


Figura 32. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

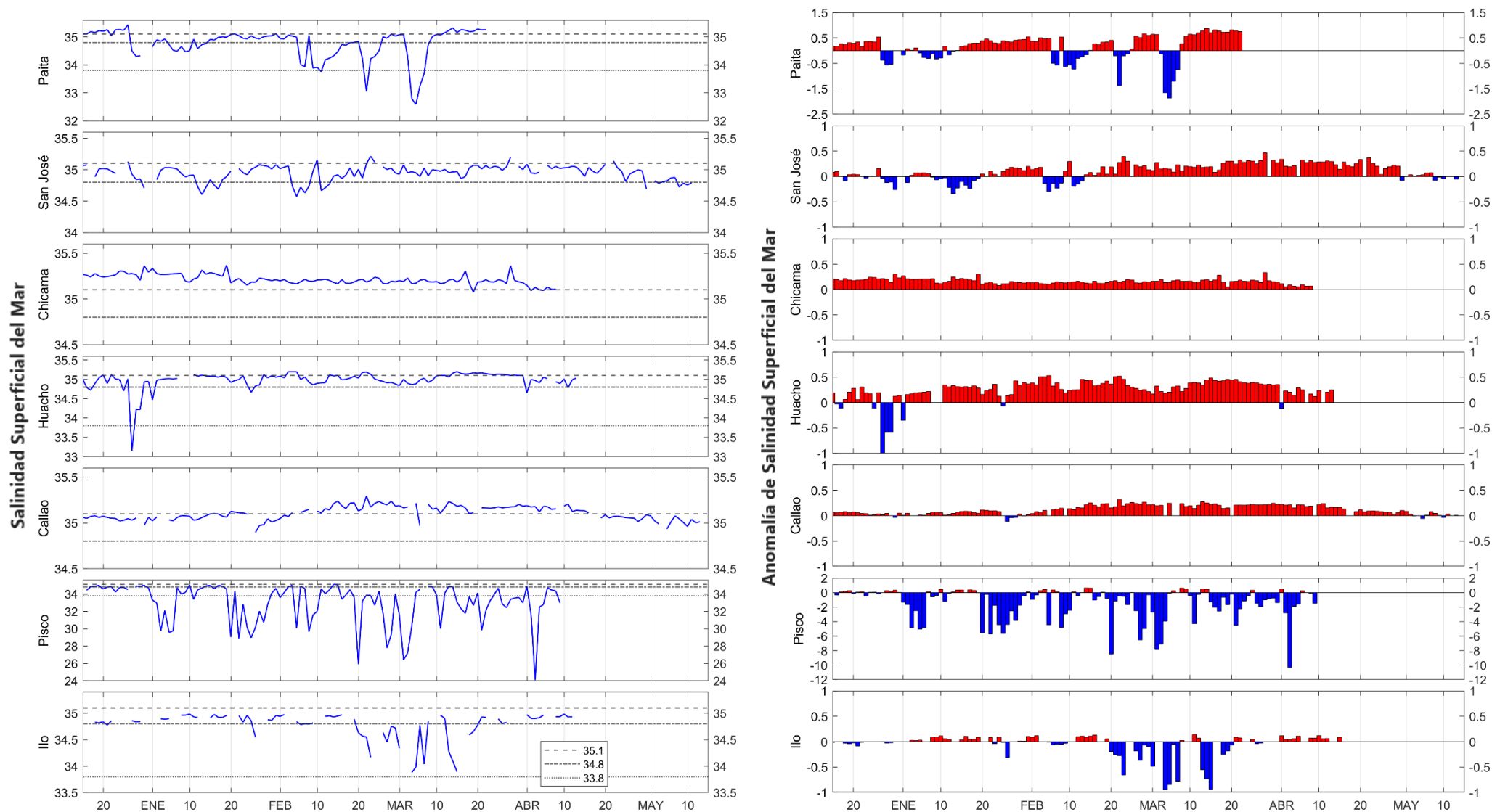


Figura 33. Salinidad del superficial del mar (a) y sus anomalías (b) en los laboratorios costeros del IMARPE desde diciembre 2023 hasta el 13 de mayo 2024.

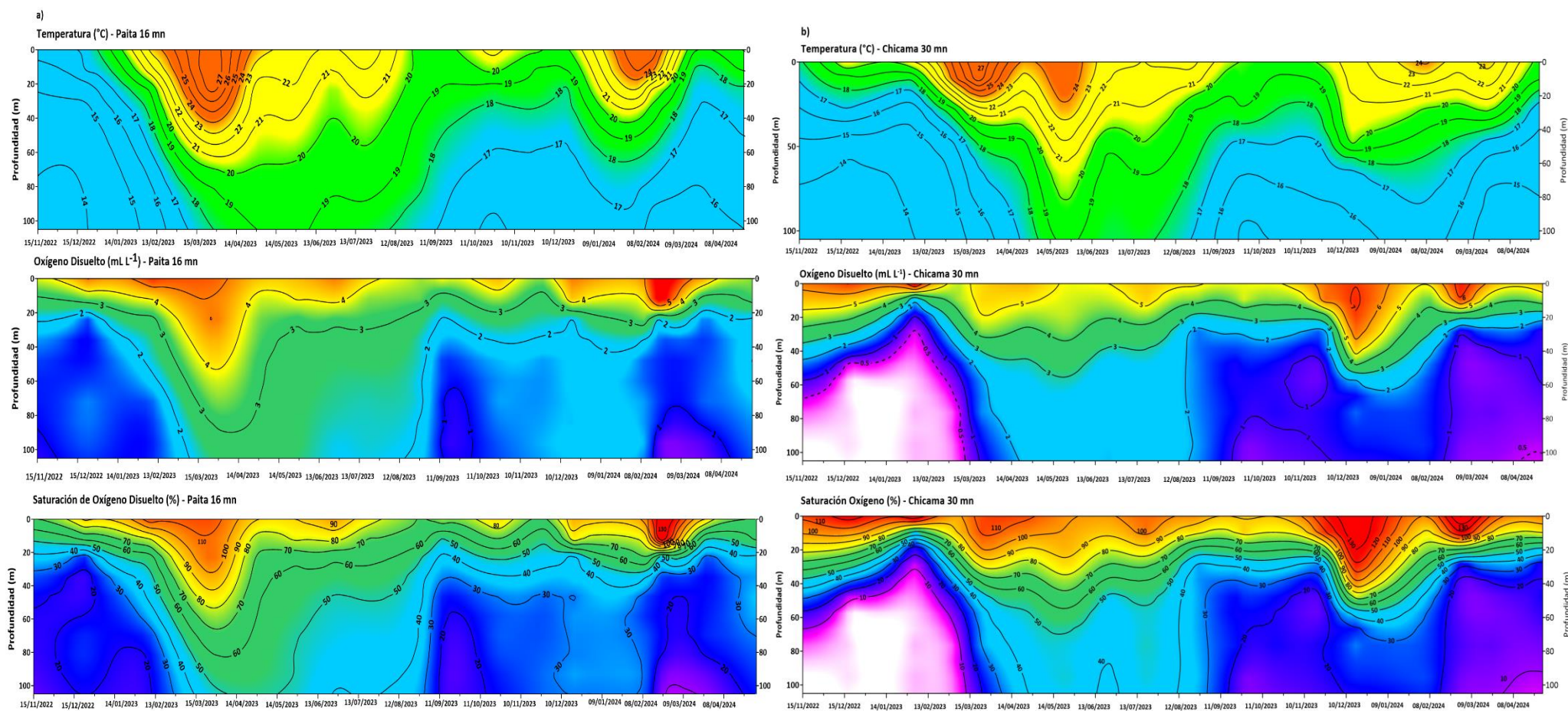


Figura 34. Distribución vertical en el tiempo de temperatura (°C), oxígeno Disuelto (mL L⁻¹), saturación oxígeno disuelto (%), en los puntos fijos a 16 mn de Paita y 30 mn de Chicama, durante noviembre 2022 a los primeros días de mayo 2024.

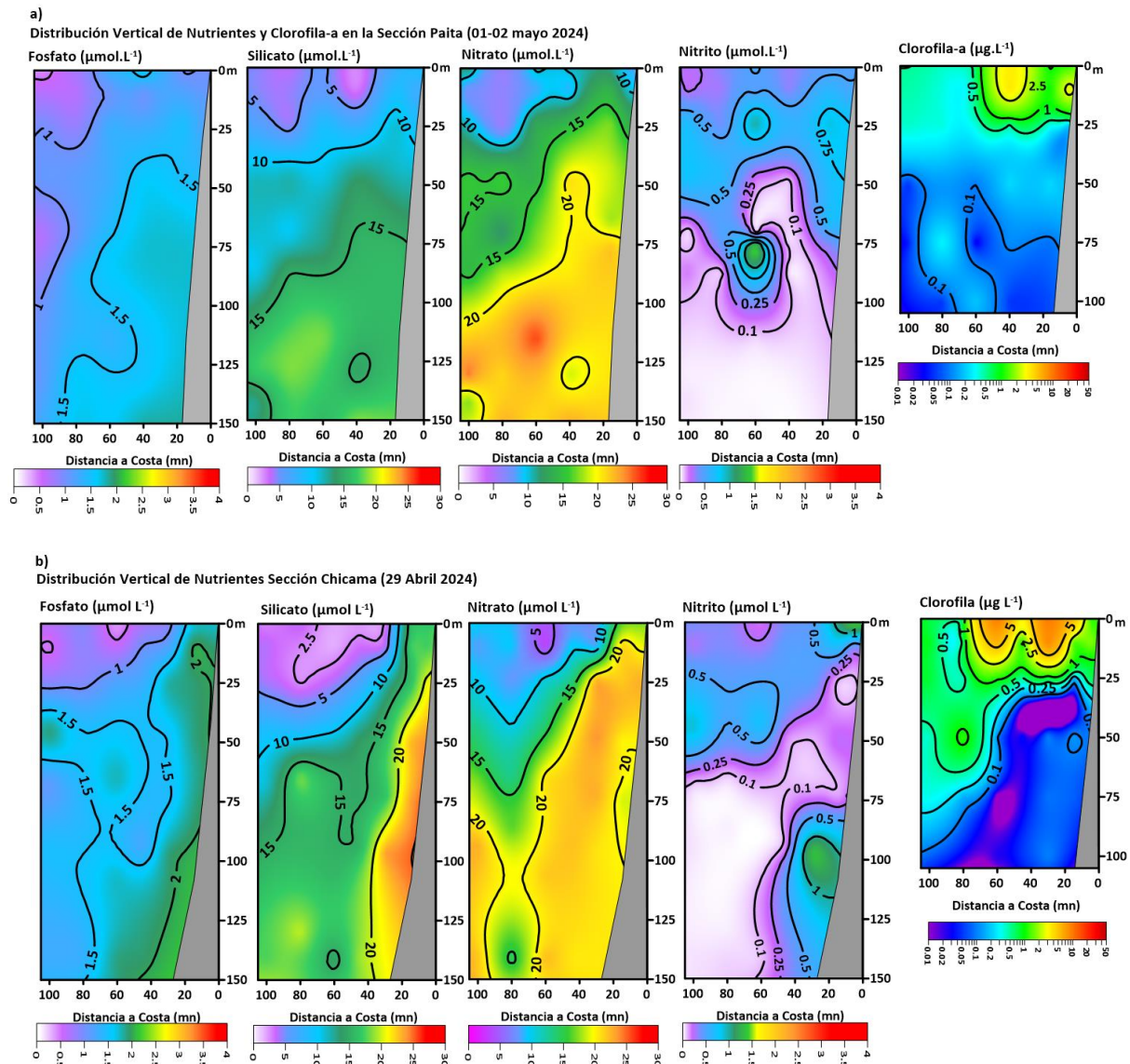


Figura 35. Distribución vertical de nutrientes y clorofila-a en la sección Paíta (01-02 de mayo 2024) y Chicama (29 de abril 2024).

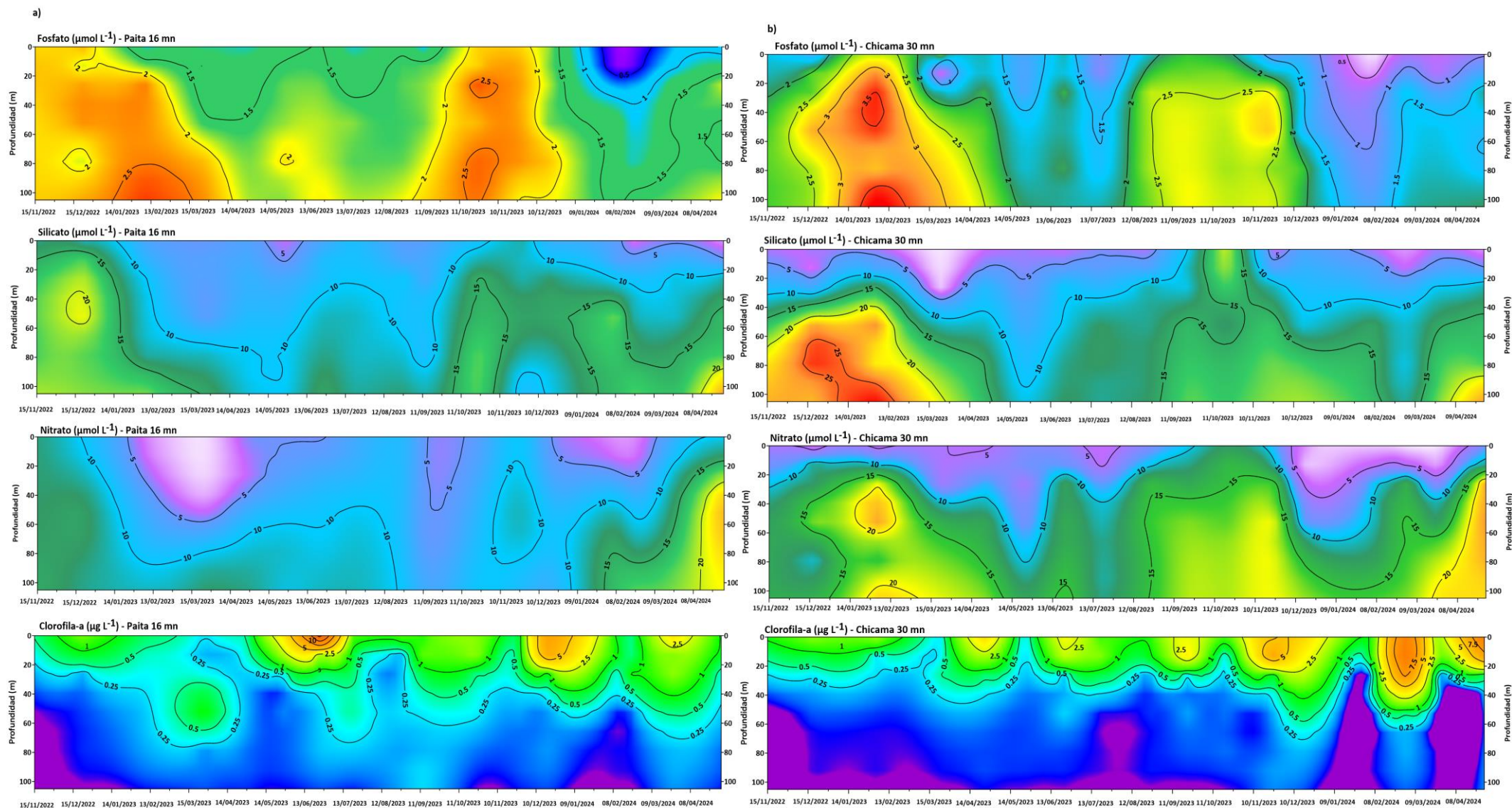


Figura 36. Distribución vertical en el tiempo de Fosfato ($\mu\text{mol L}^{-1}$), Silicato ($\mu\text{mol L}^{-1}$), Nitrato ($\mu\text{mol L}^{-1}$) y Clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$), en los puntos fijos a 16 mn de Paita (a) y 30 mn de Chicama (b), durante noviembre 2022 a primeros días de mayo 2024.

