

**COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL  
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO “EL NIÑO”**



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**AÑO 11 N° 03**

**27 FEBRERO DE 2025**

## Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

**Producto:** Estudios para la estimación del riesgo de desastres

**Modelo Operacional:** Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño

**Autor:** Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN)

### Conformación de la Comisión Multisectorial

**Presidente:**

Calm. (r) Jorge Manuel Paz Acosta  
Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

**Vice-Presidente:**

Dra. Raquel Hilianova Soto Torres  
Presidenta Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Calm. Jorge Vizcarra Figueroa  
Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache  
Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

General Brigada Juan Carlos Urcariegui Reyes  
Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Ing. José Genaro Musayón Ayala  
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General Rolando Gustavo Capucho Cárdenas  
Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

### Grupo de Trabajo Científico-Técnico

**COORDINACIÓN:** Dimitri Gutiérrez (IMARPE)

**IMARPE:** Dimitri Gutiérrez, Marilú Bouchon, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Tony Anculle, Dante Espinoza, Cecilia Peña

**SENAMHI:** Grinia Ávalos, Javier Chiong, Katherine Calixto, Yury Escajadillo, Nelson Quispe, Lourdes Menis, Glicerio Canchari

**DIHIDRONAV:** Rina Gabriel, Roberto Chauca, Renzo Adrianzen, Alfredo Alvarado.

**IGP:** Kobi Mosquera y Jorge Reupo

**ANA:** Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

**INDECI:** Jackie Rojas

**CENEPRED:** Ena Jaimes y Neil Alata

**Año:**11

**Redacción del informe:** Grupo de Trabajo Científico-Técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN

**Edición y Producción:** Luis Pizarro (Secretaría Técnica del ENFEN)

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente. Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), 2025.

Informe Técnico ENFEN. Año 11, N° 03, 27 febrero de 2025, 80 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.imarpe.gob.pe> así como en las páginas web de las instituciones que conforman la Comisión Multisectorial. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: [st\\_enfen@IMARPE.gob.pe](mailto:st_enfen@IMARPE.gob.pe).

Fecha de Publicación: 28 de febrero de 2025



# **Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 27 de febrero 2025**

# Índice

<u>I.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>II.</u>	<u>MÉTODOS</u>	5
2.1.	<u>Variables</u>	5
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	6
2.2.	<u>Índices</u>	6
	<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	6
	<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	7
	<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	7
2.3.	<u>Modelos y Pronósticos</u>	7
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	7
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	8
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III.</u>	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 27 DE FEBRERO DE 2025</u>	10
3.1.	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
3.2.	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	12
3.3.	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	15
3.4.	<u>Condiciones hidrológicas</u>	16
<u>IV.</u>	<u>PERSPECTIVAS</u>	17
<u>V.</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	20
<u>VI.</u>	<u>TABLAS Y FIGURAS</u>	21
<u>VI.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	77

## **I. INTRODUCCIÓN**

Existen registros que El Niño-Oscilación Sur (ENOS) en su fase cálida y fría, El Niño y La Niña respectivamente, tienen distintos efectos en el sistema tierra, con más repercusión e intensidad en determinadas zonas del mundo (tele conexiones). En el caso de Perú, en El Niño y también en el contexto de El Niño costero, las condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano austral, generan lluvias intensas, causando impactos en los sectores socioeconómicos.

En tal contexto, la Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y las predicciones del desarrollo de El Niño y La Niña en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, haciendo énfasis frente a la costa de Perú. Asimismo, realiza el análisis del monitoreo de los impactos en el ecosistema marino, reportando los indicadores de fertilidad y productividad de algunos recursos hidrobiológicos del mar peruano, la respuesta de los principales recursos y de la actividad pesquera. Además, el ENFEN hace un seguimiento constante del impacto hidrológico, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, esta comisión formula la previsión de los principales indicadores asociados al ENOS, con énfasis en el fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

En este aspecto, el Informe Técnico ENFEN se elabora a partir del análisis colegiado del grupo técnico científico de la Comisión Multisectorial, considerando los informes mensuales de cada entidad integrante de esta comisión que participa en el monitoreo y pronóstico de las condiciones océano-atmosféricas, así como de sus manifestaciones e impactos en el mar peruano y en el territorio nacional.

## **II. MÉTODOS**

### **2.1 Variables**

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas y biológicas-pesqueras. En el Anexo 1 se detallan las variables monitoreadas y presentadas en este informe, por el grupo de trabajo científico-técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN, indicando la fuente de la información (*in situ*, satelital, reanálisis, modelos), la institución responsable del procesamiento de los datos, así como precisiones u observaciones respecto a la metodología.

## **Temperatura Superficial del Mar (TSM)**

Para el océano global, el producto de TSM del *Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis* (OSTIA) proporciona mapas diarios con resolución horizontal de  $0,05^\circ \times 0,05^\circ$  ( $1/20^\circ$ ), utilizando datos *in situ* y satelitales de radiómetros infrarrojos y microondas. Las anomalías de TSM se calculan en base a la climatología de Pathfinder, a una resolución horizontal de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  ( $1/4^\circ$ ).

Como parte del procedimiento de análisis, se realiza una estimación del sesgo en cada uno de los sensores de satélite contribuyentes. Esto se realiza calculando emparejamientos entre cada sensor de satélite y un conjunto de datos de referencia (actualmente compuesto por los datos *in situ* y un subconjunto de los datos de satélite MetOp AVHRR). Estas diferencias se introducen luego en un procedimiento de Interpolación óptima para producir campos de polarización cuadrículados en cada sensor. OSTIA utiliza datos satelitales proporcionados por el proyecto GHRSSST junto con observaciones *in situ*, para determinar la TSM. Para mayor información: <http://ghrsst-pp.metoffice.gov.uk/ostia-website/index.html>

Otra fuente relevante para el monitoreo de la TSM es el *Extended Reconstructed Sea Surface Temperature* (ERSST), es un conjunto de datos de la TSM derivado de *International Comprehensive Ocean–Atmosphere Dataset* (ICOADS) con información desde 1854 hasta la actualidad. La versión más reciente de ERSST, versión 5(v5), con una resolución horizontal de  $2^\circ \times 2^\circ$ , incorpora información la TSM proveniente de los flotadores Argo, la concentración de hielo Hadley Centre Ice-SST versión 2 (HadISST2) y los datos recientes desde ICOADS. Para más información: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ersst.v5.html>

En el presente informe se toma en cuenta la TSM del producto ERSSTv5, OSTIA a  $1/20^\circ$ , así como las anomalías de la TSM a  $1/4^\circ$ .

## **2.2 Índices**

### **Índice Costero El Niño (ICEN)**

Es calculado a partir de la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la TSM en la región Niño 1+2 en base a los datos de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v5 (Huang et al., 2017). Para estimar estas anomalías y el ICEN en el periodo histórico se utiliza la metodología empleada por la NOAA para el cálculo del ONI, es decir se calculan las climatologías cada 5 años: siendo la primera, la del periodo 1931 a 1960; la siguiente, la del periodo 1936 a 1965 y así sucesivamente hasta el periodo actual que va de 1991 a 2020.

Para caracterizar cada condición mensual se han establecido categorías en base al valor del ICEN y el percentil que corresponda respecto al periodo base 1950 a 2023. Se identifican: La categoría "Condiciones Cálidas" la cual incluye las magnitudes de "Débil" ( $>P75$  y  $\leq P90$ ), "Moderada" ( $>P90$  y  $\leq P95$ ), "Fuerte" ( $>P95$  y  $\leq P99$ ) y "Extraordinaria" ( $>P99$ ); y, La categoría de "Condiciones Frías" que incluye las magnitudes de "Débil" ( $\geq P10$  y  $< P25$ ), "Moderada" ( $\geq P4$  y  $< P10$ ), y "Fuerte" ( $< P4$ ). Por otro lado, para la estimación en tiempo real del ICEN se utiliza un valor aproximado, al cual se le denomina ICENtmp. Este se calcula incluyendo los valores mensuales observados de las anomalías de la TSM (ERSST.v5) y reemplazando los datos mensuales faltantes con los pronósticos del ensamble de modelos North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) (ENFEN, 2024).