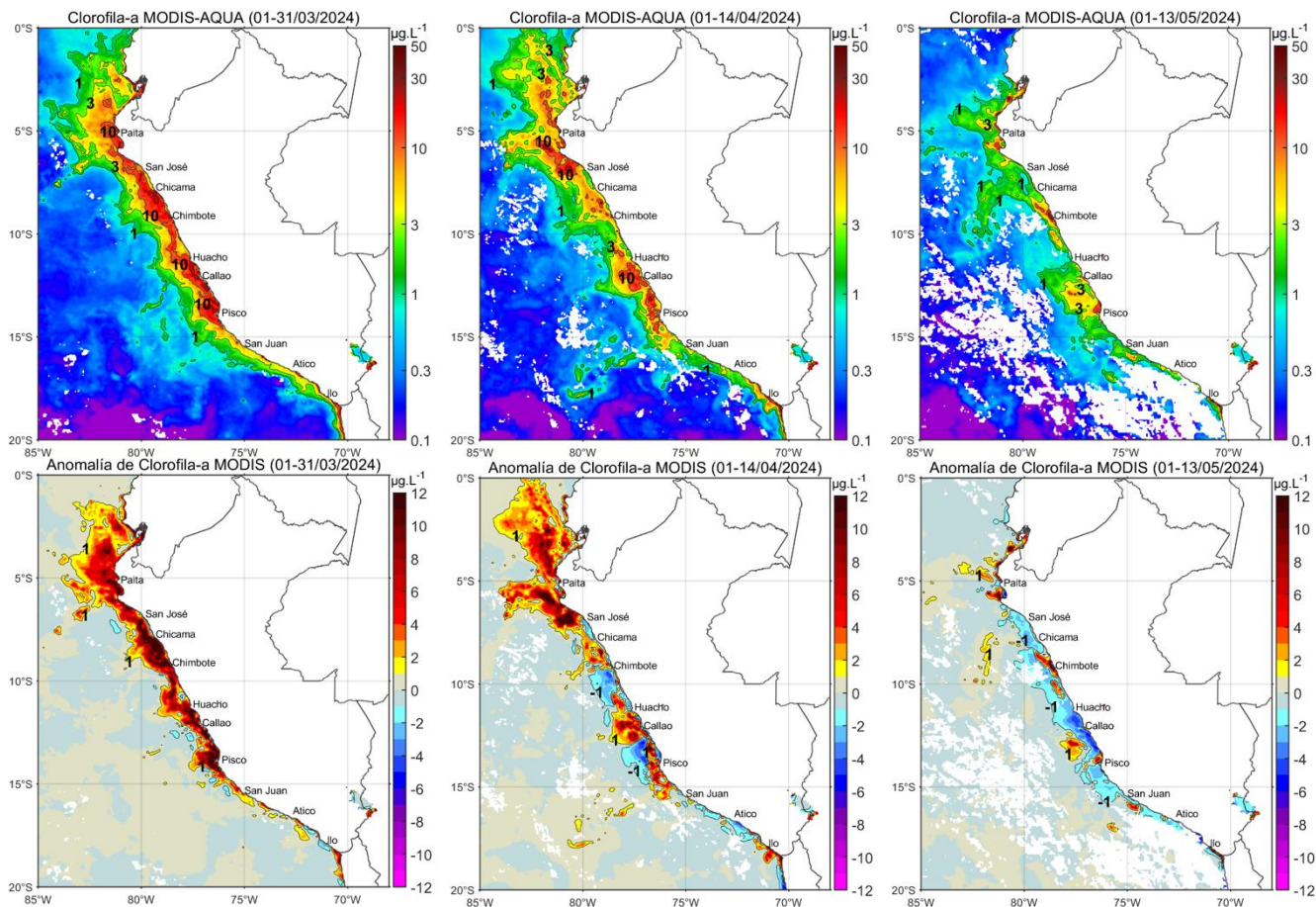


Figura 37. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante, marzo, abril y del 1 al 13 mayo de 2024 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

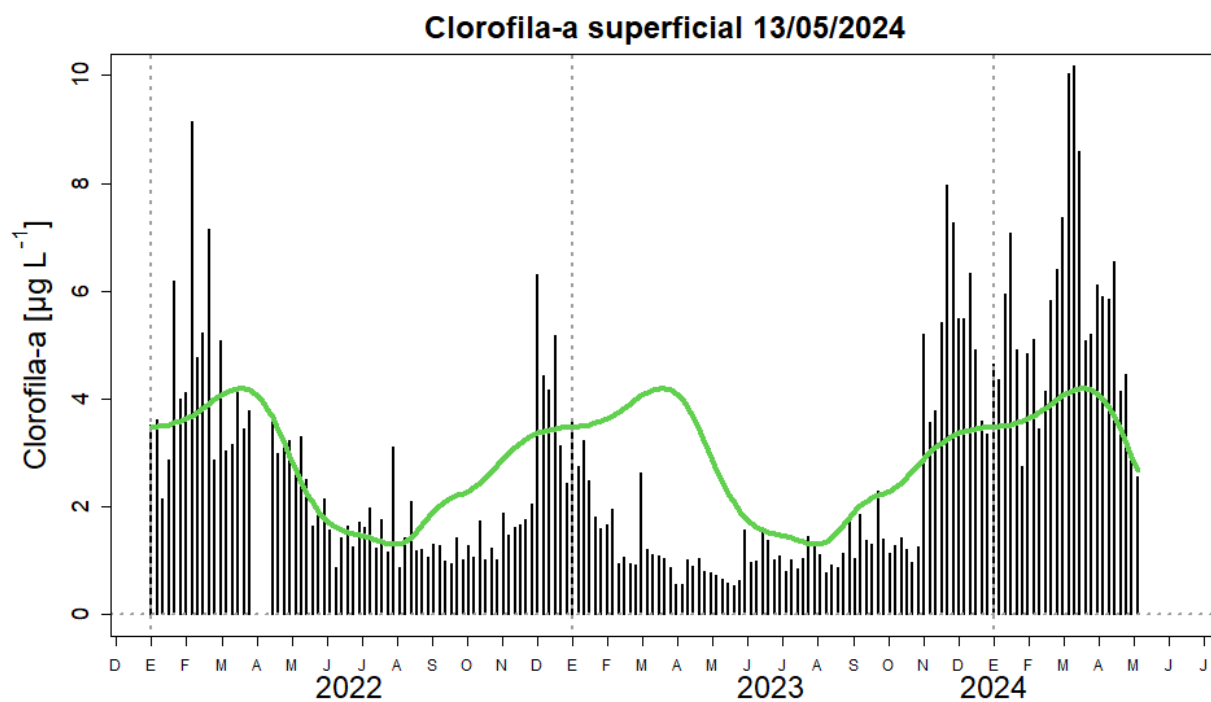
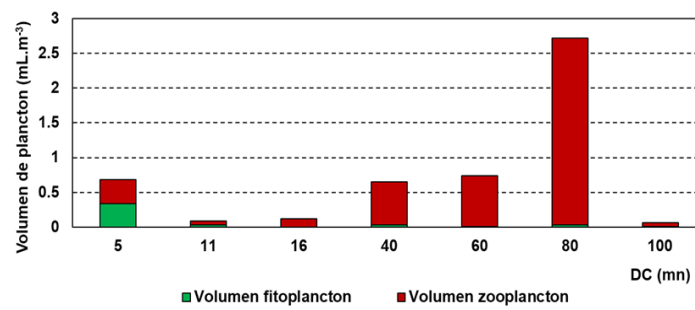


Figura 38. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

a) Paíta



b) Chicama

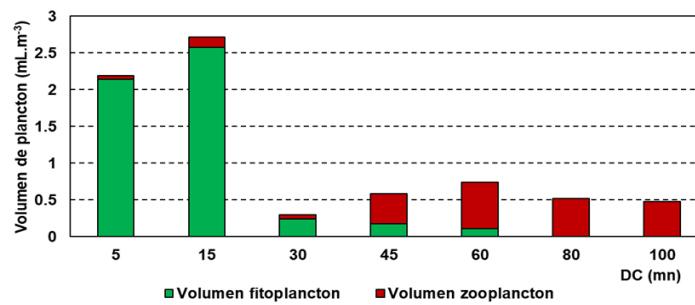


Figura 39. Volumen del plancton frente a Paíta y Chicama durante abril 2024.

a) Paita

	Distancia a la costa (mn)						
Fecha	100	80	60	40	16	11	5
19 y 20 Dic -23							
09 y 10 Feb - 24							
25 y 26 Mar - 24							
01 y 02 May - 24							

Protoperdinium obtusum



ACF

b) Chicama

	Distancia a la costa (mn)						
Fecha	100	80	60	45	30	15	5
16 y 17 Dic - 23							
07 y 08 Feb - 24							
23 y 24 Mar - 24							
29 Abr - 24							

Ceratium breve



AES

Tripes praelongus



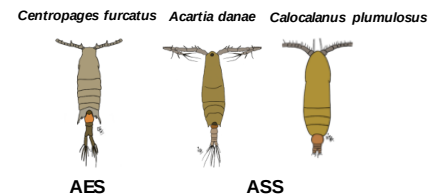
ASS

Leyenda		
	ACF	AES
		ASS
	AES-ACF	AES-ASS
	Sin indicadores	No muestreada

Figura 40. Indicadores del fitoplancton de diciembre 2023 a inicios de mayo 2024 frente a Paita y Chicama. A la derecha, esquema de algunas especies indicadoras de masas de agua del fitoplancton observadas durante fines de abril e inicios de mayo 2024.

a) Paita

		Distancia a la costa (mn)						
Año	Fecha	100	80	60	40	16	11	5
2024	9 y 10 Feb							
	25 y 26 Mar							
	01 y 02 May							



b) Chicama

		Distancia a la costa (mn)						
Año	Fecha	100	80	60	45	30	15	5
2024	7 y 8 Feb							
	23 y 24 Mar. 24							
	29 Abr.							

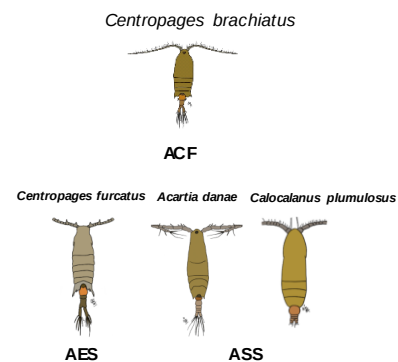


Figura 41. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama de diciembre 2023 a inicios de mayo 2024. A la derecha, esquema de algunas especies indicadoras de masas de agua del zooplancton observadas durante fines de abril e inicios de mayo 2024.

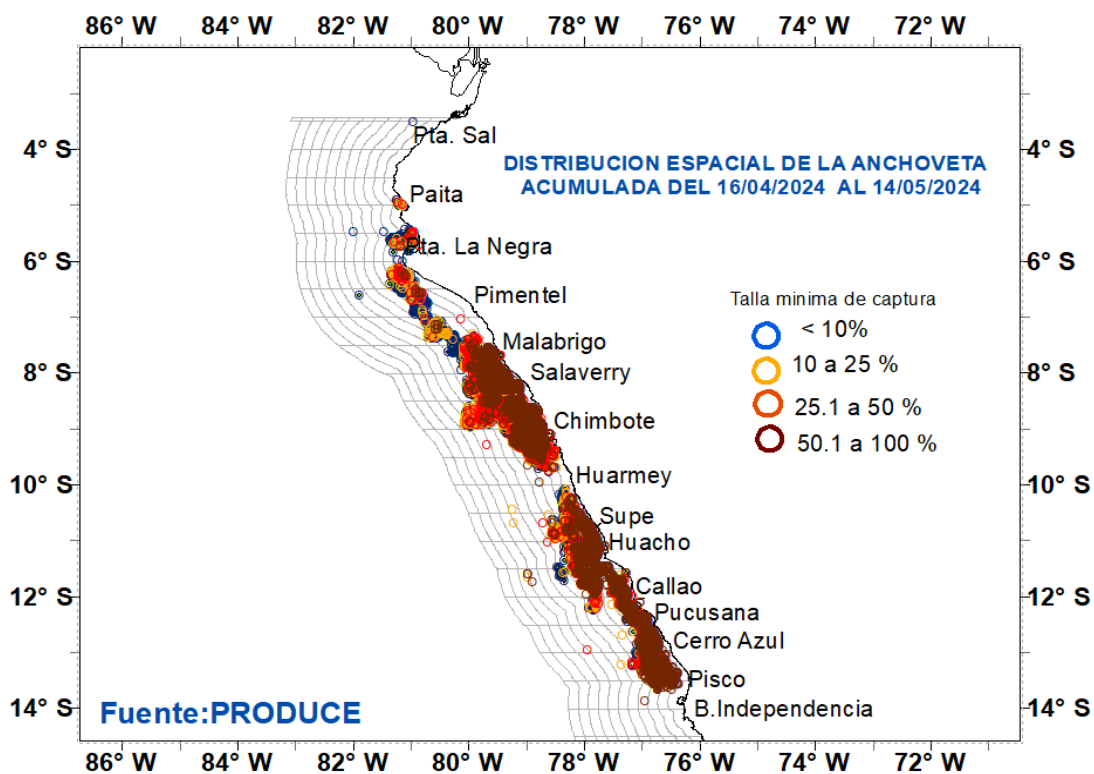


Figura 42. Distribución espacial de la anchoveta según porcentajes de tallas mínima de captura (< 12,0 cm LT), parte de la flota de cerco industrial, durante la Primera temporada de pesca de la región norte-centro 2024.

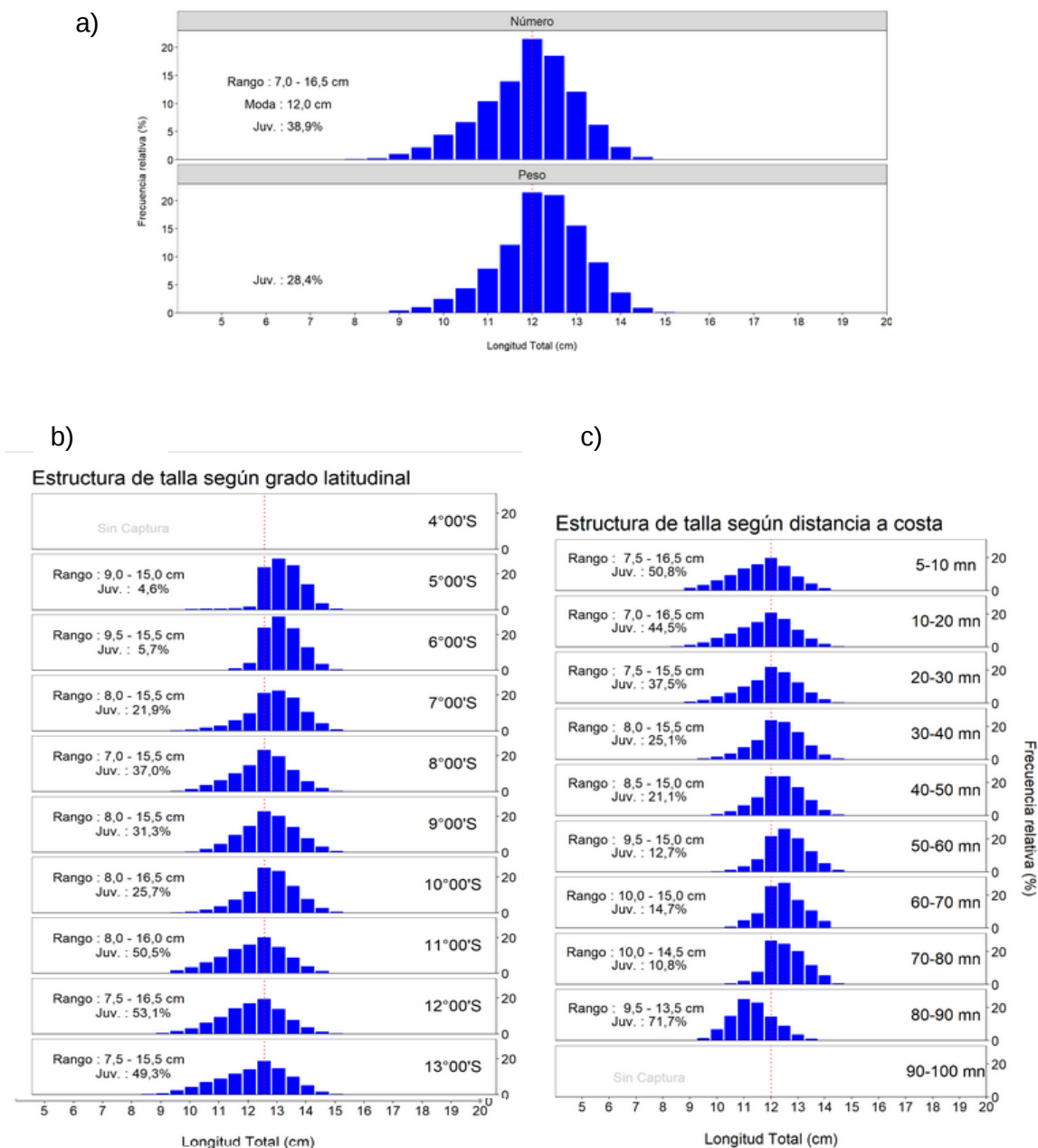


Figura 43. Estructura de tallas de anchoveta a) total, b) según grado latitudinal y c) según distancia de la costa durante la Primera temporada de pesca de la región Norte – Centro 2024.

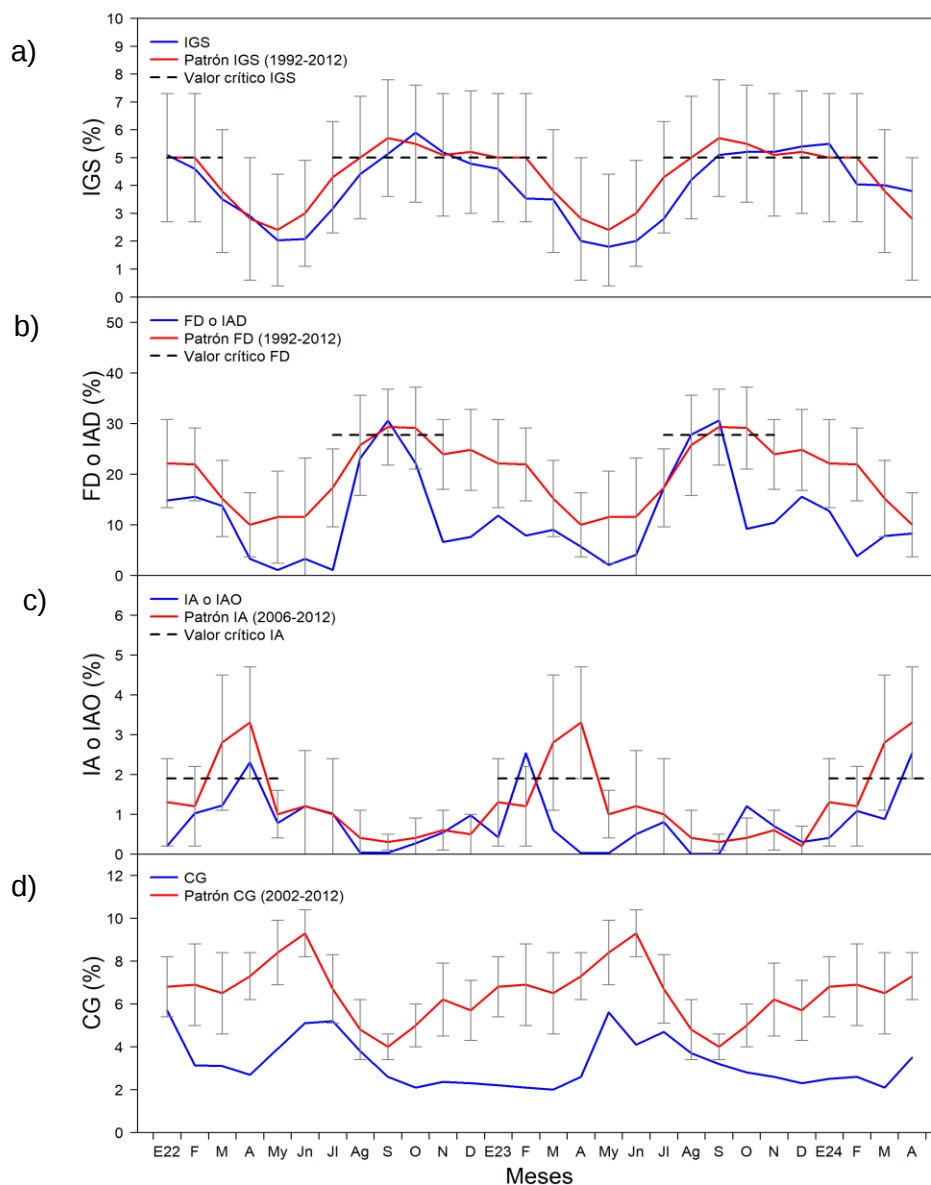


Figura 44. Indicadores reproductivos: a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de Atresia (IA) y de condición somática d) Contenido graso (CG) de anchoveta *E. ringens* de la región Norte-Centro, de enero del 2022 a abril 2024.

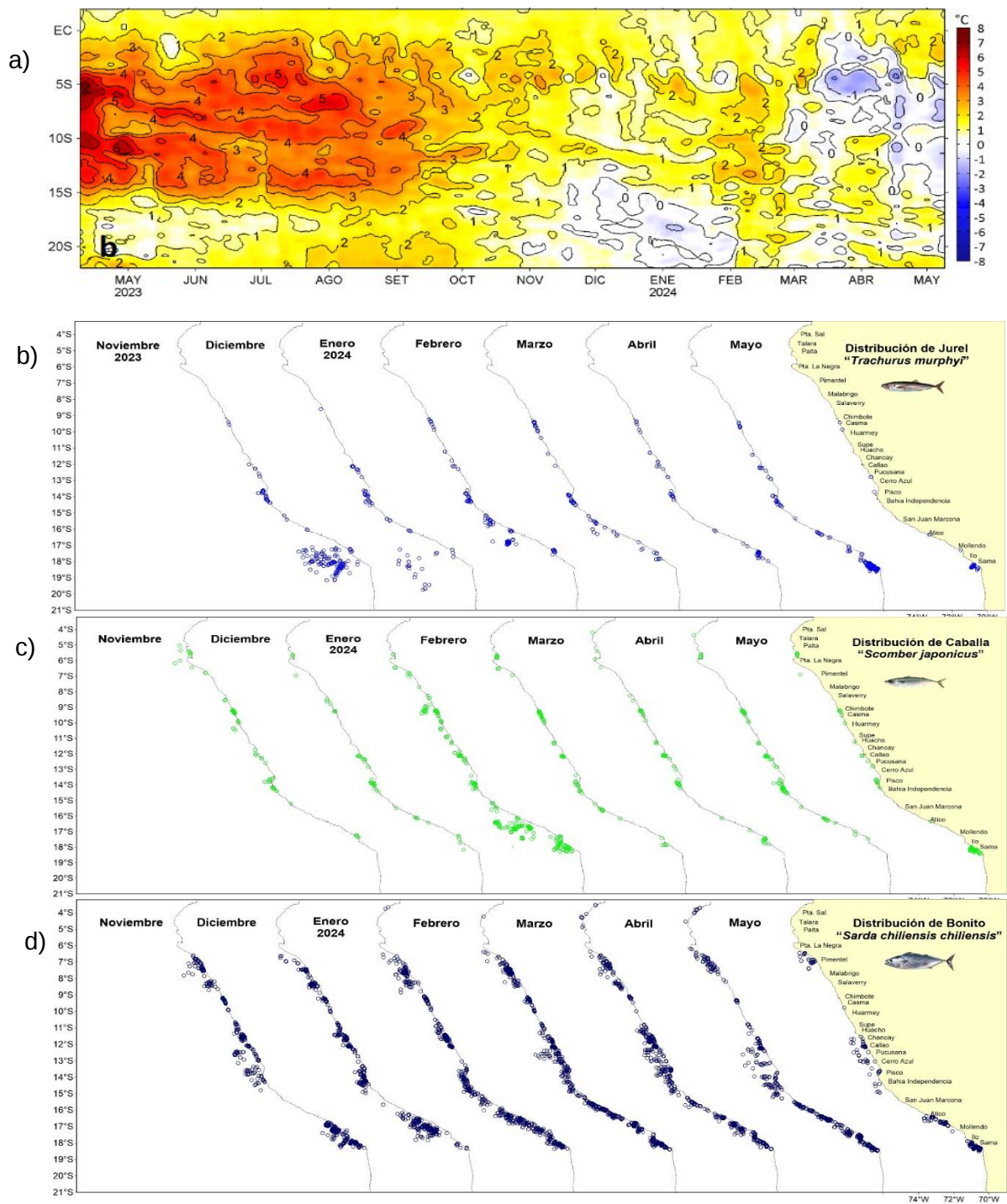


Figura 45. Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) jurel, c) caballa y d) bonito durante noviembre 2023 – mayo 2024.

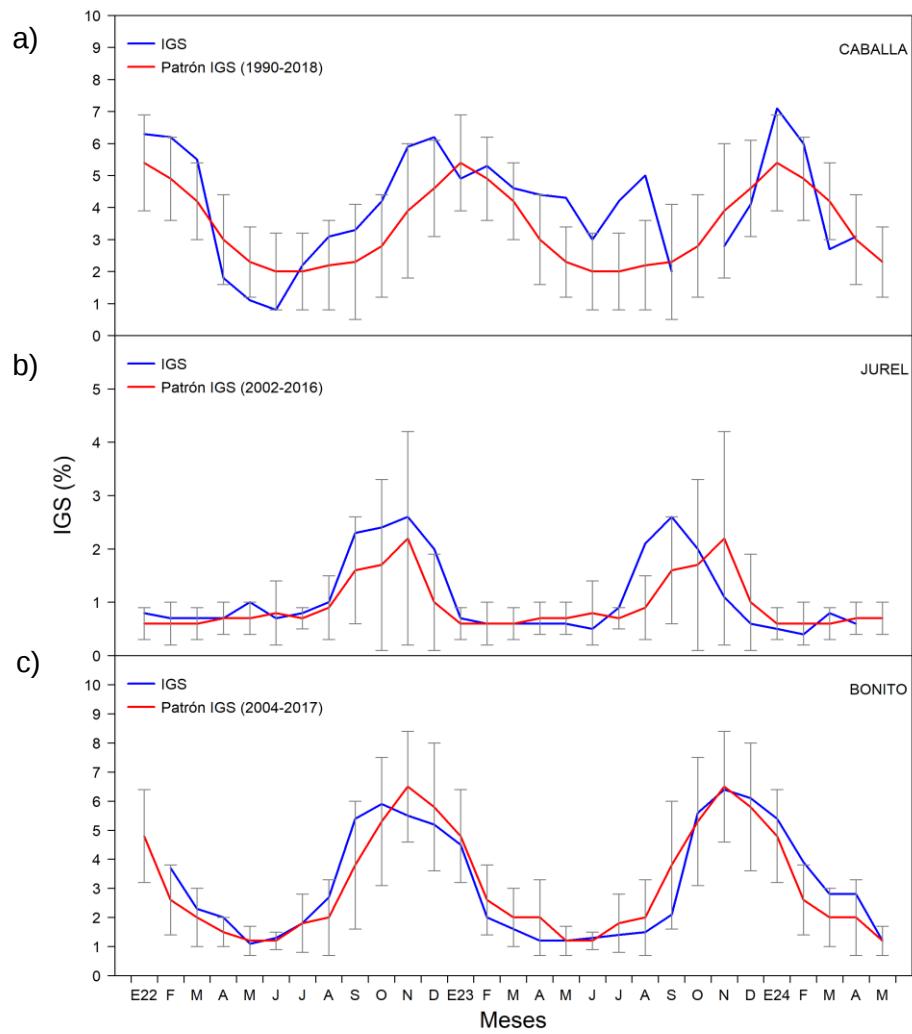


Figura 46. Índice gonadosomático de: a) caballa *S. japonicus*, b) jurel *T. murphyi* y c) bonito *S. chiliensis chiliensis* de enero del 2022 a mayo del 2024.