### **Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)**

El ONI es una medida de El Niño-Oscilación del Sur que es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de temperatura superficial del mar (ERSST.v5) en la región del Niño 3.4 ( $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}$ - $170^{\circ}\text{W}$ ), basado en períodos base centrados de 30 años actualizados cada 5 años.

### **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, expresada en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (Helrich, 1990), el cual es expresado en porcentaje con información desde 2002.

## **2.3 Modelos y Pronósticos**

### **Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)**

El modelo representa la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se simula con dos tipos de termoclina, constante y variable. Para el diagnóstico, el modelo es forzado con esfuerzo de viento del reanalysis NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y vientos observados remotamente de ASCAT (Bentamy et al., 2008), estos últimos obtenidos de <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Daily/>.

Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico, el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) promedio de los últimos 30 días de la anomalía del esfuerzo de viento (Mosquera, 2009, 2014; Mosquera et al., 2010).

### **Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia**

El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con anomalías de vientos del *reanalysis* NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004), Dewitte et al. (2002) y Quispe et al. (2017).

El análisis de la OKE se realiza con los modos baroclínicos modo 1 y modo 2, los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, para una mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

### **Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)**

Este modelo, al igual que los anteriores, se utiliza para simular principalmente el desarrollo de las ondas Kelvin en el Pacífico ecuatorial y frente a la costa peruana. Para esto, siguiendo la metodología de Dewitte et al. (1999) se obtienen los coeficientes de proyección y velocidades características de cada modo baroclínico del reanálisis de SODA (Carton & Giese, 2008) y GODAS (Behringer & Xue, 2003). El MOMM es forzado con: 1) vientos del *reanalysis* atmosférico de NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y 2) vientos del *scatterometer* ASCAT (Bentamy et al., 2008). Para más detalles del modelo se puede ver Urbina & Mosquera Vásquez (2020).

### **Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de El Niño en el Pacífico oriental fuerte (IGP-UHM AI model v1.0)**

El modelo IGP-UHM AI (Rivera et al., 2023) es una Red Neuronal Convolutiva (CNN, por sus siglas en inglés) cuya arquitectura tiene un diseño interno similar al de la CNN para la predicción del índice Niño 3.4 (Ham et al., 2019; Ham et al., 2021). La información de entrada está compuesta de 4 campos de anomalía (temperatura superficial del mar, nivel medio del mar, velocidad zonal y meridional a 10 metros de altura) por tres meses consecutivos que se sabe que son precursores de eventos de El Niño. Estas variables se transforman para tener varianzas unitarias, de modo que el núcleo de convolución pueda entrenarse ignorando las escalas de datos.

La salida del modelo consiste en la predicción del índice E y C con un horizonte temporal de 12 meses, así como el mes de entrada en términos de armónicos (seno, coseno), lo que obliga al modelo a aprender la estacionalidad. Por último, el modelo también emite una clasificación para determinar si las condiciones iniciales de entrada pueden contribuir a la ocurrencia de un evento de El Niño fuerte en el Pacífico oriental en enero del siguiente año.

### **Modelos Climáticos de Agencias Internacionales**

Los resultados de estos modelos numéricos se utilizan como insumo para el análisis de la perspectiva de mediano y largo plazo (8 meses). En este caso particular se utiliza la información del conjunto de modelos denominado North American Multi-Model Ensemble (NMME) (Kirtman et al., 2014).

### **Pronóstico de C3S multi-sistemas**

La metodología para los gráficos combinados de sistemas múltiples se basa en dos aspectos: las anomalías medias del ensamble y las probabilidades. Las anomalías medias se calculan y ajustan con respecto a la climatología de cada modelo, re-escalando para igualar la varianza entre los modelos según un período de referencia común. Las probabilidades se calculan comparando la densidad de probabilidad del pronóstico con la del clima del modelo. Desde noviembre de 2018, el período de referencia común para todos los modelos es 1993-2016, y cada centro participante en el sistema multi-modelo C3S contribuye con igual peso, garantizando una representación equilibrada en los pronósticos [https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s\\_seasonal/](https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal/).

### **Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto**

El cuadro de probabilidades es el resultado del análisis conjunto de la información generada por las propias observaciones del ENFEN, así como la información basada en los Modelos Climáticos Globales (MCG) e información de diversos centros de investigación y agencias internacionales. Debido a las limitaciones comunes de estos modelos, se acude a la interpretación y el conocimiento experto de los científicos de esta comisión multisectorial, quienes además de evaluar los resultados de los MCG aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten inferir escenarios de pronóstico, que son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de distintas categorías de las condiciones oceanográficas (frías a cálidas) en las regiones Niño 3.4<sup>1</sup> y Niño 1+2<sup>2</sup> basadas en el ONI y el ICEN, respectivamente y aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2024).

---

<sup>1</sup> Null J. El Niño and La Niña Years and Intensities. [(accedido el 2 junio 2021)]; Disponible en línea: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

<sup>2</sup> ENFEN. 2024. Definición Operacional de los Eventos El Niño Costero y La Niña Costera en el Perú. Nota Técnica ENFEN 01 2024. 07 pp.

### III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 27 DE FEBRERO DE 2025

#### 3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Entre la segunda y cuarta semanas de febrero 2025, las anomalías positivas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) ampliaron su extensión y magnitud en el Pacífico ecuatorial oriental, con alcance hasta 140°W. Por otro lado, continuaron las anomalías negativas en las regiones central y occidental, aunque con menor extensión (Figura 1 y Tabla 1). Según los datos del OISST, las anomalías en la tercera semana de febrero alcanzaron -0,3 °C en la región Niño 3.4 y +1.0 en la región Niño 1+2 (Tabla 2).

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) y el valor del ONI de diciembre de 2024 se encontraron dentro del rango de la categoría Neutra y de las condiciones frías débiles, respectivamente. Los valores actualizados del ICEN temporal (ICEN-tmp) y del ONI temporal (ONItmp) de enero de 2025 se mantienen dentro de los mismos rangos, respectivamente (Tabla 3).

En el Pacífico Ecuatorial, continuaron registrándose anomalías positivas de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico oriental, alcanzando los 140°W. En la anomalía del nivel del mar se detectó el arribo de la onda Kelvin cálida en la región oriental, la cual había sido generada por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico occidental en enero. Además, se continúa observando la señal de una onda de Kelvin fría en el nivel del mar y en la termoclina del Pacífico central, generada por anomalías de esfuerzo de viento del este entre la segunda semana de enero y la primera quincena de febrero. Sin embargo, esta onda ha perdido intensidad en su propagación hacia el Pacífico oriental (Figuras 2 a 5).

La presencia de anomalías de presión positivas en el Pacífico occidental y parte del Pacífico central, con valores de +1 hPa (120°E - 180°, Figura 6 d), favoreció condiciones subsidentes en dichas regiones (Figura 6 c). Por el contrario, en el Pacífico oriental y la región costera de Perú se presentaron anomalías negativas de presión, asociados a patrones más convectivos en la Celda de Walker, las cuales sumados al calentamiento costero que se viene dando desde febrero 2025 favorecieron superávits de precipitación en la vertiente occidental del Perú y parte de la oriental (Figuras 6 c, 6 d, 11 y 12).

En promedio, al 26 de febrero, respecto a los vientos en niveles bajos (850 hPa), en el Pacífico ecuatorial occidental y parte del central se observaron anomalías de vientos del este (150°E - 160°E y 5°N -10°S), lo que probablemente haya influenciado en una persistencia de las anomalías negativas de TSM de las regiones descritas; sin embargo, estas vienen debilitándose y confinándose hacia el Pacífico Occidental (Figura 6 b).

Por otro lado, en niveles altos (200 hPa) se reportaron anomalías de vientos del oeste, posicionadas en Colombia, Ecuador y el norte de Perú entre  $10^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S} - 90^{\circ} - 70^{\circ}\text{W}$  que probablemente hayan estado limitando la advección de humedad hacia la Amazonía Peruana (Figura 6 a).