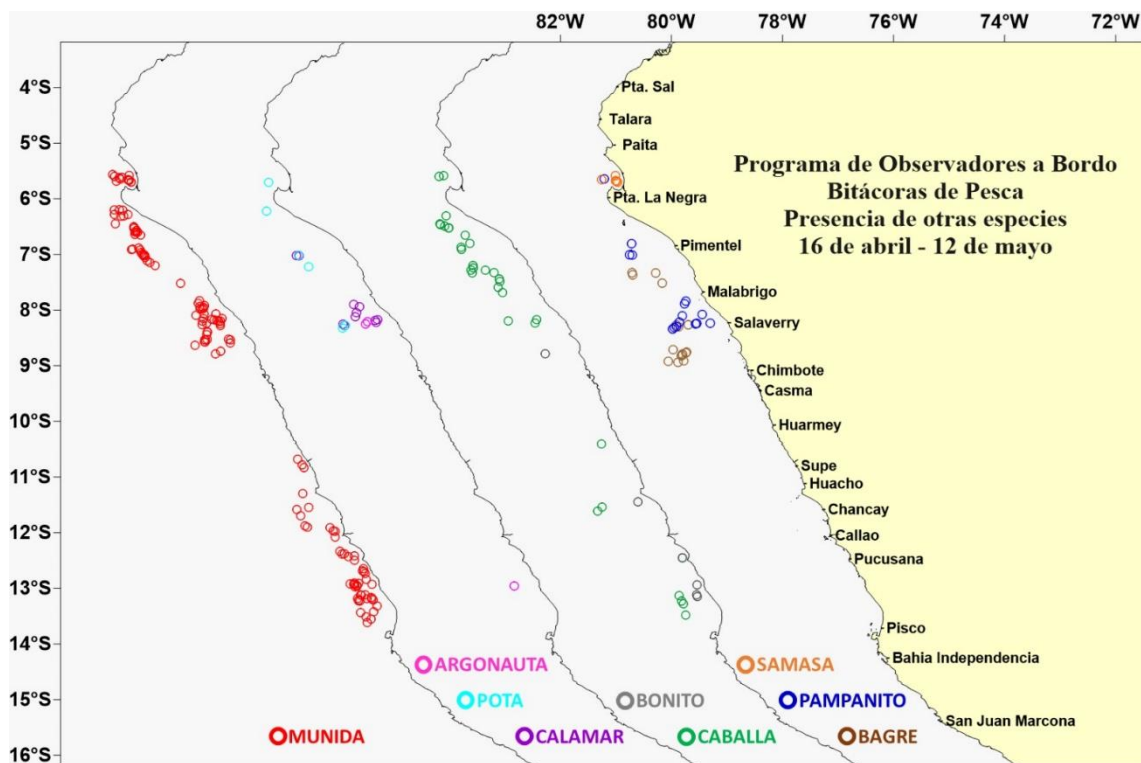


Figura 47. Distribución de especies asociadas a la anchoveta. Abril – mayo 2024.

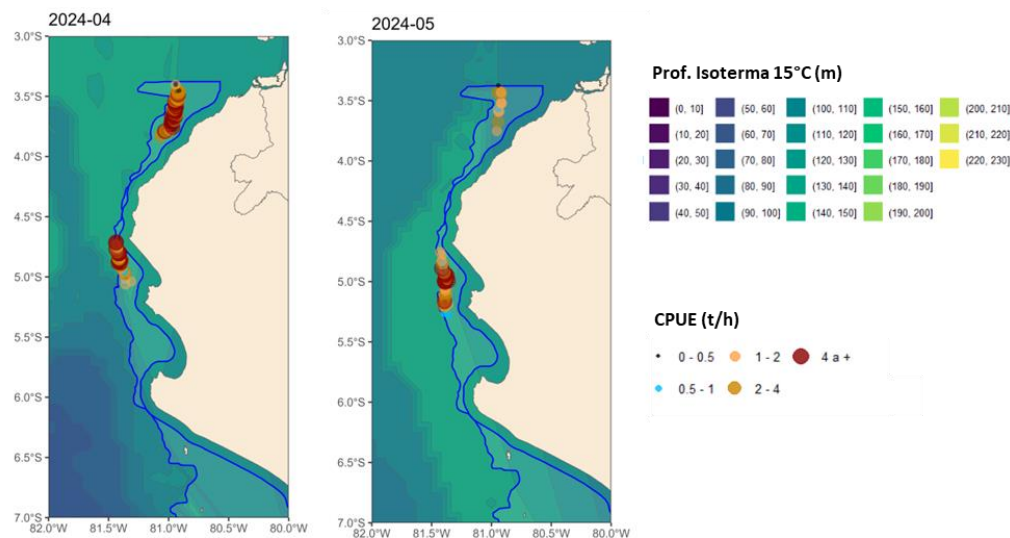


Figura 48. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en $t\ h^{-1}$, círculos coloreados) por lance de pesca durante abril (izquierda) y lo que va de mayo (derecha) 2024 de la flota industrial de arrastre de merluza. Además, se muestra el promedio de la profundidad de la isoterma de 15 °C durante abril y lo que va de mayo 2024 (en colores) proveniente del modelo MERCATOR.

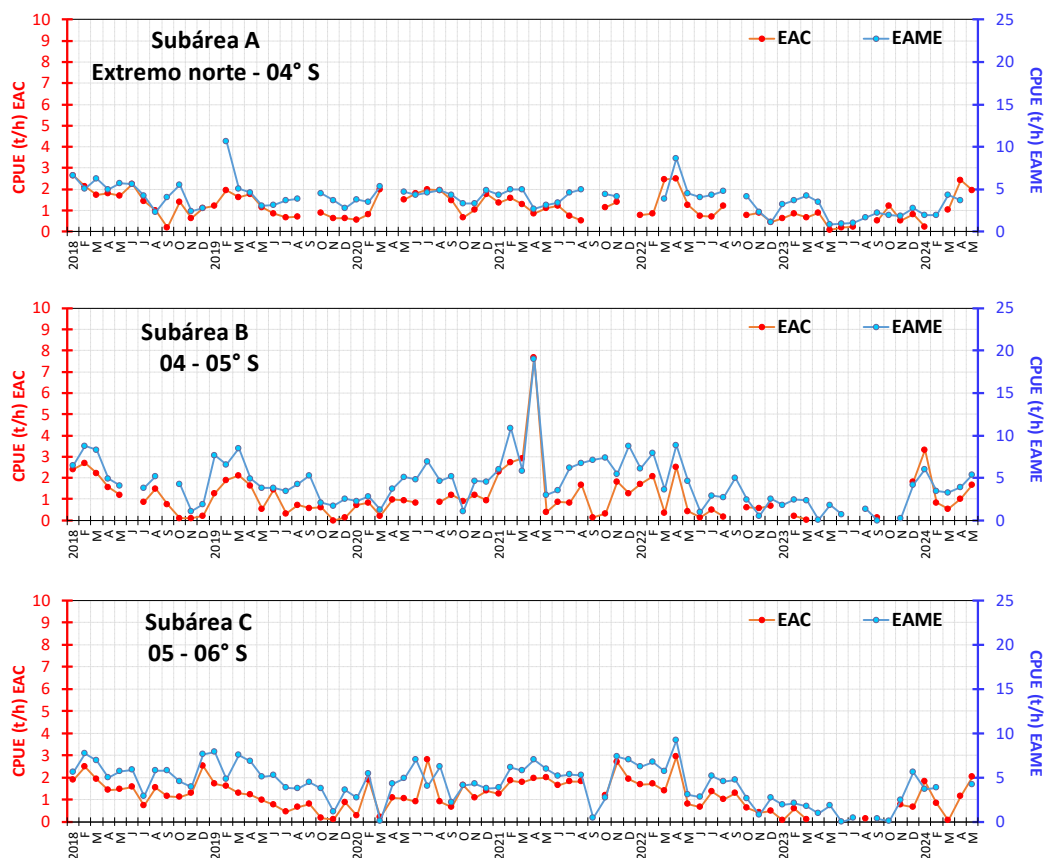


Figura 49. CPUE mensual ($t\ h^{-1}$) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

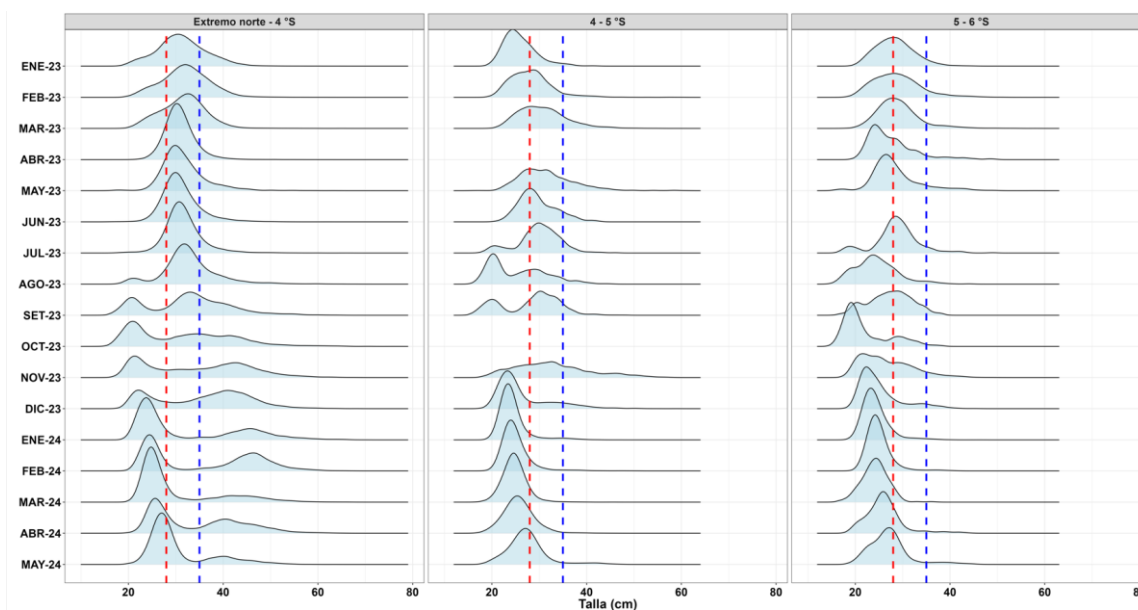


Figura 50. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) de enero 2023 al 11 de mayo 2024, capturada por la flota industrial de arrastre.

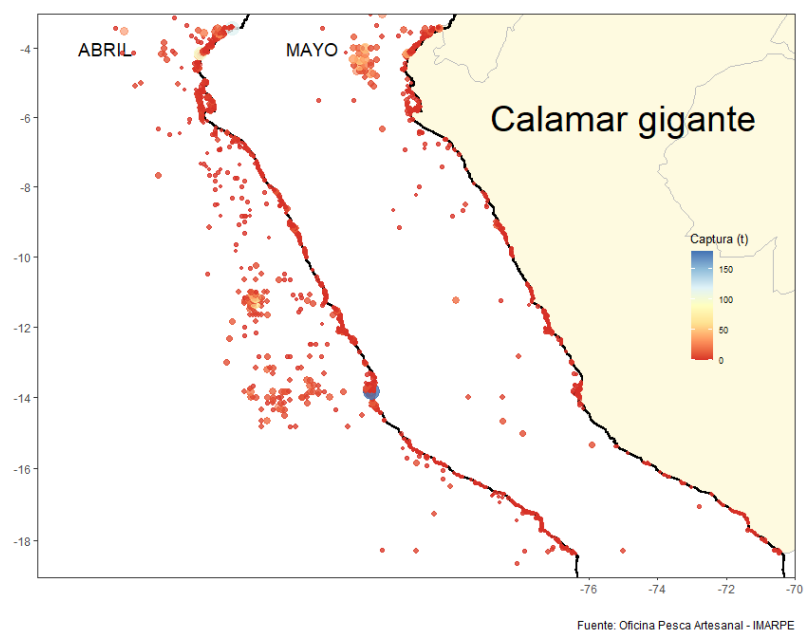
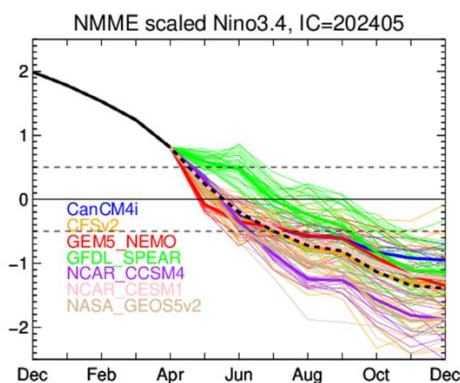
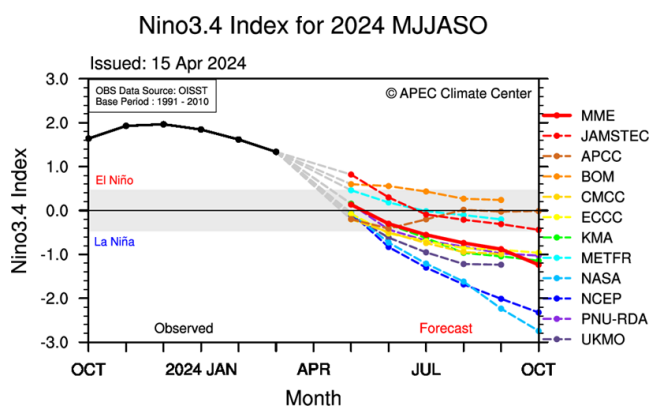


Figura 51. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, durante abril y mayo (01 - 06 de mayo) 2024.

a)



b)



c)

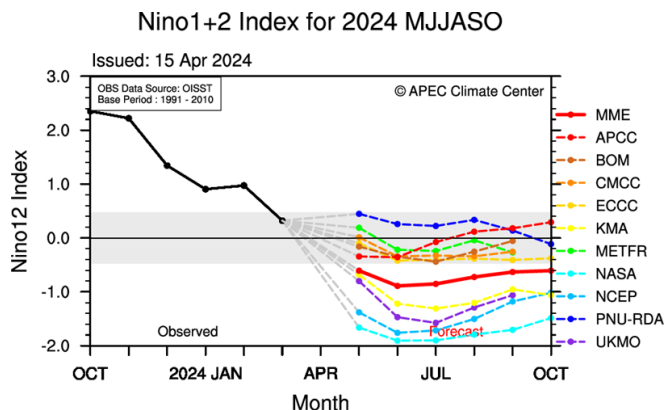
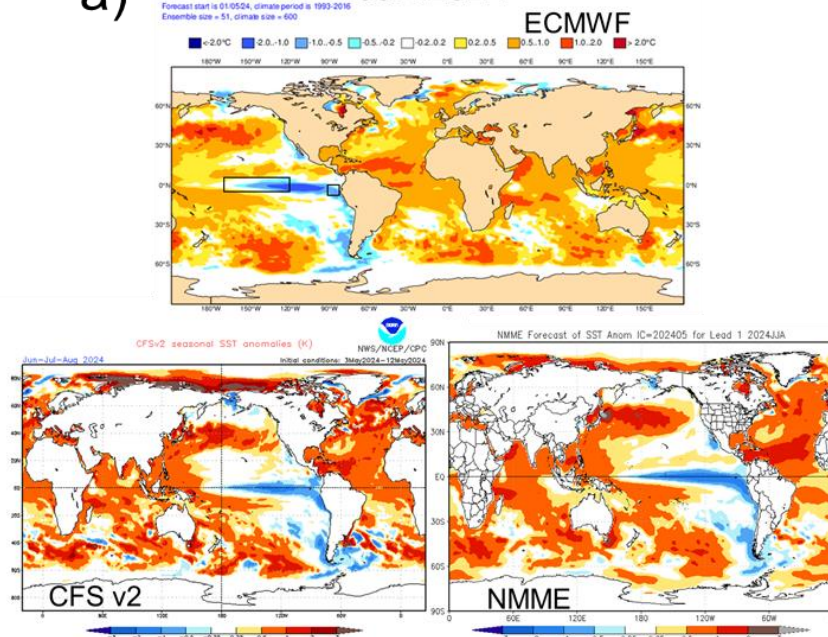