En la primera semana del mes, se presentaban anomalías de vientos del este en el Pacífico occidental y parte del central, ( $180^{\circ} - 140^{\circ}\text{E}$ , aprox. de  $-1$  a  $-4 \text{ m s}^{-1}$ ), para luego tender a desaparecer, favoreciendo el incremento de las anomalías de TSM en el Pacífico Central con una tendencia hacia las condiciones neutras (Figura 7 a). Por su parte, en el Pacífico oriental, desde la segunda semana de febrero se han fortalecido las anomalías de vientos del oeste, propiciando el aumento de la TSM, tanto en la región Niño 1+2 como en la costa peruana e indirectamente, a mayores superávits de lluvias en la vertiente occidental (Figuras 7 a, 11 y 12). Desde la línea de pronóstico, entre fines de febrero a mediados de marzo 2025, se espera un nuevo pulso de anomalías de vientos del este, pero confinadas más hacia el Pacífico occidental ( $180^{\circ} - 140^{\circ}\text{E}$ , aprox. de  $-1$  a  $-4 \text{ m s}^{-1}$ , Figura 7 a) lo que propiciaría la persistencia de las anomalías de TSM negativas en el Pacífico central, pero probablemente dentro de la categoría neutra. Respecto al Pacífico oriental, las anomalías de vientos del oeste persistirían hasta mediados de marzo (Figura 7 a), lo que podría contribuir a mantener el calentamiento del mar frente a la costa del Perú.

Respecto a la velocidad potencial en la región ecuatorial ( $5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ ), durante las dos primeras semanas de febrero, se propagó la fase divergente en altura (200 hPa) desde el Océano Índico y el continente de Oceanía hacia la zona ecuatorial de Sudamérica y norte del Perú, favoreciendo la convección, desarrollo vertical de nubes y en consecuencia lluvias, lo que se reflejó principalmente en parte de la costa, sierra y selva norte del Perú con anomalías mayormente de  $+30\%$  a  $+400\%$  en los primeros 20 días de febrero (Figuras 7 b y 11). Desde la línea de pronóstico, entre fines de febrero a mediados de marzo 2025 seguirá persistiendo la fase divergente en el Pacífico oriental, que favorecerá la convección y los superávits de lluvias en la región norte del Perú (Figura 7 b).

Respecto a la presión al nivel del mar a escala regional, en la primera semana de febrero, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) migró hacia el oeste de su posición climática (centrado en  $35^{\circ}\text{S} - 110^{\circ}\text{W}$ ) lo que favoreció un debilitamiento de los vientos alisios del sudeste (Figuras 8 a 10) y un incremento de las anomalías de TSM en la región Niño 1+2 (Figura 12). Posteriormente, del 22 al 28 de febrero, el APS migró nuevamente hacia el suroeste, hasta los  $40^{\circ}\text{S} - 120^{\circ}\text{W}$ , propiciando que los vientos debilitados continuaran (Figuras 8 a 10), lo cual favoreció aún más el incremento de la TSM en la región Niño 1+2 (Figura 12).

Según el pronóstico del modelo GFS hasta el 14 de marzo, el APS se ubicará alrededor de los 35°S y 105°W a 110°W aproximadamente, con una configuración muy zonal y una intensidad de 1020 hPa a 1022 hPa en su núcleo, lo que continuará favoreciendo vientos alisios del sudeste débiles y el incremento de la TSM en la región costera del Perú y Niño 1+2 (Figuras 8 a 10).

### **3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales**

En los primeros diez días de febrero se registraron vientos débiles ( $< 4,1 \text{ m s}^{-1}$ ) a moderados ( $4,1 - 6,8 \text{ m s}^{-1}$ ), generando anomalías del oeste y del noroeste frente a la mayor parte de la costa. Posteriormente, las anomalías del oeste se intensificaron, particularmente en la zona oceánica frente a la costa norte, mientras que en las zonas oceánicas centro y sur los vientos han variado de intensidad, aunque predominando las anomalías de componente oeste y noroeste. Asimismo, en la última semana de febrero se detectan los vientos provenientes del golfo de Panamá con una intensidad mayor a lo normal (Figura 13).

En la franja de 110 km adyacente a la costa peruana, entre la segunda y cuarta semanas de febrero se registraron fluctuaciones en la intensidad de los vientos en la costa central, manteniéndose vientos débiles frente a las costas norte y sur (Figura 14). El afloramiento costero exhibió un debilitamiento en este período y el índice del bombeo de Ekman mantuvo las anomalías negativas durante el mes (Figura 15).

Del 1 al 26 de febrero, a lo largo del litoral costero, la anomalía promedio decadiaria de la temperatura máxima fue de  $+1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , registrando un aumento de  $0,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$  con respecto a enero, debido a una menor cobertura nubosa. La temperatura mínima presentó una anomalía promedio decadiaria de  $+0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , con un incremento de  $1,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , influenciado por el calentamiento de la TSM cerca de la costa.

Las temperaturas máximas mostraron anomalías promedio decadiarias de  $+1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en la costa norte, siendo las más altas. En la costa central y sur, las anomalías fueron de  $+1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, dentro del rango de variabilidad climática ( $\pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Las estaciones que registraron las mayores anomalías promedio de temperatura máxima fueron Jayanca (Lambayeque, costa norte) con  $+2,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , Campo de Marte (Lima, costa central) con  $+2,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y Punta Ático (Arequipa, costa sur) con  $+1,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

En cuanto a las temperaturas mínimas, las anomalías promedio decadiarias fueron de  $+0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en la costa norte,  $+0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en la costa central y  $+0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en la costa sur, valores considerados dentro del rango de variabilidad climática ( $\pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Las estaciones con las mayores anomalías promedio de temperatura mínima fueron Talla Guadalupe (La Libertad, costa norte) con  $+1,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , Huarmey (Áncash, costa central) con  $+1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y Punta Ático con  $+1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cabe destacar que la estación Jayanca (Lambayeque, costa norte) registró un récord histórico al alcanzar una temperatura de  $39,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  el 13 de febrero de 2025, superando el récord anterior de  $37,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$  registrado el 26 de febrero de 2024 (Figura 16).

En el mar peruano, la TSM (OSTIA) aumentó; la isoterma de 23 °C se ubicó frente de la costa sur, mientras que las isotermas de 26 °C y 27 °C frente de Callao y Chimbote, respectivamente (Figura 17). Las anomalías de la TSM aumentaron en la segunda semana de febrero, cambiando de anomalías negativas a positivas en gran parte del mar de Perú. En la tercera semana las anomalías aumentaron al norte de 5° S, con anomalías positivas de hasta +1 °C y +2 °C frente de Piura y Tumbes, respectivamente (Figuras 17 y 18 a). A otra escala, en el litoral, las anomalías diarias aumentaron rápidamente. Desde la segunda semana de febrero las anomalías aumentaron hasta +3 °C al norte de Pimentel; mientras que, hacia el sur, se mantuvieron negativas, tendiendo a disminuir (Figura 18 b).

De acuerdo a observaciones *in situ* entre el 23 y 27 de febrero a bordo del “Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Cr. 2502-04”, desde Paita hacia el norte se presentaron TSM superiores a 27 °C, llegándose a encontrar celdas de 29 °C dentro de las 50 mn de costa frente a Puerto Pizarro. Entre tanto, predominaron las anomalías de TSM de +3 °C al norte de Sechura, con sus máximos (>+5 °C) en la franja costera adyacente a Paita y Talara. La TSM menor a 25 °C se registró desde Sechura hacia el sur, donde las ATSM fueron menores a +2 °C (Figura 19).

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacente a la costa peruana, se incrementaron paulatinamente, evidenciando el arribo de una onda Kelvin cálida, cuya señal ha sido más intensa frente a la costa norte hasta el momento (Figura 20). En el litoral, la ANM, a partir de la cuarta semana de enero presentó un ligero incremento en todo el litoral, alcanzando valores positivos al norte de Chimbote para la segunda semana de febrero (Figura 21).

Con lo registrado hasta el 25 de febrero, el índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015) basado en las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras ubicadas desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal en el mes de -0,47 °C, mientras que, el valor temporal del 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 fue cero; indicando una condición neutra para ambos índices (Figura 22). Por otro lado, el ITNC (Índice Térmico Norte-Centro), basado en las anomalías mensuales de TSM (banda de 40 km frente a costa entre los 4°S y 14°S), mostró un valor temporal de +0,34 °C para febrero, cercano al umbral de las condiciones cálidas débiles (Figura 23).