Figura 52. (a) Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos dinámicos del North American Multi-Model Ensemble (NMME) proyect. Promedio de los pronósticos de los modelos dinámicos (línea negra discontinua). Fuente: CPC / IRI / NMME. (b) Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, Promedio de los pronósticos (línea roja continua y gruesa). Fuente: APEC Climate Center. (c) Pronóstico del índice Niño 1+2 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, Promedio de los pronósticos (línea roja continua y gruesa). Fuente: APEC Climate Center.

a) ECMWF Seasonal Forecast
Mean forecast SST anomaly
Forecast start is 01/05/24, climate period is 1993-2016
Ensemble size = 51, climate size = 600

JJA 2024

System 5
JJA 2024



b) ECMWF Seasonal Forecast
Mean forecast SST anomaly
Forecast start is 01/05/24, climate period is 1993-2016
Ensemble size = 51, climate size = 600

SON 2024

System 5
SON 2024

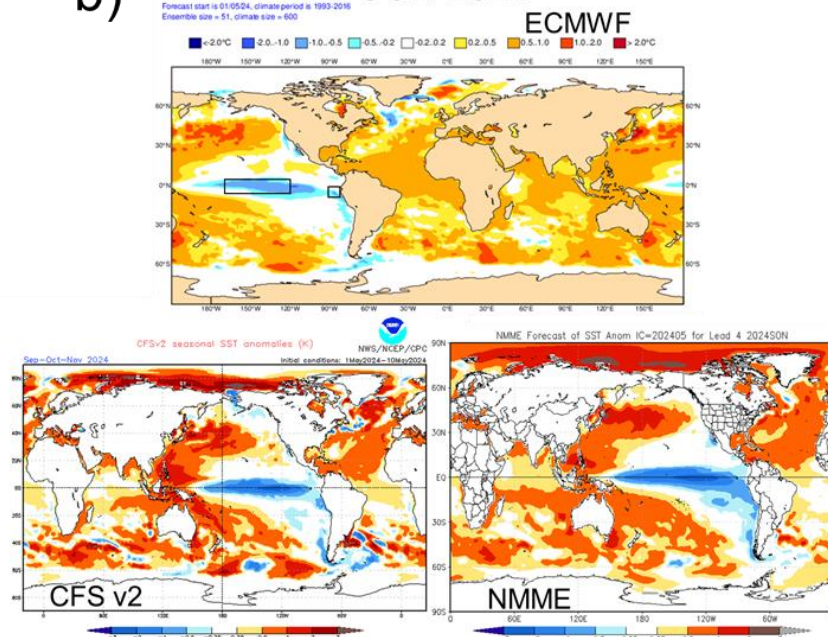


Figura 53. Pronóstico de la TSM para el trimestre JJA (a) y SON (b) 2024 de los modelos ECMWF, CFSv2 y NMME (condiciones iniciales: inicios en mayo 2024). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: ECMWF, NWS/NCEP/CPC y NOAA/CPC.

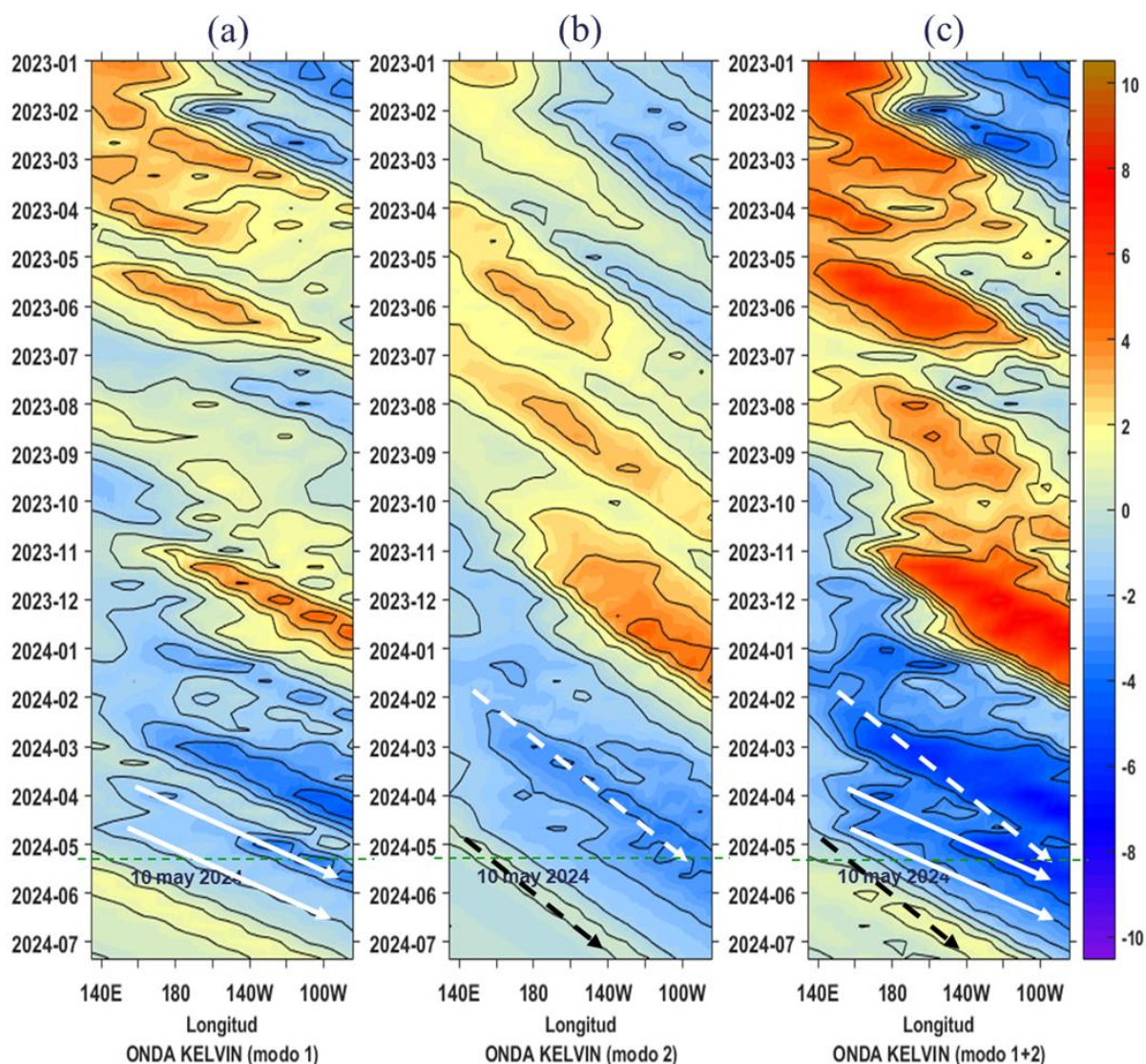


Figura 54. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento "cálidas" (flechas negras), y las ondas de afloramiento "frías" (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

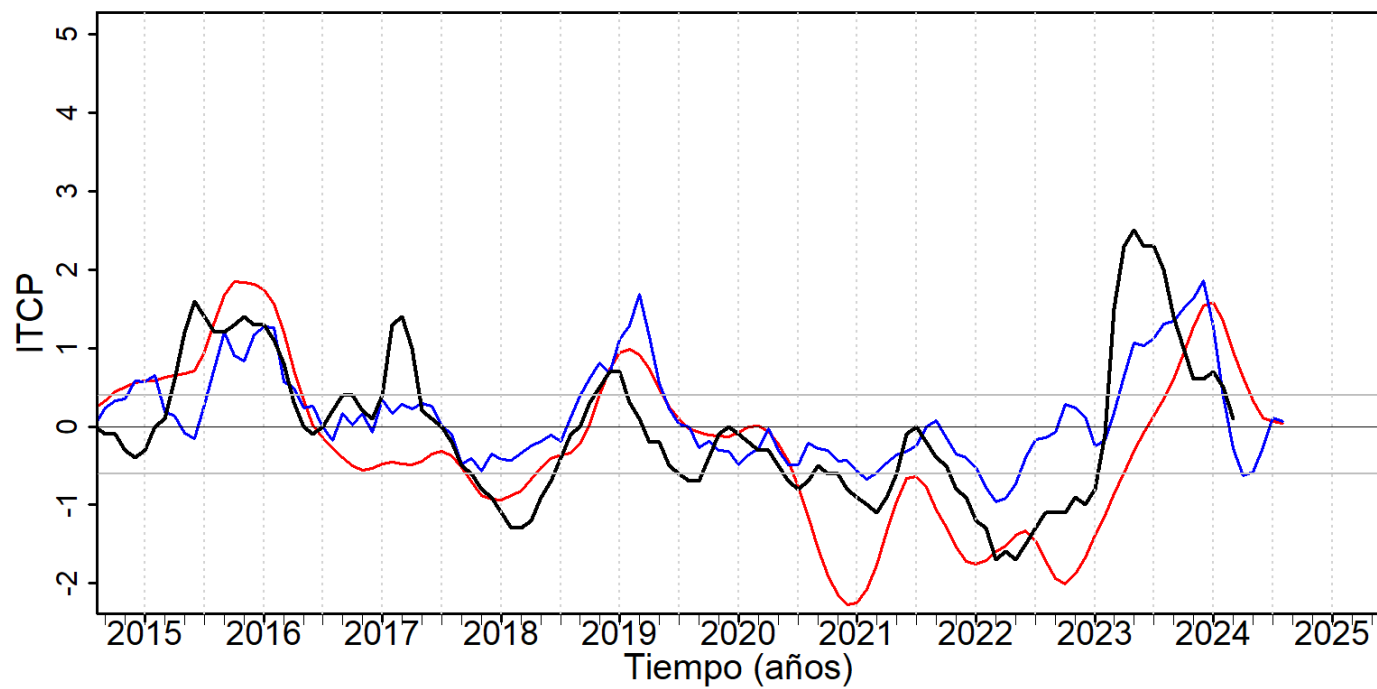


Figura 55. Pronóstico del ITCP (observado en línea negra) mediante dos modelos: un modelo estadístico (línea azul) y un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia (línea roja) con datos actualizados hasta el mes de abril 2024. Fuente: IMARPE.

REFERENCIAS

- Anculle, T., Graco, M., Vásquez, L., García W., Gutiérrez, D. 2021. Contribución de las ondas Kelvin a las anomalías térmicas de las aguas costeras frente al Perú durante El Niño 2015 – 2016 y El Niño Costero 2017. *Bol Inst Mar Perú*, 36(2): 362 – 384.
- Chaigneau, A., Dominguez, N., Eldin, G., Vasquez, L., Flores, R., Grados, C., and Echevin, V. 2013. Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data, *J. Geophys. Res. Oceans*, 118, 5251–5266, doi:10.1002/jgrc.20328.
- Cruz, M. 1998. Gasterópodos planctónicos (Pterópodos y Heterópodos) como bioindicadores de los Eventos “El Niño” 1992 y 1997-1998 en la estación fija “La Libertad”, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 9, No. 1, pp. 129-144
- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 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.*, 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), 2024. Informe Técnico ENFEN. Año 10, N°03, 14 febrero de 2024, 63 p. enfen.imarpe.gob.pe/download/informe-tecnico-enfen-ano-10-n03-al-14-de-febrero-de-2024/?wpdmdl=1832&refresh=65d012b3a78ac1708135091
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. *Remote Sen. Env.*, 116, 140-158.
- Huang B., Thorne P.W., Banzon V.F., Boyer T., Chepurin G., Lawrimore J.H., Menne M.J., Smith T.M., Vose R.S. and Zhang H.M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. *Journal of Climate*. 30(20): 8179–8205. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1>
- Kobayashi, S., and Coauthors, 2015: The JRA-55 reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, 93, 5–48, doi:10.2151/jmsj.2015-001.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévilion, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Sci.*, 9, 57-81.
- Majluf, P., Babcock, E. A., Riveros, J. C., Schreiber, M. A., & Alderete, W. (2002). Catch and bycatch of sea birds and marine mammals in the small-scale fishery of Punta San Juan, Peru. *Conservation biology*, 16(5), 1333-1343.
- Pietri, A., Colas, F., Mogollon, R. et al. 2021. Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4> Takahashi et al., 2014
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. 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.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: *Boletín Trimestral Oceanográfico*, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. *Inf Int. Mar Perú*, 44(1): 28-34.
- Villegas Piero. 2001. Aspectos Biológico - Pesqueros del “calamar común”, *Loligo gahi* d’Orbigny, 1835 en el área del Callao durante 1996 y 1997. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Biología Pesquera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. LIMA – PERU
- Wolter, K., and M.S. Timlin, 1993: Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. *Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop*, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.
- Wolter K, and Timlin MS. 1998. Measuring the strength of ENSO events—how does 1997/98 rank?. *Weather* 53: 315– 324.
- Wolter, K., and Timlin, M. S. 2011. El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext). *International Journal of Climatology*, 31(7), 1074–1087. <https://doi.org/10.1002/joc.2336>

- Zhang, T., Hoell, A., Perlwitz, J.,Eischeid, J., Murray, D., Hoerling, M.,& Hamill, T. M. 2019. Towards probabilistic multivariate ENSO monitoring. Geophysical Research Letters, 46. <https://doi.org/10.1029/2019GL083946>

APENDICE

I. PRESENTACIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS) es el principal forzante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico. El ENOS conjuga dos procesos, tanto el oceánico (El Niño, EN) como el atmosférico (Oscilación del Sur) y se expresa mediante una fase cálida (EN) y una fase fría (La Niña, LN). Debido a los diversos efectos e impactos de este proceso en el ecosistema del afloramiento costero peruano, que a su vez repercuten en los sistemas socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

Bajo este contexto, se conformó el Grupo de Trabajo Institucional El Niño del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), cuya misión es el estudio y monitoreo de las condiciones oceanográficas frente a Perú y de sus efectos ecológicos y biológico-pesqueros. Mensualmente se reporta el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico Ecuatorial oriental, poniendo mayor énfasis en la zona costera de Perú. Para estimar y entender los impactos de El Niño y de La Niña en el ecosistema del marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Además, se presentan especies indicadoras de condiciones cálidas y frías registradas durante los monitoreos mensuales de IMARPE y la incidencia de las condiciones oceanográficas en las principales pesquerías. Finalmente, mediante el análisis de los pronósticos de las agencias internacionales y el uso de modelos numéricos implementados en IMARPE, se formula la previsión futura de los principales indicadores climáticos y oceanográficos asociados a El Niño / La Niña, principalmente a corto y mediano plazo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

1. VARIABLES

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas se resumen en la tabla III.1. La Figura 1 muestra la ubicación de las estaciones oceanográficas fijas y las secciones oceanográficas frente a Paíta y a Chicama, que constituyen la plataforma de monitoreo oceanográfico del IMARPE.