En la franja de 150 mn costeras entre los 4°S y 18,5°S, principalmente frente a las zonas norte y sur, desde el 10 de febrero el calentamiento alcanzó características de ola de calor marina (OCM; Hobday et al., 2016) en ciertas áreas (Figura 24). La condición de OCM alcanzó una extensión máxima el 17 de febrero, con una cobertura de  $1,54 \times 10^5 \text{ Km}^2$ , equivalente al 35,17 % del área total de la franja. Posteriormente, el calentamiento se alejó de la costa a la vez que disminuyó su intensidad.

Respecto a la temperatura subsuperficial, durante el mes de febrero, entre Puerto Pizarro y Callao y dentro de las 100 mn frente a la costa, se observó el predominio de anomalías positivas  $>+2$  °C sobre los 50 m de profundidad, con valores de hasta  $+6$  °C (Puerto Pizarro). Además, frente a Talara, Paita y Punta la Negra, se observaron ligeras anomalías positivas de hasta  $+1$  °C entre los 200 y 400 m. Frente a Paita se observó un cambio notable respecto al 8-9 de febrero, donde se registraban anomalías negativas en la capa subsuperficial hasta los 70 m (ENFEN, 2025), las cuales ya no fueron detectadas el 27 de febrero. Sin embargo, frente a Chicama y a Callao y a una distancia de unas 80 mn, aún se observaron núcleos con anomalías negativas de hasta  $-2$  °C, entre los 40 y 100 m (Figuras 25 a 27).

A corto plazo, hasta el 09 de marzo, el modelo MERCATOR pronostica el incremento de la anomalía de la TSM en la región Niño 1+2 hasta  $+1,5$  °C (Figura 28). Asimismo, se espera que la ANM continúe presentando la propagación de valores positivos dentro de los 110 km frente a la costa de Perú, debido al paso de la onda Kelvin cálida (Figura 29). La tasa de cambio de la anomalía de TSM con respecto al tiempo, presentaría primero una tendencia positiva frente a la costa peruana entre los  $4^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  y después una tendencia negativa; mientras que al norte de los  $4^{\circ}\text{S}$  retornaría la tendencia positiva a partir del 04 de marzo (Figura 30). En la columna de agua, el pronóstico hasta el 6 de marzo indica que la temperatura sub superficial aumentará, fortaleciendo el calentamiento hasta 50 m y 25 m de profundidad, frente a toda la costa norte y centro de Perú, respectivamente (Figura 31).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), de acuerdo al modelo MERCATOR, las Aguas Tropicales Superficiales (ATS;  $\text{SSM} < 33,8$ ) y las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES;  $\text{SSM} < 34,8$ ) provenientes del norte se desplazaron hacia el sur, alcanzando Paita y las costas de Lambayeque, respectivamente, favoreciendo al fuerte calentamiento registrado recientemente (Figura 32). De acuerdo a la información *in situ* las ATS se presentaron sobre los 30 m de profundidad a 40 mn dentro de las 110mn frente a Puerto Pizarro y a 10 mn de Talara, mientras que las AES fueron observadas a 10 mn de Punta La Negra (Figuras 25 y 26). Hacia el sur, se detectaron a las aguas costeras frías (ACF;  $34,8 < \text{SSM} < 35,1$ ) a 78 mn de Chicama en la capa superficial, mientras que frente a Huacho se detectaron a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS;  $\text{SSM} > 35,1$ ) a 87 mn de esta localidad, consistente con el acercamiento hacia la costa central de esta masa de agua (Figura 33). En el sector sur, de acuerdo al modelo MERCATOR se produjo un incremento en cobertura de las ACF dentro de las 60 mn costeras (Figura 32).

El pronóstico de salinidad superficial del modelo MERCATOR al 6 de marzo frente a la costa norte y centro de Perú indica la presencia de las ATS hasta la altura de Paita ( $05^{\circ}\text{S}$ ) y de las AES hasta los  $8^{\circ}\text{S}$ . Al sur de estas aguas cálidas, se ubicarían aguas de mezcla entre las subtropicales y costeras frías (Figura 34).

Asimismo, según el modelo, en la franja de 110 Km adyacentes a la costa, la permanencia de las ATS hasta Paita y de las AES hasta Chicama continuaría hasta el 9 de marzo, aunque con una leve tendencia al repliegue hacia el norte al final del período (Figura 35).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), en la última semana de febrero, en la sección de Puerto Pizarro, en la superficie del mar se observaron concentraciones entre 4,5 a 4,9 mL L<sup>-1</sup>, registrando la iso-oxígena de 4,0 mL L<sup>-1</sup> entre los 25 a 40 m de profundidad. El límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, OD <0,5 mL L<sup>-1</sup>) se ubicó entre los 250 m y 350 m de profundidad. Entre tanto, en la sección Paita las concentraciones superficiales fueron de 4 mL L<sup>-1</sup> en promedio y el límite superior de la ZMO se localizó entre 180 y 200 m de profundidad (Figura 25), señalando una leve profundización respecto al 8-9 de febrero (ENFEN, 2025).

### **3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras**

La clorofila-a, indicadora de la producción de fitoplancton, presentó concentraciones de 3 µg L<sup>-1</sup> a lo largo de la costa, representando una notable disminución respecto a enero. Estas concentraciones se asociaron a anomalías positivas entre Paita y Chimbote fuera de las 5-10 mn y entre Pisco y Atico dentro de las 50 mn; mientras que de Chicama a Chimbote se presentaron anomalías negativas de -1 µg L<sup>-1</sup> en una franja bien costera (~5 mn), las cuales se extendieron de Chimbote a Callao hasta las 50 mn (Figuras 36 y 37). La disminución de la concentración de clorofila-a cerca de la costa podría estar relacionada principalmente al debilitamiento del transporte de Ekman (Figura 36) y al paso de la onda de Kelvin cálida.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, desde el inicio de la primera temporada de pesca de la anchoveta (2 de enero) en la región sur, el recurso se distribuyó desde Atico hasta Morro Sama, dentro de las 10 mn de la costa. Las mayores capturas se registraron frente a Ilo (Figura 38). La estructura de tallas presentó un rango que abarcó de 7,5 a 15,5 cm longitud total (LT), con moda en 12,0 cm LT. La incidencia de juveniles fue de 49,8 % (en número) y en peso fue de 38,8 %. Frente a Ático, se registró la mayor incidencia de juveniles con el 71,2 %, y moda en 11,0 cm LT, mientras que frente a Mollendo e Ilo, la incidencia fue de 49,7 % y 37,9 % respectivamente y en ambas zonas la moda fue adultos en 12,0 cm LT. Durante toda la temporada se viene registrando alta presencia de juveniles de anchoveta, debido a la mezcla con cardúmenes de adultos, ocasionado por las condiciones de anomalías positivas observados en las últimas semanas (Figura 39). En general la actividad extractiva mostró buen desempeño durante la temporada de pesca, alcanzando el 45 % del LMTCP establecido (251 000 t). Los desembarques diarios promedio fueron de 2 000 toneladas en enero y en las tres primeras semanas de febrero, se incrementaron a 2 200 toneladas diarias (Figura 40).

Los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro mostraron la declinación de los procesos de maduración gonadal y desove. El contenido graso mostró un ligero incremento respecto al mes anterior; la oferta de alimento favoreció que presente valores similares al patrón histórico (Figura 41).

Respecto a las especies transzonales, la caballa (*Scomber japonicus*) y el jurel (*Trachurus murphyi*), se ubicaron principalmente en el sur del litoral dentro de las 40 mn de la costa. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), presentó una amplia mayor cobertura espacial entre punta La Negra y Morro Sama dentro de las 60 mn. En cuanto al perico (*Coryphaena hippurus*) continuó con su acercamiento estacional del recurso hacia la costa y las áreas de pesca estuvieron localizadas dentro de las 150 mn de la costa, con zonas de mayor concentración frente a Ilo (Figura 42). Respecto a los procesos reproductivos, considerando la variación del IGS, la caballa mostró un descenso siguiendo la tendencia de su patrón; el jurel continuó indicando bajos procesos de maduración, ubicándose en su periodo de reposo gonadal; mientras que, el bonito continuó con la declinación de su periodo importante de reproducción, acorde a la tendencia de su patrón histórico (Figura 43).