Debido al estado de emergencia generada por la pandemia del COVID 19, algunos monitoreos no se pudieron realizar como en las estaciones costeras (temperatura disponible hasta el 16 de marzo), secciones oceanográficas, monitoreo de nutrientes, fitoplancton, zooplancton y bentos.

Desde agosto 2021, el IMARPE cuenta con información de vehículos submarinos autónomos llamados gliders, denominados “Paracas”, “Nazca”, “Mochica” y “Chimú”. Los sensores del glider pueden registrar variables oceanográficas como: temperatura, salinidad, oxígeno, corrientes y clorofila. El glider hace un recorrido vertical de diente de sierra en el momento de desplazarse y transmite información a través del satélite de tal manera que los datos pueden ser adquiridos en tiempo real. Los cálculos de anomalías se han hecho mediante comparación con la climatología (1981-2010) realizada por Domínguez et al. (2017) y Grados et al., (2018).

2. ÍNDICES

Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (APS): Los índices de intensidad (IAPS) y posición (ILON, ILAT) del APS, se calculan a partir de las anomalías máxima de la presión atmosférica a nivel del mar en la región del Pacífico oriental subtropical y su correspondiente posición longitudinal y latitudinal. Las anomalías se obtienen usando el periodo base 1981-2010. Los índices se determinan aplicando el promedio móvil de tres meses a las series mensuales de intensidad y posición. El IAPS se clasifica en 3 condiciones: débil ($< -1,1$), neutro ($-1,1 - 1,5$) e intenso ($> 1,5$), mediante 2 umbrales definidos por los percentiles 20 y 80 de la serie del IAPS. Para los índices de posición ILON e ILAT se usan los percentiles 25 y 75, de tal forma que los valores positivos (negativos) de los índices ILON e ILAT sobre 4,2 y 1,6 respectivamente (debajo -3,9 y -1,1 respectivamente) representa un desplazamiento al este y al norte (al oeste y al sur) del APS con respecto a su posición climatológica. Los datos de presión se obtienen del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al., 1996) disponibles desde enero 1948 hasta el presente.

Índice de Afloramiento Costero (IAC): Estima la intensidad del afloramiento o el transporte de masas de agua con referencia a la línea de costa. El IAC se basa en el transporte de Ekman, el cual es calculado, de acuerdo a Bakun (1975), a partir del esfuerzo de viento sobre la superficie y el parámetro de Coriolis. El cálculo final del IAC (Bakun 1975) toma en cuenta el transporte de masa entre la densidad del mar, multiplicado por el coseno de ángulo formado por la diferencia entre el ángulo de costa y la dirección del viento. El ángulo usado para la línea de costa fue de 145° . Existe información de este índice desde enero 2000 hasta la actualidad, tomando en cuenta información satelital de los satélites de vientos de QuickScat y ASCAT.

Datos de Anomalías de Nivel del Mar (ANM) y geostrofia: La información de ANM fue estimada mediante interpolación óptima, sobre datos de nivel 3 (L3), de diferentes altímetros (CMEMS-SL-QUID-008-032-068), usando el período 1993-2012 (Schaeffer et. al, 2016; Pujol et. al, 2016) como climatología de referencia.

Este producto es procesado por el sistema DUACS (Data Unification and Altimeter Combination System), y puesto a disponibilidad por la CMEMS del Programa Copernicus de la Unión Europea de forma diaria y permanente desde 1993 hasta la actualidad. Para la descripción de flujos geostroficados y la detección de remolinos de mesoescala en superficie frente a la costa peruana, se utilizaron datos de altimetría satelital obtenidos del producto CMEMS V3.0. Los remolinos se han evaluado mediante un algoritmo híbrido de identificación (método físico y método geométrico) desarrollado por Halo et al., (2014). Para el nivel de sub-superficie se ha aplicado el método geostrofico para calcular corrientes basada en la estimación de la distribución de la densidad en el océano, a partir de mediciones directas de temperatura y salinidad (Pond & Pickard, 1983).

Por otro lado, tomando en cuenta la base de datos de altimetría disponible se determinó una nueva climatología a partir de la altura del nivel del mar sobre el geoide (ADT) bajo el periodo de 1993-2010, con una frecuencia diaria interpolada de la climatología pentadal utilizando el método de splines cúbicos. Con esta nueva climatología se obtuvieron los datos de ANM, a los cuales se le aplicó el filtro pasa banda de 10 y 120 días con la finalidad de identificar el arribo y propagación de las ondas Kelvin frente a la costa peruana, mediante el uso de diagramas Hövmoller y series de datos con una frecuencia diaria.

Datos e índices de Temperatura Superficial del Mar (TSM): Las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM), en las regiones Niño, se evaluaron en periodos semanales, mensuales y de tres meses, con datos OISSTv2 que usa interpolación objetiva en su procesamiento, y ERSSTv5 que incorpora mejoras empleando la función de reconstrucción EOT (Empirical Orthogonal Teleconnections); dichas anomalías poseen periodo base de 30 años desde 1991-2020 (CPC-NCEP-NOAA). El Índice Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), representa la media móvil de tres meses de las anomalías de TSM (ERSSTv5) de la región Niño 3.4, con los cuales se determina condiciones cálidas y frías al pasar el umbral de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Las regiones niño del Pacífico ecuatorial se ubican en: Niño 1+2 (0° - 10°S , 90°W - 80°W), Niño 3 (5°N - 5°S , 150°W - 90°W), Niño 3.4 (5°N - 5°S , 170°W - 120°W), Niño 4 (5°N - 5°S , 150°W - 160°E). Los mapas de la TSM y la ATSM (climatología 2007–2016), se generaron en base a datos de OSTIA (UK Met Office, 2012). Las anomalías del contenido de calor en el Pacífico ecuatorial proceden de TAO-TRITON (TAO Project Office, NOAA/PMEL).

Índice térmico Laboratorios Costeros (LABCOS): Refleja la amplitud de la variabilidad de la TSM en el litoral peruano, la cual está asociada a las condiciones climáticas y oceanográficas a lo largo de la costa peruana. Se calcula a partir de promedios mensuales de las ATSM obtenidas de las estaciones costeras Paita, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo del IMARPE, así como la estación costera San Juan de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM) desde 1976. Se determina de la media móvil corrida cada tres meses de las anomalías térmicas obtenidas en las estaciones costeras mencionadas. Categorías: LN Fuerte ($<-1,31$), LN Moderado ($-1,31$ - $-1,10$), LN Débil ($-1,10$ - $-0,78$), Neutro ($-0,78$ - $0,27$), EN Débil ($0,27$ - $0,78$), EN Moderado ($0,78$ - $1,37$), EN Fuerte ($1,37$ - $2,77$), EN Muy Fuerte ($>2,77$). Más detalles en Quispe & Vásquez (2015).

Índice Térmico Costero Peruano (ITCP): Indicador del efecto del ENOS y de la circulación marina en la variabilidad térmica del océano costero del Perú caracterizado por el afloramiento costero. Se estima empleando los promedios mensuales de la TSM obtenidos del producto NOAA NCDC OISST v2 para el periodo 1982-2014 (Reynolds et al, 2007). Para ello se toma en cuenta el área de afloramiento, limitado por el máximo gradiente termal zonal del promedio anual de la TSM, seleccionando los puntos de grilla adyacentes a la costa (a 40 Km en promedio).

Se calcula como la media móvil de tres meses de la primera componente principal (CP1) reducida de las anomalías térmicas de la zona costera. Se expresa en unidades de desviación estándar de la CP1. Categorías: LN fría ($<-0,6$), Neutro ($0,4 - -0,6$), EN cálido ($>-0,4$). Mayor información se encuentra en Quispe-Ccalluari et al. (2016).

Índices de la termoclina, oxiclina, y profundidad de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO): Como indicador de la termoclina, definida como la capa con el máximo gradiente de temperatura en la columna de agua, se utiliza a la isoterma de 15°C . Como indicador de la oxiclina costera, definida como la capa con el máximo gradiente de Oxígeno Disuelto (OD) en la columna de agua, se utiliza a la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} . La ZMO se define como los cuerpos de agua con concentraciones menores a $0,5\text{ mL L}^{-1}$ y para identificar a que profundidad se ubica, se toma en cuenta su límite superior. Las anomalías de la profundidad de la termoclina y la oxiclina se calculan a partir de la climatología con periodo base 1981-2010 desarrollada por Domínguez, et al. (2017) y Graco et al. (2020, en prensa), respectivamente.

Índices de actividad de mesoescala: Las estructuras de mesoescala se evaluaron con información de altimetría satelital para una región comprendida entre 70°W y 84°W y entre 3°S y 18°S aplicando un algoritmo híbrido de identificación (Halo et al., 2014). A partir de la identificación se calculó el número de remolinos detectados, el radio de los remolinos y la energía cinética de los remolinos.

Índices reproductivos de anchoveta: La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (Paíta, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva, fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove, y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler 1982), contándose con información desde 1986. La FD, se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresado en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG, se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990), el cual es expresado en porcentaje, con información desde 2002.

Olas de Calor Marina (OCM): Una ola de calor marina (OCM) es un evento discreto (pueden darse brechas de 1 o 2 días) y prolongado (5 a más días) de agua anómalamente cálida (superior al umbral de temperatura alta, el percentil 90 de los datos diarios históricos) en una zona puntual (Hobday et al., 2016). Se dice que ocurre una OCM sobre una región cuando al menos en alguna parte puntual de dicha región ocurre una OCM.

3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Bentos: La literatura especializada comprende, para Polychaeta: Fauchald (1977) y Hobson & Banse (1981); Mollusca: Álamo & Valdivieso (1997); Crustacea (macrocrustáceos): Chirichigno (1970), Crustacea (Amphipoda): Barnard & Karaman (1991), Jiménez (2018), entre otros.

Fitoplancton: Para la identificación taxonómica se utilizan los trabajos de Hustedt (1930), Cupp (1943), Hendey (1964), Sounia (1967), Schiller (1971), Sundström (1986), Ochoa & Gómez (1987), Hasle & Syvertsen (1996) y Steidinger & Tangen (1996).

Zooplancton e ictioplancton: Para la determinación de las especies del zooplancton se utilizan principalmente los trabajos de Santander (1967), Santander et al. (1967, 1981), Gómez (1982), Sandoval de Castillo (1997), Carrasco (1989), Aronés (1997), Boltovskoy (1981,1999), Boden (1955), Briton (1962), Veliz (1981) y Quesquén (2005, 2017), mientras que para el ictioplancton se consulta los trabajos de Einarsson & Rojas de Mendiola (1963), Guzmán & Ayón (1995), Sandoval de Castillo (1979), Santander & Sandoval de Castillo (1969, 1971, 1972,1973, 1977, 1979) y Moser (1996).

Peces: La literatura de consulta para la identificación taxonómica comprende Chirichigno & Vélez (1998), Fischer et al. (1995) volúmenes II y III de FAO y para la verificación de la distribución de las especies Chirichigno & Cornejo (2001) y la base de datos FishBase (<https://www.fishbase.de/>).

Depredadores superiores: Para la identificación de presas en la dieta de aves guaneras se utiliza la guía de identificación de García-Godos (2001), para la identificación taxonómica de aves y mamíferos marinos se revisaron las guías de identificación de Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002), Schulenberg et al. (2009), Harrison & Peterson (1991).

4. INDICADORES BIOLÓGICOS

Los indicadores biológicos se definen como aquellos organismos altamente sensibles a las condiciones del medio ambiente y que dependen de estas para su migración y cuya densidad disminuye, cuando las condiciones ecológicas han cambiado o cuando su etapa biológica ha terminado (UNESCO, 1981).

Fitoplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del fitoplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Rojas de Mendiola et al. (1981), Ochoa et al. (1985), Zuta y Guillén (1970), Antonietti et al. (1993), Ochoa & Gómez (1997) y Gutiérrez et al. (2005).

Además de acuerdo al análisis semicuantitativo del fitoplancton se utiliza la siguiente clasificación para definir la abundancia del fitoplancton de acuerdo a la cantidad de individuos por campo ocular: “Ausente” (0 cél. campo⁻¹), “Presente” (1 a 5 cél. campo⁻¹), “Escaso” (6 a 15 cél. campo⁻¹), “Abundante” (16 a 25 cél. campo⁻¹) y “Muy Abundante” (más de 25 cél. campo⁻¹).

Zooplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del zooplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Santander & Carrasco (1985), Ayon & Giron (1997), Ayón et al. (1999), Abanto (2001), Arones & Ayón (2002) y Gutiérrez et al. (2005).

Peces: Para especies indicadores de la actividad pesquera se analiza información proveniente de los Laboratorios Costeros de IMARPE, referida a las observaciones de especies atípicas de la región o el lugar. Esta información es contrastada con las distribuciones conocidas de las especies indicadas en la bibliografía especializada de Chirichigno & Cornejo (2001), Moscoso (2012) y bases de datos como FishBase. En algunas ocasiones se reportan especies de otros grupos biológicos, en esos casos se utiliza literatura especializada como la de Moscoso (2012).

Depredadores superiores. Las aves, mamíferos y tortugas marinas son indicadores del ecosistema y expresan cambios ocurridos a diferentes niveles tróficos por lo que son utilizados como indicadores indirectos en los cambios en la distribución y disponibilidad de sus presas, así como cambios en el medio marino. Para evidenciar esta información se utilizó bibliografía especializada de Murphy (1936), Jordán & Fuentes (1966), Tovar et al. (1984, 1987, 1988), Crawford (1987), Cairns (1987), Vanstreet (2011), Trigo (2011), Quiñones et al. (2010), Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981).

5. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS de las agencias internacionales: Para el pronóstico de las series de tiempo en la región Niño 3.4, el *International Research Institute for Climate and Society* en colaboración con NOAA *Climate Prediction Center* (CPC) compila mensualmente los pronósticos de 26 modelos de agencias internacionales: 18 modelos dinámicos y 8 modelos estadísticos que pronostican los valores de la serie de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 (120° E – 170° W, 5° N – 5° S) con un horizonte de pronóstico entre 4 y 9 meses de anticipación (IRI, marzo 2020). Por otro lado, para el pronóstico espacial de las anomalías de la TSM, de manera trimestral, se presentan tres de los modelos dinámicos a escala global: ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model), CFSv2 (Coupled Forecast System model de la NOAA) y NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: Con el fin de detectar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), se ejecuta un modelo oceánico de complejidad intermedia con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996), implementado en IMARPE, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). La señal de la OKE puede ser descompuesta en modos normales de oscilación que se propagan a diferentes velocidades. Los primeros dos modos (modo 1, modo 2) sumados proporcionan la mayor contribución a la anomalía del nivel del mar.

Modelos de pronóstico para el ITCP: Se emplean dos metodologías implementadas en IMARPE para pronosticar la serie de tiempo del ITCP con un horizonte de 4 meses de anticipación. Las metodologías consisten en (1) un modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el índice del APS siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), y (2) un modelo basado en las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico tropical ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000) y siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017).

Tabla II.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE		FUENTE																PERIODO		FRECUENCIA	REFERENCIA	AREA	OBSERVACIONES					
		Observaciones <i>in situ</i>								Satélite/Reanálisis						Modelos												
		Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	Boyas ARGO	Boyas TAO/TRITON	Glider	Programa Blácoras de Pesca (PBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	ESR/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS	SeaWiFS + MODIS	MODIS + VIIRS	GFS	MERCATOR Ocean	Operatividad	Climatología					
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																												
Condiciones Atmosféricas	Radiación de Onda Larga											X									1974-Actual	1981-2010	mensual	www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensso_advisory/ensodisc.html	LMOECC/AFIOF/DGIOCC	- Resolución: 2.5 °		
	Presión Atmosférica												X								1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)		- Resolución: 2,5"x2,5"		
														X								1948-Actual	1981-2010	Diario		Kalnay et al. (1996)	- Resolución: 2,5"x2,5"	
	Vientos														X							2000-Actual	2000-2014	Pentadal/mensual	Chelton et al. (2006) Bentamy et al. (2009)	LCSR/LHFM/AFIOF/DGIOCC	- Resolución: 0,25°	
																			X			1970-Actual	2000-2014	Diaria	https://pae-paha.pacioos.hawaii.edu/erddap/griddap/ncep_global.html		- Resolución: 0,5°	
	Fracción de nube																	X			2002-Actual	2002-2016	Diaria	https://atmosphere-imager.gsfc.nasa.gov/MOD06_L2/atbd.html http://www.globcolour.info/C DR_Docs/GlobCOLOUR_PUG.pdf		- Resolución: 4 km		
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																												
Condiciones Oceanográficas Físicas	Temperatura del Mar	X																			1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)	LHFM/AFIOF/DGIOCC	- Paita desde 1963 - Callao desde 1970 - Pisco desde 1976 *Las estaciones fijas se dan en el marco del PPR-068 de IMARPE. (Figura 1)		
			X																		1960-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)				
				X																	2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)				
					X																1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)				
						X															1998-Actual	1981-2010	variable					
							X														1977-Actual		Diaria	www.pmel.noaa.gov/tao/drupal/disdel/				
															X						2006-Actual	2007-2016	Diaria	Donlon et al. (2012)				
								X													Ago-2021	1981-2010	Diaria	Domínguez et al (2017)				
	Nivel del Mar																X				1993-Actual	1993-2012	Diaria	Schaeffer et al. (2016) Pujol et al. (2016)		- Resolución: 0,25° - A partir de este producto se derivan flujos geostroficados		
	Salinidad	X																			1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)		Paita desde 1963 Callao desde 1950 Pisco desde 1976		
			X																		2015-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)				
				X																	2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)				
					X																1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)				
						X															1998-Actual	1998-2010	variable					
																			X		1993-Actual	1993-2015	Diaria	Lellouche, J.-M. et al. (2013)		- Resolución: 0,083°		
								X													Ago-2021	1981-2010	Diaria	Domínguez et al (2017)				
	Corrientes Marinas		X																		1960-Actual		mensual					

						X												Ago-2021		Diaria							
Condiciones Oceanográficas biogeoquímicas y de Productividad	Oxígeno y Nutrientes		X															2015-Actual	1981-2010	mensual	Graco et al (2020, en prensa)	LHQM/AFIOQG					
				X														2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)						
					X													1960-Actual	1981-2010	variable							
							X											Ago-2021		Diaria							
	Clorofila															X			Set.1997- Actual	2000-2015	Pentadal/ mensual	Ocean Biology Processing Group (2003) Espinoza-Morriberón et al. (2017)	LMOECC/AFIOF/ DGIOCC	- Promedio mensual y pentadal de MODIS y SeaWIFS + MODIS corregido, respectivamente. - La cobertura nubosa mensual de MODIS.			
							X										Ago-2021		Diaria								
Indicadores Ecológicos y Biológico-Pesquero	Fitoplancton																					LFPP/AFIOB/ DGIOCC	- Categorías según abundancia: Muy abundante (>25 cél. campo ⁻¹) Abundante (16 a 25 cél. campo ⁻¹) Escaso (6 a 15 cél. campo ⁻¹) Presente (1 a 5 cél. campo ⁻¹) ⁻¹) Volumen mL/m ³ .				
				X														2014-Actual		Mensual							
	Zooplankton	X		X	X													2014-Actual		Mensual, bimensual y anual	Compendio de procedimientos técnicos para la investigación científica en el Imarpe, IMARPE; agosto del 2017	LZPS/AFIOB/ DGIOCC	Categorías: Biovolumen: (mL 100m³) y mL/muestra. Abundancia: Ind. 100m³, Ind. m² y presencia.				
	Floraciones Algaes Nocivas			X														2014-Actual		Quincenal	Sánchez & Delgado (2001)	LFPP/AFIOB/ DGIOCC					
	Bentos			X															1993-Actual		Mensual		LBM/AFIOB/ DGIOCC	Muestreo durante el Crucero Demersal.			
					X														1976-Actual		Anual						
	Desembarques pesqueros								X										1959-Actual		Diario/ Mensual	Bouchon et al. (1997) Bouchon et. al (2001)	AFIRNP/ AFIRTAM				
	Distribución espacial de recursos				X			X											1985-Actual		Mensual/ Semestral	Bouchon et al. (1997)	AFIRNP AFIRTAM PBP/AFDPERP	El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.			
	Capturas incidentales				X			X	X										1985-Actual								
	Biometría	Anchoveta			X			X	X										1959-Actual						Bouchon et al. (1997) Bouchon et. al (2001)		
		Jurel y Caballa				X			X	X									1980-Actual								
		Merluza				X				X										1980-Actual		Mensual/anual		DGIRD/LAFIPDBL			
	Recursos Invertebrados				X				X										1997-Actual		Mensual/anual	Arguelles et al. (2016) Espinoza et al. (2016) Sanjinez et al. (2016) Tafur et al. (2016)	DGIRD/LAFIIMM	Se realiza el crucero de pota una vez al año.			
	Indicadores reproductivos				X			X	X										1986-Actual		Mensual	Bouchón et al (2001)	LBR / AFIRNP				
Aves				X			X		X	X								1996-Actual		García – Godos (2001), Schulenberg, et al. (2009), Harrison & Peterson (1991), Crawford (1987) y Cairns (1987), Vanstreet (2011) y Trigo (2011).		ODS / AFIRNP					
Mamíferos marinos				X			X		X	X								1996-Actual		2 veces al año			Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981), Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002).				
Tortugas marinas				X			X		X	X								2011-Actual		3 veces al año	Quiñones et al. (2010)						

*Continuación de la Tabla III.1.

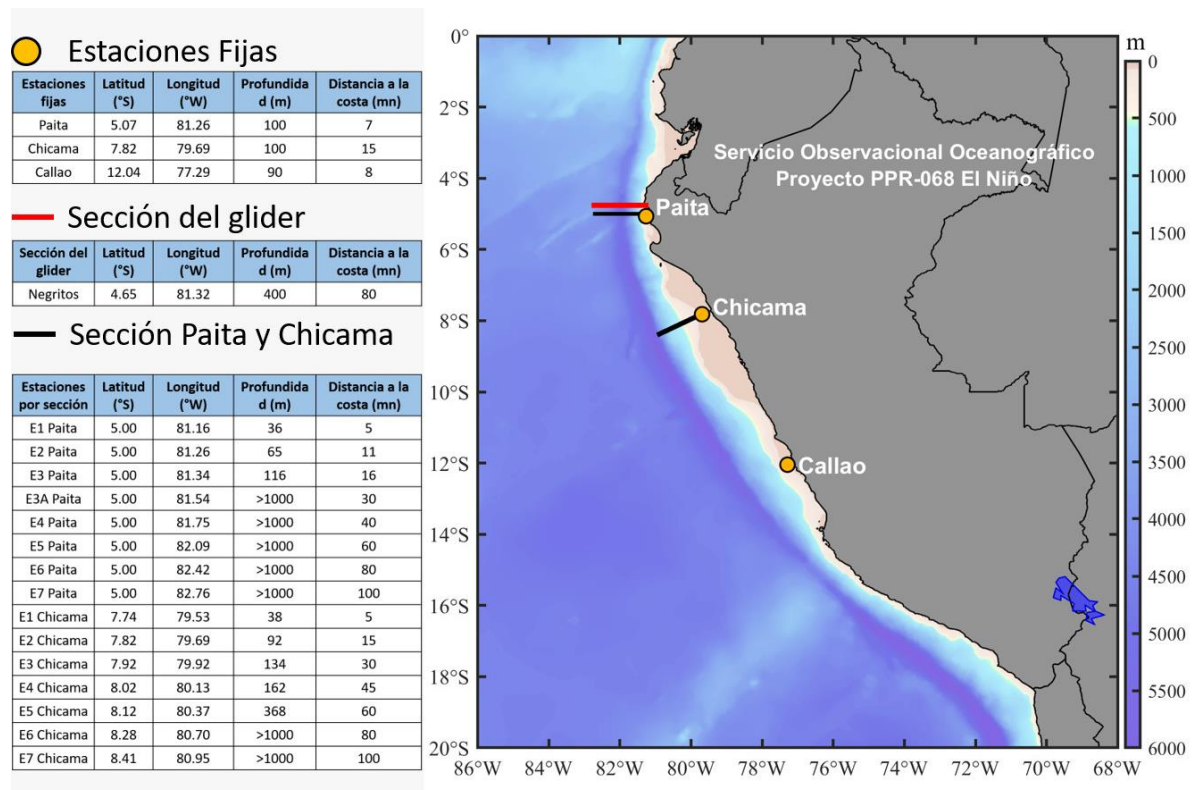


Figura II.1. Ubicación geográfica de las estaciones fijas, secciones verticales de Paita y Chicama, y sección del glider sobre la batimetría con ETOPO2.

III. RECONOCIMIENTOS

The Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHR SST) Multi-scale Ultra-high Resolution (MUR) Level 4 OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2). Ver. 2.0 data were obtained from the NASA EOSDIS Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) at the Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA (<http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ01>).

IFREMER/CERSAT. 2005. ERS-1 Level 3 Gridded Mean Wind Fields (IFREMER). Ver.1.PO.DAAC, CA, USA (<ftp://anonymous@ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/mwf-ers1>).

The Ssalto/Duacs altimeter products were produced and distributed by the Copernicus Marine and Environment Monitoring Service (CMEMS) (<http://www.marine.copernicus.eu>).

The products from the MERCATOR OCEAN system are distributed through the Marine Copernicus Service (<http://www.marine.copernicus.eu>).

IV. REFERENCIAS

- Abanto, M.R. 2001. Composición, distribución y abundancia de copépodos planctónicos marinos en la costa Norte - Centro (03°30' S - 14°00'S) frente al litoral peruano entre los años 1980 y 1989. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas Universidad de Lima.
- Alamo, V. & V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar. Perú- Callao. Volumen Extraordinario: 205 pp.
- 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. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1- 4, pp.: 8-10.
- Antonietti E., P. Villanueva, E. Delgado, & F. Chang. 1993. Dinoflagelados indicadores de El Niño 1991-92. Boletín ERFEN (N° 32-33): 20-24.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15th Edition, USA.
- Aronés, K.J. 1997. Distribución horizontal de los amphipodos (Crustacea) en el mar peruano durante el fenómeno "El Niño", verano de 1983. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Aronés, K. & Ayón, P. 2002. Effects of El Niño 1997-1998 on copepods community structure at San Jose Coastal Station (Peru). In: Salinas, S., Urban, H., Arntz, W. (Eds), Workshop impacts of El Niño and Basin scales climate changes on Ecosystems and Living Marine Resources: A comparison between the California and the Humboldt Current systems. Investigaciones Marinas, Chile, pp 104-105.
- Ayón, P. & Girón, M., 1997. Composición y distribución del zooplancton e ictioplancton frente a la costa peruana durante febrero a abril 1997. Informe del Instituto del Mar del Perú 127, 49-55.
- Ayón, P., Aronés, K. & Zarate, M., 1999. Variaciones en el comportamiento del copépodo calanoideo *Centropages brachiatus* (Dana, 1849), frente a la costa peruana durante el evento El Niño 97-98. In: Tresierra, A, Culquichicon, Z., (Eds), VIII Congreso Latinoamericano sobre ciencias del Mar. 1999, Trujillo-Perú, pp 730-731.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North América, 1967-73. U.S. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRS-693: 113p.
- Barnard, J. & L. Karaman, G. S. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 1. Records of the Australian Museum, Supplement. 13 (1): 1-417.
- Bentamy, A., D. Croize-Fillon, P. Queffeulou, C. Liu y H. Roquet (2009), Evaluation of high-resolution surface wind products at global and regional scales, J. Ocean. Operational, 2 (2), 15-27.
- Boden B.P, Johnson M.W & Brinton E. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, La Jolla, Vol. 6, N° 8. pp. 282-394.
- Boletín Semanal Oceanográfico y Biológico-Pesquero [en línea]. Callao, Instituto del Mar del Perú. Año 7, N°47, 25 de noviembre de 2022
http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0178020400000000000000.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Argentina.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. 2:869-1706.
- Bouchon M., Ñiquen M., Arias Shreiber M., Bello R. 1997. Manual de Operaciones del Proyecto Bitácoras de Pesca. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 74: 44 p.
- Bouchon M, Ñiquen M, Mori J, Echevarría A, Cahuín S. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Inf. Prog. Inst. Mar Perú – Callao. 157: 38pp.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 8 (2): 51-270.
- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. & Roque, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on

the reproductive process of pelagic and demersal fishes. Boletín Instituto del Mar Perú, 38: 373-384.

- Cairns, D. 1987. Seabird as indicators of marine food supplies. Biological oceanography. 5: 261-271
- Carrasco S. 1989. Anfípodos planctónicos del área comprendida entre Paita y norte de Chimbote. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Castillo, R.; Gutierrez, M.; Peralta, S.; Ganoza, F. 2009. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos peruanos en primavera 2003. Inf. Inst. Mar Perú. Vol. 36, Números 1-2. p: 45-51.
- Chelton D.B., M.H. Freilich, J.M. Sienkiewicz & J.M. Von Ahn. 2006. On the use of QuikSCAT scatterometer measurements of surface winds for marine weather prediction. Monthly Weather Review. 134 (8): 2055–2071.
- Chirichigno, N. 1970. Lista de crustáceos del Perú. Boletín IMARPE, Lima, Perú. 70 pp.
- Chirichigno N. & Vélez J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Publicación Especial, Callao, 500 p.
- Chirichigno N. & Cornejo R.M. 2001. Catálogo Comentado de los peces marinos del Perú. Publicación Especial Inf. Inst. Mar Perú. 314 pp.
- Crawford, R.J.M. 1987. Food and population variability in five regions supporting large stocks of anchovy, sardine and herring mackerel. En: Payne, A.I.L., Gulland, J.A., Brink, K.H. (Eds). The Benguela and comparable ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci. 5:735 -757.
- Cupp E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps it. Oceangr. 5: 1-237.
- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 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., 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Dioses T. 1995. Análisis de la distribución y abundancia de los recursos jurel y caballa frente a la costa peruana. Inst. Mar Perú. Inf. Progresivo 3. pp. 55.
- Dioses T. 2013. Patrones de distribución y abundancia del jurel *Trachurus murphyi* en el Perú. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Perú. Rev. peru. biol. número especial 20(1): 067- 074 (Septiembre 2013).
- Domínguez N. et al. 2017. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981-2010. Informe IMARPE 44(1), pag. 5-13.
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. Remote Sen. Env., 116, 140-158.
- Einarsson, H. & B. Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar. 1(1):1-23.
- Elliott W., Paredes F., Bustamante M. (1995). Biología y Pesquería de tiburones de las Islas Lobos, Perú. Inf. Prog. Inst. Mar Perú (N°16).
- ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa peruana. Nota Técnica ENFEN, 9 abril 2012, 3 pp.
- ENFEN, Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño", 2024. Informe Técnico ENFEN. Año 10, N°01, 10 enero de 2024, 63 p. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5678571/5040520-informe-tecnico-enfen-12-enero_2024.pdf?v=1705107663
- Espinoza-Morriberon D., Echevin V., Colas F., Tam J., Ledesma J., Graco M., Vásquez L. 2017. Impact of the El Niño event on the productivity of the Peruvian Coastal Upwelling System. Journal Geophysical Research Oceans, 122 (7): 5423–5444, doi:10.1002/2016JC012439
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA), Science Series. 28:1-188.