Con respecto a los recursos demersales, durante el periodo del 01 al 23 de febrero 2025, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló principalmente desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Parachique. Durante ese periodo, los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron en dos zonas: i) el área comprendida entre el extremo norte del litoral peruano y los 4°00' S, y ii) el área comprendida entre los 4°30'S y los 5°00'S. En términos generales, se observa que los valores de CPUE mantienen una tendencia ligeramente negativa desde setiembre 2024 hasta enero de 2025, mientras que en lo que va de febrero 2025 se presentaron valores ligeramente más altos que el mes anterior (Figuras 44 y 45). En cuanto a la estructura de tallas, para el periodo del 01 al 23 de febrero 2025, se observó el incremento en la presencia del grupo de ejemplares de menor tamaño (< 28 cm de Longitud Total) al sur de los 4°00'S, con mayor énfasis al sur de los 5°00'S (Figura 46).

Para los recursos invertebrados, el calamar gigante mostró una amplia distribución de Punta La Negra hasta Morro Sama y entre las 5 mn y 192 mn de la costa, con una mayor concentración en la zona norte, especialmente entre Punta La Negra y Pimentel (Figura 47). Asimismo, se evidenció un incremento en los desembarques respecto al mes anterior. En relación con la estructura de tallas, se observó un crecimiento en la talla promedio, pasando de 35 cm en enero a 38,1 cm en febrero 2025.

### **3.4. Condiciones hidrológicas**

Durante los primeros 10 días de febrero, los ríos del Pacífico norte presentaron caudales por debajo de lo normal. En tanto, los ríos del Pacífico central se mantuvieron en condiciones normales a sobre lo normal, mientras que los ríos del Pacífico sur registraron condiciones normales.

Sin embargo, a partir del 11 de febrero, las condiciones cambiaron, ya que todos los ríos de la región Pacífico, desde Tumbes a Caplina, han mostrado un caudal con condiciones sobre lo normal de forma muy notoriamente hasta la fecha. En los ríos del Titicaca, los caudales presentaban un comportamiento variado en las dos primeras semanas, aunque en su mayoría predominaban caudales sobre lo normal. Posteriormente los caudales se elevaron notoriamente, y hasta la fecha, predominan anomalías sobre lo normal de forma muy significativa. Los ríos amazónicos, permanecen en condiciones normales, mientras los demás ríos del Marañón, Huallaga, Mantaro, Urubamba y el Apurímac muestran caudales sobre lo normal de forma significativa (Tabla 4).

Los principales embalses del país, al 25/02/2025 se encuentran al 74,6 % de la capacidad hidráulica nacional. Todos los embalses han incrementado sus volúmenes almacenados, y la gran mayoría muestra un comportamiento dentro de lo esperado (Tabla 5).

#### **IV. PERSPECTIVAS**

Según el pronóstico del C3S *multi-system*, se espera que las anomalías positivas de presión en el Pacífico tropical y subtropical oriental persistan de marzo a julio de 2025; sin embargo, el núcleo de estas anomalías se distribuiría al suroeste de la posición normal del APS, sugiriendo el desplazamiento de este más alejado de Sudamérica. En julio, la magnitud de estas anomalías comenzaría a reducirse, lo que indicaría una posible disminución del gradiente de presión (Figura 48).

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanESM5, GEM5.2–NEMO, NASA–GEOS2S, GFDL\_SPEAR, COLA–RSMAS–CCSM4, COLA–RSMAS–CESM1); con condiciones iniciales de febrero de 2025, para el Pacífico central (Niño 3.4); indican la categoría Fría Débil para marzo; mientras que entre abril y diciembre se esperan condiciones neutras. Por otro lado, hay que tener en cuenta que, debido a la barrera de predictibilidad, los pronósticos más allá de abril son menos precisos (Tabla 6). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el pronóstico del ICEN para los siguientes meses, obtenidos de los modelos de NMME, se ubica en el rango la categoría Neutra, por lo pronto, hasta finales del año (Tabla 7).

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de enero, indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantendría en promedio con valores por debajo de lo normal y que recién alcanzaría los valores normales en agosto de 2025. Por lo pronto, no existe probabilidad de que en el siguiente verano se desarrolle un evento Niño E fuerte, según este modelo.

En lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), muestra valores negativos que se extienden, por lo pronto, hasta finales del año 2025 (Figura 49).

Según los datos de altimetría satelital obtenidos hasta la fecha, se espera que continúe la presencia de la onda de Kelvin cálida débil durante la primera semana de marzo. Luego, es posible que arribe una onda de Kelvin fría, aunque debilitada por las recientes anomalías de vientos del oeste; y, finalmente, de darse las condiciones ideales, es posible que arribe la otra onda de Kelvin cálida (generada por reflexión de una onda Rossby) en abril (Figura 5). En el extremo occidental se sigue observando la presencia de ondas de Rossby cálidas y es probable que sigan reflejándose en nuevas ondas de Kelvin cálidas (Figura 4 a). Es probable que el pulso de viento del oeste que se viene desarrollando en el Pacífico oriental se proyecte en una o en un paquete de ondas de Kelvin cálidas que arribaría a inicios de marzo. Asimismo, el pulso de vientos del este producido entre enero y la primera mitad de febrero podría proyectarse en una onda de Kelvin fría que arribaría luego de mediados de marzo, aunque también debilitada por las anomalías del oeste en el Pacífico oriental.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP —forzado con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta el 22 de febrero) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico—indican el arribo de la onda de Kelvin cálida a fines de febrero e inicios de marzo; luego se espera la presencia de un paquete de ondas de Kelvin frías en lo que resta de marzo e inicios de abril y posteriormente, una onda de Kelvin cálida en abril. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina (Figuras 50 y 52); asimismo, hay que considerar que los vientos del re-análisis de NCEP (el forzante del modelo de ondas) no estaría simulando correctamente los vientos del oeste observados en la zona oriental en las últimas semanas (ver Figura 4 a).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 20 febrero 2025 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que entre marzo y abril 2025, se espera la llegada a las costas Sudamericanas de dos ondas Kelvin frías y dos ondas Kelvin cálidas. Entre febrero y marzo, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 1) que ha sido debilitada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial oriental. Estas mismas anomalías de vientos de oeste habrían generado una onda Kelvin cálida (modo 2) que también alcanzaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en marzo. Por otro lado, otra onda Kelvin fría (modo 2) continúa su propagación hacia el este y llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental entre marzo y abril. No obstante, otra onda Kelvin cálida (modo 1), generada por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico ecuatorial occidental en enero, arribaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental entre marzo y abril del 2025; y más adelante, una onda Kelvin cálida (modo 2) también producto de la reflexión de la onda Rossby, podría arribar en mayo (Figura 53).

Según el análisis experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en datos observados y los pronósticos de modelos climáticos internacionales disponibles hasta la fecha, es más probable la condición neutra en el Pacífico central desde marzo hasta setiembre de 2025 (Tabla 8 y Figura 54).

Como ha sido descrito previamente, en las últimas dos semanas de febrero, el calentamiento en la región Niño 1+2 ha continuado por encima del rango normal, configurando en promedio condiciones cálidas débiles para febrero. Es así que se ha evidenciado el ingreso de las aguas cálidas a la zona norte del mar peruano, generando anomalías positivas en una capa de hasta 70 m de profundidad. Asimismo, la onda de Kelvin cálida pronosticada previamente (ENFEN, 2025) hizo su arribo a la costa peruana en la última semana y su señal se observa principalmente en las anomalías positivas del nivel del mar hasta la fecha, contribuyendo muy probablemente al calentamiento anómalo superficial observado en la zona norte del mar peruano. El rápido calentamiento del mar peruano frente a la costa norte ha favorecido la ocurrencia de episodios convectivos frente a Tumbes y Piura, generando intensas precipitaciones.

A la fecha, los pronósticos actualizados señalan la continuación del debilitamiento de los vientos y/o persistencia de las anomalías de vientos del oeste frente a la costa norte hasta la segunda semana de marzo, así como el aumento significativo de la anomalía de la TSM en la región hasta aproximadamente el 10 de marzo. Ante esto, se considera más probable que en promedio las condiciones cálidas débiles prevalezcan en marzo, y que los valores del ICEN de febrero y de marzo se presenten en el rango cálido débil (>50 %; Tabla 9 y figura 54). Ante este escenario, se prevén lluvias de moderada a fuerte intensidad en marzo, principalmente en Tumbes y Piura, debido principalmente al incremento de la temperatura superficial del mar frente a la costa norte. En la región andina y amazónica se esperan lluvias sobre lo normal, principalmente en marzo. El pronóstico estacional para marzo-mayo de 2025<sup>3</sup>, señala además que las lluvias en la costa norte y la sierra norte occidental tienen una mayor probabilidad de ubicarse entre valores normales y superiores a lo normal.