- Fischer W., F. Krupp, W. Scheneider, et al. (eds.). 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Roma, FAO. Volumen II y III. 1199p.
- Folkens, P. & Reeves, R. 2002. Guide to marine mammals of the world. National Audubon Society, New York.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. (eds) 2020. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 08 julio 2020.
- García- Godos, A. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú 20 (1-2). 83 pp.
- Gómez, O. 1972. Contribución al conocimiento de los copépodos de la costa peruana. Tesis de licenciatura, Facultad de biología. UNMSM. Perú.
- Graco M., Anculle, T., Chaigneau A., Ledesma J., Flores G., Morón, O., Monetti F. & D. Gutiérrez. 2020. Variabilidad espacial y temporal del oxígeno disuelto y de la ZMO en el sistema de afloramiento frente a Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen Especial. En prensa.
- Grupo Trabajo Institucional El Niño (GTI-EN). 2021. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras febrero 2021. [en línea]. Callao, Instituto del mar del Perú. Julio 2021.
- Gushchina D., Dewitte B., Petrossiants M. A. 2000. A coupled ocean-atmosphere model of tropical Pacific: The forecast of the 1997-1998 El Niño Southern Oscillation. Izvestiya atmospheric and oceanic physics. 36(5): 533-554.
- Gutiérrez D., K. Aronés, F. Chang, L. Quipúzcoa & P. Villanueva .2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitoplancton, mesozooplankton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Bol. Instituto Mar del Perú-Callao, Vol. 22 / N°. 1 y 2.
- Guzmán, S. & P. Ayón. 1995. Larvas de peces del área norte del mar peruano. Inf. Inst. Mar Perú. 109:1-48.
- Halo, I., B. Backeberg, P. Penven, I. Ansorge, C. Reason & J. E. Ullgren. 2014. Eddy properties in the Mozambique Channel: A comparison between observations and two numerical ocean circulation models, Deep Sea Res., Part II, 100, 38– 53, doi:[10.1016/j.dsr2.2013.10.015](https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.10.015).
- Harrison, P. & Peterson, R. 1991. Seabirds: An Identification Guide: A Complete Guide to the Seabirds of the World. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Hasle G. & Syvertsen E. E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383pp.
- Hendey, N.I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fishery Investigations, Series 4. Her Majesty's Stationery Office, London, 317 pp.
- Hobday, A.J., Alexander, L.V., Perkins, S.E., Smale, D.A., Straub, S.C., Oliver, E.C.J., Benthuyssen, J.A., Burrows, M.T., Donat, M.G., Feng, M., Holbrook, N.J., Moore, P.J., Scannell, H.A., Sen Gupta, A., Wernberg, T., 2016. A hierarchical approach to defining marine heatwaves. Prog. Oceanogr. 141, 227–238.
- Hobson, K.D. & Banse, K. 1981. Sedentary and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 209, 1– 144.
- Holthuis, L.B. 1991. FAO species catalogue. Vol. 13. Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 13. Rome, FAO. 292 p.
- Hustedt F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.

- Illig S, Dewitte B, Ayoub N, duPenhoat Y, Reverdin G, De Mey P, Bonjean F, Lagerloef G S E. 2004. Interannual long equatorial waves in the Tropical Atlantic from a high resolution OGCM experiment in 1981-2000, J. Geophys. Res. 109 (C2): C02022.
- Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico-Pesqueras. [en línea]. Instituto del Mar del Perú (ICOBP). 2021.
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1923492/Informe_GTI_febrero_2021.pdf]
- Jhancke J. & L. Paz-Soldán. 1998. Biología reproductiva de las aves guaneras y sus relaciones con la disponibilidad de anchoveta. Boletín de IMARPE. Vol. 17 (1 y 2): 55 – 66.
- Jiménez A., R. Marquina & L. Quipúzcoa. 2018. Anfípodos bentónicos Amphilochidea y Senticaudata) en el centro norte de la plataforma continental del Perú. Revista peruana de biología 25(4): 371 – 406. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15531>
- Jordán, R. & Fuentes, H. 1966. Las poblaciones de aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú 10: 1- 31.
- 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, & D. Joseph. 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévilhon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, Ocean Sci., 9, 57-81.
- Moscoso, V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú 27(1-2), 2012, 209 p.
- Moser, H. 1996. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Atlas N°33: 1505 pp.
- Matellini B, Tam J, Quispe C. 2007. Modelo empírico para previsión de la temperatura superficial del mar peruano. Rev. peru. biol. 14: 101-108.
- Majluf, P. & Trillmich, F. 1981. Distribution and abundance of sea lions (*Otaria byronia*) and fur seal (*Arctocephalus australis*) in Peru. *Saugetierkunde* 46, 384 – 393.
- Murphy, RC. 1936. Oceanic bird of South America. America Museum of Natural History. New York. 1245 pp.
- Ñiquen M., Bouchon M., Cahuin., Díaz E. (2000). Pesquería de anchoveta en el mar peruano. 1950-1999. Bol.Inst. Mar Perú: 117-123.
- Ocean Biology Processing Group. 2003. MODIS Aqua Level 3 Global Daily Mapped 4 km Chlorophyll a. Ver. 6. PO. DAAC, CA, USA. Dataset accessed [20YY-MM-DD].
- Ochoa, N., B. Rojas de Mendiola & O. Gómez. 1985. Identificación del fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos. In *El Niño, su impacto en la Fauna Marina*. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. extraordinario.
- Ochoa N. & Gómez O. 1987. Dinoflagellates as indicators of water masses during El Niño, 1982-1983. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 92, N° C13, 14,355-14,367 pp.
- Ochoa N. & O. Gómez. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, vol. 16, n.º 2, pp. 1 – 60.
- Pond, S. & Pickard, G.L. 1983. *Introductory dynamical oceanography*. 2nd Edition, Pergamon Press, Oxford.
- Pujol, M.-I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., & Picot, N. 2016. DUACS DT2014: the new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years, *Ocean Sci.*, 12, 1067-1090, doi:10.5194/os-12-1067-2016.
- Quesquén, R. 2005. Moluscos holoplanctónicos heteropoda y pteropoda colectados en noviembre y diciembre de 1996 en el mar peruano. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Quesquén, R. 2017. Moluscos gasterópodos holoplanctónicos en el mar peruano recolectados entre 1994 y 2005. *Boletín IMARPE*: 32(2).

- Quispe, J. & L. Vásquez, 2015. 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.
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. Inf Int. Mar Perú, 44(1): 28-34.
- Quispe-Ccalluari, C., J. Tam, H. Demarcq, A. Chamorro, D. Espinoza-Morriberón, C. Romero, N. Dominguez, J. Ramos y R. Oliveros-Ramos. 2018: An index of coastal thermal effects of El Niño Southern Oscillation on the Peruvian Upwelling Ecosystem. Int. J. Climatol.:1-11. <https://doi.org/10.1002/joc.5493>.
- Quiñones, J., González Carman, V., Zeballos, J., Purca, S., y Mianza, H. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging ground. Hydrobiología, 645(1), 69 -79.
- Quiñones J, 2018. Los Niños, Los Viejos, Las Medusas y su interacción con las pesquerías en el ecosistema norte de la Corriente de Humboldt, análisis de la medusa Scyphozoa *Chrysaora plocamia*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Tesis de Doctorado. 208 pp.
- Reyes J.C. 2009. Ballenas, delfines y otros cetáceos del Perú. Una Fuente de Información. Squema-Ediciones. Lima. 159 pp.
- Reynolds, R. W., T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, & M. G. Schlax, 2007: Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. Journal of Climate, 20, 5473–5496, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00293.1>
- Rojas de Mendiola B., Ochoa N. & Gómez O. 1981. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua – Fenómeno El Niño 1972. Mem. Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton. Instituto del Mar del Perú-UNESCO:54-73 p.
- Samamé M. 1993. Algunos aspectos de la biología y pesquería del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* de la costa norte del Perú. Pag. 261-272. En: E. Castillo de Marrueda (Ed.) Memoria X CONABIO, 02-07 agosto 1992. Lima-Perú.
- Sánchez S. & E. Delgado. 2001. Programa de Monitoreo de Fitoplancton Potencialmente Tóxico en los bancos naturales y zonas de cultivo de mariscos de importancia económica de la costa peruana. V Taller de Floración de Algas Nocivas (FAN). Uruguay 15-18 octubre del 2001.
- Sandoval de Castillo, O. 1979. Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Inf. Inst. Mar Perú-Callao N° 63: 61 p.
- Santander, H. 1967. Los euphausíidos en la zona de Callao-Chimbote y la composición general del zooplancton en agosto de 1961. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, UNMSM. Perú.
- Santander, H. & Carrasco, S. 1985. Cambios en el zooplancton durante El Niño 1982-1983 en el área de Chimbote. In: Aguilar AET (ed) I Congreso Nacional de Biología Pesquera, Trujillo, 201-206 pp.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1969. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Merluccius gayi* (guichenot) en la costa peruana. Bol. Inst.Mar Peru-Callao. 2 (3):80-126.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1971. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en la costa peruana. Inst.Mar Peru-Callao. 36:23p.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1972. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de caballa, *Scomber japonicus peruanus* (Jordan y Hubbs) en la costa peruana. Inf. Esp. Inst. Mar Perú-Callao. N° 103:1-10.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1973. Estudios sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. Inf. Inst. Mar Perú. Callao 41:1-3.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1977. Variaciones en la intensidad del desove de la sardina, *Sardinops sagax sagax* (J) en la costa peruana en los años 1966-1973. Bol. Inst. Mar Perú. 3(3): 73-94.

- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1979. El ictioplancton de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú. 4(3): 69-112.
- Santander H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M. & Sandoval, O. 1981. Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: Área Pisco-San Juan. Boletín Instituto del Mar del Perú. 6:1-75.
- Schaeffer P., I. Pujol, Y. Faugere, A. Guillot, N. Picot. 2016. The CNES CLS 2015 Global Mean Sea surface. Presentation OSTST 2016, http://meetings.aviso.altimetry.fr/fileadmin/user_upload/tx_ausyclsseminar/files/GEO_03_Pres_OSTST2016_MSS_CNES_CLS2015_V1_16h55.pdf(last access 2017/01/10)
- Schiller J. 1971. Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung.1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London: 617 pp.
- Schneider, W., Fuenzalida, R., Rodríguez-Rubio, E., Garcés-Vargas, J., Bravo, L., 2003. Characteristics and formation of eastern South Pacific Intermediate Water. Geophys. Res. Lett. 30 (11), 1581. <http://dx.doi.org/10.1029/2003GL017086>.
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'neil, J. & Parker, T. 2009. Aves del Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Lima, Perú.
- Sournia A. 1967. Le genre Ceratium (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-A): 375-580 pp.
- Steidinger K. & Tangen K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570pp.
- Sundström B. 1986. The marine diatom genus Rhizosolenia. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- Tomas C. 1993. Marine Phytoplankton: A guide to naked flagellates and coccolithophorids. Academic Press, Inc. California-USA; Balech, 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental.
- Tovar S. H & N. Galarza. 1984. Cambios en el régimen alimentario del Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii* (Lesson)). Boletín de Lima, no. 35: 85-91.
- Tovar, S.H., V. Guillén & M.E. Nakama. 1987. Monthly population size of three guano bird species off Peru, 1953 to 1982. In The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change (Daniel Pauly and Isabel Tsukayama, Eds.), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. ICLARM Studies and Reviews, 15: 208-218.
- Tovar, S.H., D. Cabrera & V. Guillén. 1988. Predación de Piquero (*Sula variegata*: Aves Sulidae) sobre peces en el litoral peruano. In Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano (Horst Salzwedel and Antonio Landa, Eds.). Boletín Instituto del Mar del Perú [Callao], Volúmen Extraordinario, pp. 329-333.
- Trenberth, K. 1997. The Definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, 78 (12): 2771 – 2777.
- Trigo, F. 2011. Patología sistémica veterinaria. 5ta edición. México D.F. México. 99-101pp.
- Trites, A. 1997. The role of pinnipeds in the ecosystem. Pinniped population, Eastern north Pacific: status, tren and issues. Stone. Goebles y Webster (Eds): 31 – 39. A symposium of the 127th Annual Meeting of the American Fisheries Society. Boston.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacifico Oriental. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Informe final del Seminario-Taller realizado en el Instituto del Mar del Peru, Callao 11.
- Vanstreet, R.E., Adornes, A.C., Cabana, A.L., Neymeyer, C., Kolesnikovas, CKM., Dantas, G.P.M., Araujo, J., Catão-Dias, J.L., Gronch, K.R., Silva, L.A., Reisfeld, R.C., Bradaõ, M.L., Xavier, M.O., Viera, O.A.G., Serafini, P.P., Baldassin, P., Canabarro, P.L., Hurtado, R.F., Silva-Fiho, R.P., Campos, S.D.E., Ruoppolo, V. 2011. Manual de campo para a colheita e armazenamento de informações e amostras biológicas provenientes de

pinguins de Magalhães (*Spheniscus megallenicus*). São Paulo Brasil. Centro de Pesquisa e Conservação de aves silvestres. 62 p.

- Vargas N. & J. Mendo. 2010. Relación entre la distribución espacial de la merluza peruana (*Merlucius gayi peruanus* Ginsburg) y la extensión sur de la Corriente de Cromwell. Inf. Inst Mar Perú 37(3-4): 85-94.
- Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Véliz, M. 1981. Sifonóforos como posibles indicadores biológicos. En: Memorias del Seminario sobre indicadores planctónicos del plancton. IMARPE. Callao-Perú, 8-11 setiembre 1980. UNESCO. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Montevideo-Uruguay.
- Wolter, K., and M.S. Timlin, 1993: Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.
- Zuta, S. & O.G. Guillén. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú (2): 157-324.