Si bien aún no hay certeza suficiente de que las actuales condiciones cálidas débiles se mantengan hasta abril, existe un 48 % de probabilidad de que esto ocurra (Tabla 9 y Figura 54), dependiendo su confirmación de la persistencia de las anomalías del oeste en el Pacífico oriental y del comportamiento del Anticiclón del Pacífico Sur. Además, se prevé la llegada de una nueva onda Kelvin cálida a la región en abril según los modelos de simulación del IGP y del IMARPE. En consecuencia, como medida precautoria, es recomendable la activación del estado de alerta a “Vigilancia de El Niño Costero”.

---

<sup>3</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-54.pdf>

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN, en base a su análisis experto, activa el estado del sistema de alerta ante El Niño Costero y La Niña Costera a “Vigilancia de El Niño Costero” en la región Niño 1+2 que abarca la zona norte y centro del mar peruano. El evento alcanzaría la categoría cálida débil y es probable que sea de corta duración. Para el Pacífico central (región Niño 3.4) se mantendría la condición neutra desde marzo hasta septiembre de 2025 (Comunicado Oficial ENFEN N° 02-2025 del 14 de febrero).

A la fecha, los pronósticos actualizados señalan la continuación del debilitamiento de los vientos y/o persistencia de las anomalías de vientos del oeste frente a la costa norte, así como el aumento significativo de la anomalía de la TSM en la región hasta aproximadamente el 10 de marzo. Ante esto, se considera más probable que en promedio las condiciones cálidas débiles prevalezcan en marzo, y que los valores del ICEN de febrero y de marzo se presenten en el rango cálido débil (>50 %). Ante este escenario, se prevén lluvias de moderada a fuerte intensidad en marzo, principalmente en Tumbes y Piura. En la región andina y amazónica se esperan lluvias sobre lo normal, principalmente en marzo. Si bien aún no hay certeza suficiente de que las actuales condiciones cálidas débiles se mantengan hasta abril, existe un 48 % de probabilidad de que esto ocurra, dependiendo su confirmación de la persistencia de las anomalías del oeste en el Pacífico oriental y del comportamiento del Anticiclón del Pacífico Sur. Además, se prevé la llegada de una nueva onda Kelvin cálida a la región en abril. En consecuencia, como medida precautoria, el ENFEN activa el estado de alerta “Vigilancia de El Niño Costero”.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y a la población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los avisos meteorológicos<sup>4</sup> y pronósticos estacionales<sup>5</sup> de alcance nacional. Esto con la finalidad de que se adopten las medidas que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres, ante las actuales condiciones oceánicas-atmosféricas que afectarían a la costa y vertiente occidental del territorio nacional, principalmente.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando la evolución de las condiciones oceánicas y atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el viernes 14 de marzo de 2025.

---

<sup>4</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico>

<sup>5</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico>

## VI. TABLAS Y FIGURAS

### 6.1. Tablas

Tabla 1. Valores promedio de la TSM y sus anomalías en las regiones Niño en los últimos 6 meses. Fuente: ERSSTv5.

TSM-ATSM Mensual 2024-2025 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Ago.	20.58 -0.42	24.83 -0.29	26.73 -0.12	29.19 0.41
Set.	19.98 -0.75	24.71 -0.20	26.45 -0.26	28.91 0.15
Oct.	20.70 -0.32	24.82 -0.16	26.44 -0.27	28.88 0.12
Nov.	21.71 0.06	24.94 -0.16	26.45 -0.25	28.82 0.12
Dic.	22.78 -0.03	24.83 -0.39	26.00 -0.60	28.26 -0.28
Ene 2025	24.22 -0.35	25.30 -0.36	25.78 -0.77	27.76 -0.56

Tabla 2. Valores semanales (centradas en los miércoles de cada semana) de la TSM y sus anomalías en las regiones Niño. Fuente: OISST.v2.

Promedios semanales (OISST.v2.1, Patrón 91-10)				
Fecha	Niño1.2	Niño3	Niño3.4	ATSM4
15 enero	24.3-0.1	25.5 0.0	25.9-0.6	27.6-0.6
22 enero	24.5-0.4	25.4-0.3	25.6-0.9	27.5-0.7
29 enero	24.7-0.6	25.3-0.5	25.7-0.8	27.3-0.8
05 febrero	25.7 0.1	26.0-0.1	25.9-0.6	27.2-0.9
12 febrero	26.9 0.9	26.4 0.1	26.3-0.3	27.4-0.7
19 febrero	27.2 1.0	26.6 0.2	26.4-0.3	27.6-0.5

Tabla 3. Valores del ICEN, ONI y sus categorías desde enero hasta diciembre de 2024, así como sus temporales de enero de 2025.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
ene-24	1.35	Cálida Moderada	1.80	Cálida Fuerte
feb-24	0.88	Cálida Débil	1.50	Cálida Fuerte
mar-24	0.38	Neutro	1.15	Cálida Moderada
abr-24	-0.38	Neutro	0.75	Cálida Débil
may-24	-0.78	Fría Débil	0.39	Neutro
jun-24	-0.97	Fría Débil	0.17	Neutro
jul-24	-0.72	Fría Débil	0.05	Neutro
ago-24	-0.65	Neutro	-0.11	Neutro
set-24	-0.50	Neutro	-0.22	Neutro
oct-24	-0.35	Neutro	-0.24	Neutro
nov-24	-0.10	Neutro	-0.36	Neutro
dic-24	-0.11	Neutro	-0.53	Fría Débil
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
ene-25	0.14	Neutro	-0.61	Fría débil

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 26 de febrero del 2025

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)					Promedio (m3/s)	Anomalía (%)	Condición
		Febrero 2025							
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	86.55	128.25	476.35	413.55	405.87	302.11	138.70	Significativamente sobre lo normal
	Tumbes El Tigre	79.96	123.20	499.99	462.25	431.32	319.34	123.20	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Ardilla)	62.13	123.63	623.36	877.938	752.9	487.99	377.57	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Puente Suallana)	5.50	5.81	464.99	762.83	799.48	407.72	2999.13	Significativamente sobre lo normal
	Chira (río Quiroz)	29.13	54.43	126.83	157.50	102.57	94.09	240.60	Significativamente sobre lo normal
	El Ciruelo	54.17	84.81	317.48	359.19	220.00	207.13	86.36	Significativamente sobre lo normal
	Puente Internacional	21.75	30.88	65.90	70.93	44.52	46.79	15.11	Normal
	Piura (Shanchez Cerro)	0.00	0.00	132.27	93.42	88.69	62.88	178.51	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Puente Nacara)	1.61	4.26	266.84	173.33	167.11	122.63	376.60	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Hacienda Barrios)	2.33	9.27	77.73	43.41	34.13	33.37	648.18	Significativamente sobre lo normal
	Motupe (Marripon)	1.16	1.27	3.63	3.46	4.52	-2.58	128.24	Significativamente sobre lo normal
	La Leche_Puchaca	5.93	11.25	29.60	22.15	46.50	23.09	166.58	Significativamente sobre lo normal
	Chancay Lambayeque	51.90	153.15	133.53	93.86	172.94	121.07	147.84	Significativamente sobre lo normal
	Batan_Zaña	7.84	17.80	20.20	10.68	23.38	15.98	118.84	Significativamente sobre lo normal
	Jequetepeque	34.04	46.21	81.90	75.80	139.77	75.54	113.08	Significativamente sobre lo normal
Chicama (Tambo)	19.97	38.20	47.15	60.63	75.90	48.37	80.14	Significativamente sobre lo normal	
Moche	7.80	28.93	16.10	18.67	39.67	22.23	112.46	Significativamente sobre lo normal	
Santa	166.72	216.89	253.10	271.02	299.54	241.45	4.23	Normal	
Pacífico Centro	Pativilca	80.47	87.44	110.93	115.69	145.93	108.09	53.31	Significativamente sobre lo normal
	Huaura	33.40	45.77	56.79	47.15	61.13	48.85	26.65	Ligeramente sobre lo normal
	Huaral	7.02	14.44	47.59	43.22	59.77	34.41	428.98	Significativamente sobre lo normal
	Chillon (Obrajillo)	9.87	8.61	18.25	12.72	19.21	13.73	33.89	Ligeramente sobre lo normal
	Chillon (Puente Magdalena)	15.93	16.90	28.66	22.32	34.58	23.68	96.19	Significativamente sobre lo normal
	Rímac	51.24	51.05	83.35	69.95	88.36	68.79	42.49	Ligeramente sobre lo normal
	Lurin	15.93	16.90	28.66	22.32	34.58	23.68	96.19	Significativamente sobre lo normal
	Mala	38.75	39.46	80.34	72.27	112.31	68.63	119.79	Significativamente sobre lo normal
	Cañete	73.15	70.82	158.14	120.90	180.41	120.69	18.49	Ligeramente sobre lo normal
	San Juan_Conta	22.60	19.36	56.54	35.15	33.43	33.42	52.94	Significativamente sobre lo normal
Pisco	103.25	51.13	158.14	120.90	180.41	122.77	204.22	Significativamente sobre lo normal	
Pacífico Sur	Ica	42.5038	24.59	71.71	46.80	64.67	50.05	242.47	Significativamente sobre lo normal
	Acari	84.50	101.17	550.20	394.00	307.00	287.37	208.87	Significativamente sobre lo normal
	Yauca	0.60	1.05	132.03	67.33	89.33	58.07	218.93	Significativamente sobre lo normal
	Ocoña	329.82	283.89	756.56	373.25	593.09	467.32	144.83	Significativamente sobre lo normal
	Camana	113.87	89.74	327.44	343.53	398.14	254.54	93.52	Significativamente sobre lo normal
	Pte.El diablo_Chili	14.59	14.11	25.35	64.21	94.65	42.58	74.32	Significativamente sobre lo normal
	Tambo La Pascana	62.69	45.07	87.15	220.38	109.85	105.03	38.25	Ligeramente sobre lo normal
	Tumilaca	1.07	1.45	23.21	18.88	16.73	12.27	88.23	Significativamente sobre lo normal
	Locumba	2.93	0.99	4.60	7.02	4.22	3.95	44.30	Ligeramente sobre lo normal
	Sama	8.73	11.17	28.80	21.67		17.59	336.01	Significativamente sobre lo normal
	Caplina	1.04	1.01	2.52	3.38	2.17	2.02	142.49	Significativamente sobre lo normal

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)					Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Febrero 2025							
Ríos Amazónicos	Amazonas (Tanshiyacu)	26540.20	27894.31	30950.70	33176.72	34622.07	30636.80	-12.96	Normal
	Napo (Cotas)	426.17	428.09	428.89	430.52	436.36	430.00	-40.02	Ligeramente por debajo de lo normal
	Nanay (Cotas)	124.66	125.70	125.71	125.13	125.35	125.31	6.26	Normal
	Marañón (San Regis)	17175.67	18769.70	22171.81	23823.15	25010.87	21390.24	3.99	Normal
	Marañón (San Lorenzo)	127.57	128.79	130.17	130.63	130.73	129.58	-1.09	Normal
	Ucayali _ANA (msnm)	145.31	145.68	145.82	146.30	146.63	145.95	-1.79	Normal
	Ucayali _ SENAMHI (msnm)	145.71	146.13	146.39	146.77	147.15	146.43	2.49	Normal
	Contamana (msnm)	131.19	131.36	131.64	131.85	132.26	131.66	7.03	Normal
	Requena (msnm)	127.83	127.86	128.10	128.46	128.78	128.20	7.79	Normal
Madre de Dios	7290.34	7482.75	7628.65	11848.67	13406.69	9531.42	-0.75	Normal	
Marañón	Marañón (Corral Quemado)	1012.59	1453.08	2368.39	1997.45	2185.92	1803.48	39.83	Ligeramente sobre lo normal
	Marañón (Balsas)	493.07	693.62	1148.83	1115.98	1106.26	911.55	35.00	Ligeramente sobre lo normal
	Llaucano Orellano	107.09	117.49	165.80	172.42	165.18	145.60	59.10	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas	46.33	84.57	164.43	184.15	173.17	130.53	205.96	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas (Jesus Tunel)	3.89	4.38	4.23	4.95	5.98	4.69	67.57	Significativamente sobre lo normal
	Masgom	3.89	4.38	4.23	4.95	5.98	4.69	110.87	Significativamente sobre lo normal
	Namora	6.94	11.23	33.91	30.61	28.70	22.28	298.45	Significativamente sobre lo normal
Huallaga	Huallaga (Picota)	2933.34	3343.16	3917.96	3950.99	3926.57	3614.40	-10.69	Normal
	Shanao	278.40	328.20	599.24	858.76	521.54	517.23	7.95	Normal
	Cumbaza	0.81	8.96	13.50	12.16	4.49	7.98	55.63	Significativamente sobre lo normal
	Rio Sisa	11.60	20.03	60.67	16.27	49.25	31.56	35.76	Ligeramente sobre lo normal
	Huallaga (Huallabamba)	1150.40	1553.18	2033.62	1784.87	1561.24	1616.66	57.32	Significativamente sobre lo normal
	Huallaga (Tocache)	1525.68	1490.35	1804.29	2078.10	2373.21	1854.33	-5.03	Normal
	Huallaga (Tingo Maria)	698.69	678.22	856.13	865.48	945.28	808.76	6.80	Normal
	Huallaga (taruca)	148.62	170.21	229.36	222.70	239.78	202.13	30.82	Ligeramente sobre lo normal
Mantaro	Pongor	567.96	453.51	1041.95	908.69	1158.00	826.02	61.28	Ligeramente sobre lo normal
	La Mejorada	348.94	313.25	674.29	558.68	723.90	523.81	53.31	Significativamente sobre lo normal
	Stuart	99.85	115.40	224.83	158.93	215.91	162.98	32.59	Ligeramente sobre lo normal
	Chulec	97.02	113.30	197.03	131.46	181.72	144.11	79.81	Significativamente sobre lo normal
	Rio Pallanga	4.69	6.53	9.06	8.33	6.62	7.05	18.81	Ligeramente sobre lo normal
Apurimac	Antabamba	245.49	242.41	685.41	363.59		384.23	116.87	Significativamente sobre lo normal
Urubamba Vilcanota	Estación Egemsa Km 105	332.48	223.22	402.43	491.14	440.33	377.92	27.46	Ligeramente sobre lo normal
	Mopocho	55.86	70.91	132.60	112.61	115.38	97.47	12.44	Normal
	Pisac	231.01	174.52	279.32	326.25	287.40	259.70	58.66	Significativamente sobre lo normal
Titicaca	Huancane	46.69	24.86	31.07	128.48	121.78	70.58	71.56	Significativamente sobre lo normal
	Ramis	275.40	160.47	198.87	360.11	355.97	270.16	49.53	Ligeramente sobre lo normal
	Coata	131.84	49.60	142.58	275.85	172.81	154.54	44.00	Ligeramente sobre lo normal
	Ilave	59.18	51.63	128.03	227.53	140.24	121.32	154.83	Significativamente sobre lo normal
	Lampa	46.36	13.08	46.30	96.63	65.36	53.55	23.50	Ligeramente sobre lo normal
	Cabanillas	72.72	29.03	107.24	203.86	98.83	102.34	7.31	Normal

Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales  
Elaborado: ANA

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 25 de febrero del 2025.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm <sup>3</sup> )		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	25-Feb	Piura	445.5	169.2	38.0
	San Lorenzo	25-Feb	Piura	195.6	149.3	76.3
	Tinajones	25-Feb	Lambayeque	331.6	188.6	56.9
	Gallito Ciego	25-Feb	La Libertad	366.1	256.8	70.1
	SUB TOTAL				1338.7	763.9
Costa - Centro	Viconga	25-Feb	Lima	30.0	13.5	45.0
	Sistema Rímac	11-Feb	Lima, Junín	282.4	218.3	77.3
	Choclococha	25-Feb	Ica	131.1	91.8	70.0
	Ccaracochoa	25-Feb	Ica	40.0	23.6	59.0
	SUB TOTAL				483.5	347.2
Costa - Sur	Condorama	25-Feb	Arequipa	259.0	220.6	85.2
	El Pañe	25-Feb	Arequipa	99.6	101.9	100.0
	Dique Los Españoles	25-Feb	Arequipa	9.1	9.8	100.0
	Pillones	25-Feb	Arequipa	78.5	77.7	99.0
	El Frayle	25-Feb	Arequipa	127.2	119.8	94.2
	Aguada Blanca	25-Feb	Arequipa	30.4	21.9	72.0
	Chalhuanca	25-Feb	Arequipa	25.0	25.2	100.0
	Bamputañe	25-Feb	Arequipa	40.0	23.0	57.5
	Pasto Grande	25-Feb	Moquegua	200.0	153.7	76.9
	Paucarani	25-Feb	Tacna	10.5	8.2	78.1
	Laguna Aricota	25-Feb	Tacna	280.0	224.5	80.2
	Jarumas	25-Feb	Tacna	13.0	13.0	100.0
SUB TOTAL				1172.4	999.3	85.2
Sierra - Centro	Cuchoquesera	25-Feb	Ayacucho	80.0	68.0	85.0
	Lago Junín	25-Feb	Junín	314.7	280.4	89.1
	SUB TOTAL				394.7	348.4
Sierra - Sur	Lagunillas	25-Feb	Puno	585.1	498.5	85.2
	Sibinacocha	25-Feb	Cusco	110.0	91.10	82.8
	SUB TOTAL				695.1	589.6
<b>Situación Nacional</b>	<b>Situación Nacional</b>		-	<b>4,084.4</b>	<b>3,048.4</b>	<b>74.6</b>

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos  
Elaborado: ANA

Tabla 6. Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4). Fuente: IGP.

Modelo	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
CFS2	-0.42	-0.22	-0.12	-0.06	0.06	0.19	0.31	0.41	-----	-----
CanESM5	-0.33	-0.19	-0.16	-0.07	0.00	0.04	0.04	0.05	0.10	0.22
GEM5_NEMO	-0.45	-0.37	-0.40	-0.35	-0.25	-0.17	-0.14	-0.10	-0.08	-0.05
NASA	-0.86	-0.72	-0.53	-0.36	-0.25	-0.24	-0.26	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.01	0.19	0.21	0.19	0.09	-0.06	-0.23	-0.35	-0.43	-0.38
COLA-CCSM4	-0.84	-0.64	-0.50	-0.42	-0.46	-0.53	-0.59	-0.65	-0.67	-0.54
COLA_CESM	-0.87	-0.65	-0.45	-0.35	-0.35	-0.38	-0.41	-0.37	-0.31	-0.16
Promedio										
NMME	-0.54	-0.37	-0.28	-0.20	-0.17	-0.16	-0.18	-0.17	-0.28	-0.18

Tabla 7. Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2). Fuente: IGP.

Modelo	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
CFS2	-0.15	-0.04	0.02	0.09	0.15	0.22	0.27	0.39	-----	-----
CanESM5	-0.13	-0.03	0.07	0.26	0.37	0.43	0.41	0.39	0.33	0.26
GEM5.2_NEMO	0.00	-0.03	-0.15	-0.19	-0.18	-0.07	-0.02	0.05	0.10	0.19
NASA	-1.13	-1.42	-1.45	-1.01	-0.65	-0.50	-0.39	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.44	0.44	0.30	0.26	0.18	0.08	0.02	0.04	0.07	0.12
COLA-CCSM4	-0.59	-0.46	-0.31	-0.22	-0.20	-0.27	-0.35	-0.41	-0.47	-0.43
COLA_CESM	-0.21	-0.11	-0.09	-0.12	-0.12	-0.14	-0.15	-0.14	-0.13	-0.05
Promedio										
NMME	-0.25	-0.24	-0.23	-0.13	-0.06	-0.04	-0.03	0.05	-0.02	0.02

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre marzo y setiembre 2025.

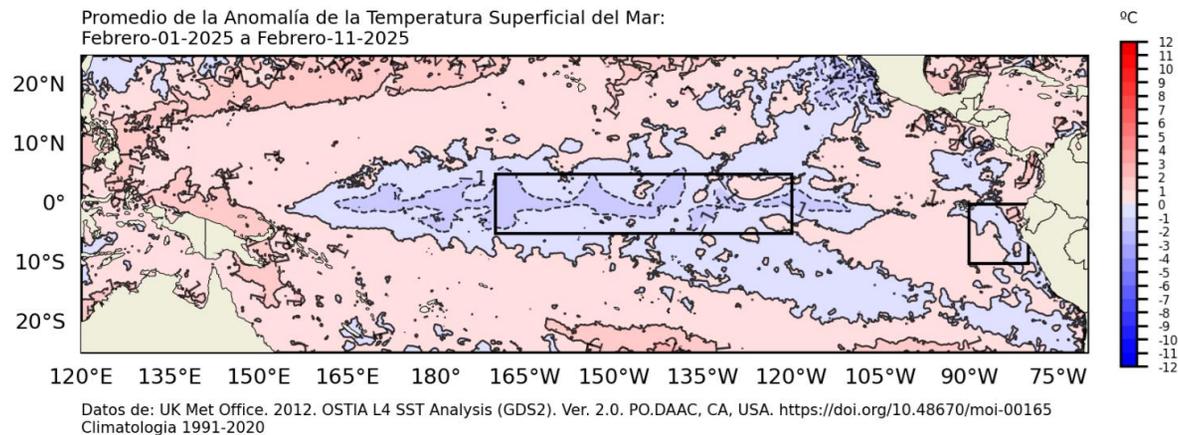
Pacífico central	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0	1
Fría moderada	0	0	0	0	1	1	1
Fría débil	45	42	39	34	29	29	27
Neutro	55	56	56	59	59	58	58
Cálida débil	0	2	5	7	10	11	11
Cálida moderado	0	0	0	0	1	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	1
Cálida muy fuerte	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre marzo y setiembre 2025.

Pacífico central	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	1	1	1
Fría débil	0	0	1	6	7	10	11
Neutro	46	52	63	67	68	67	66
Cálida débil	53	47	35	26	23	21	21
Cálida moderado	1	1	1	1	1	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Cálida extraordinario	0	0	0	0	0	0	0

## 6.2. Figuras

a)



b)

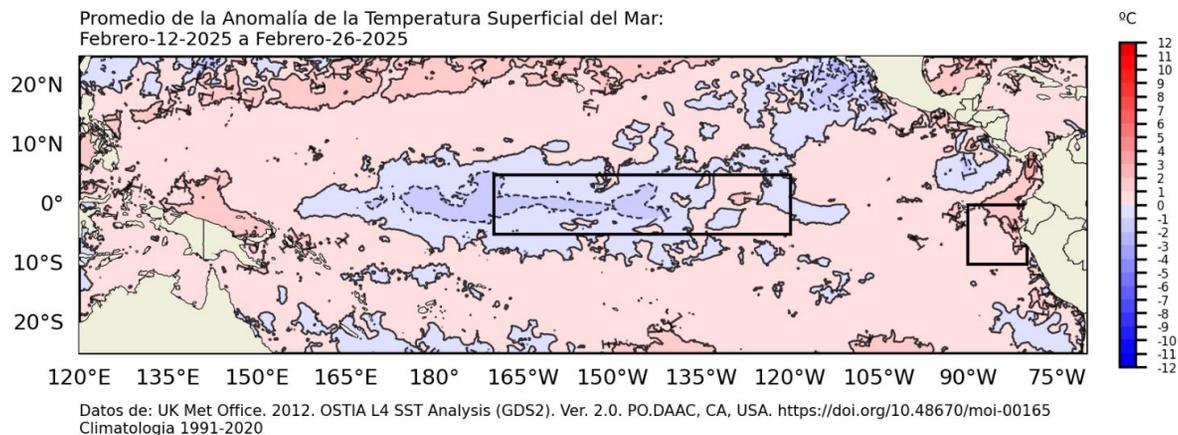


Figura 1. Anomalía de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 01 al 15 de febrero 2025, y b) 16 al 24 de febrero 2025. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

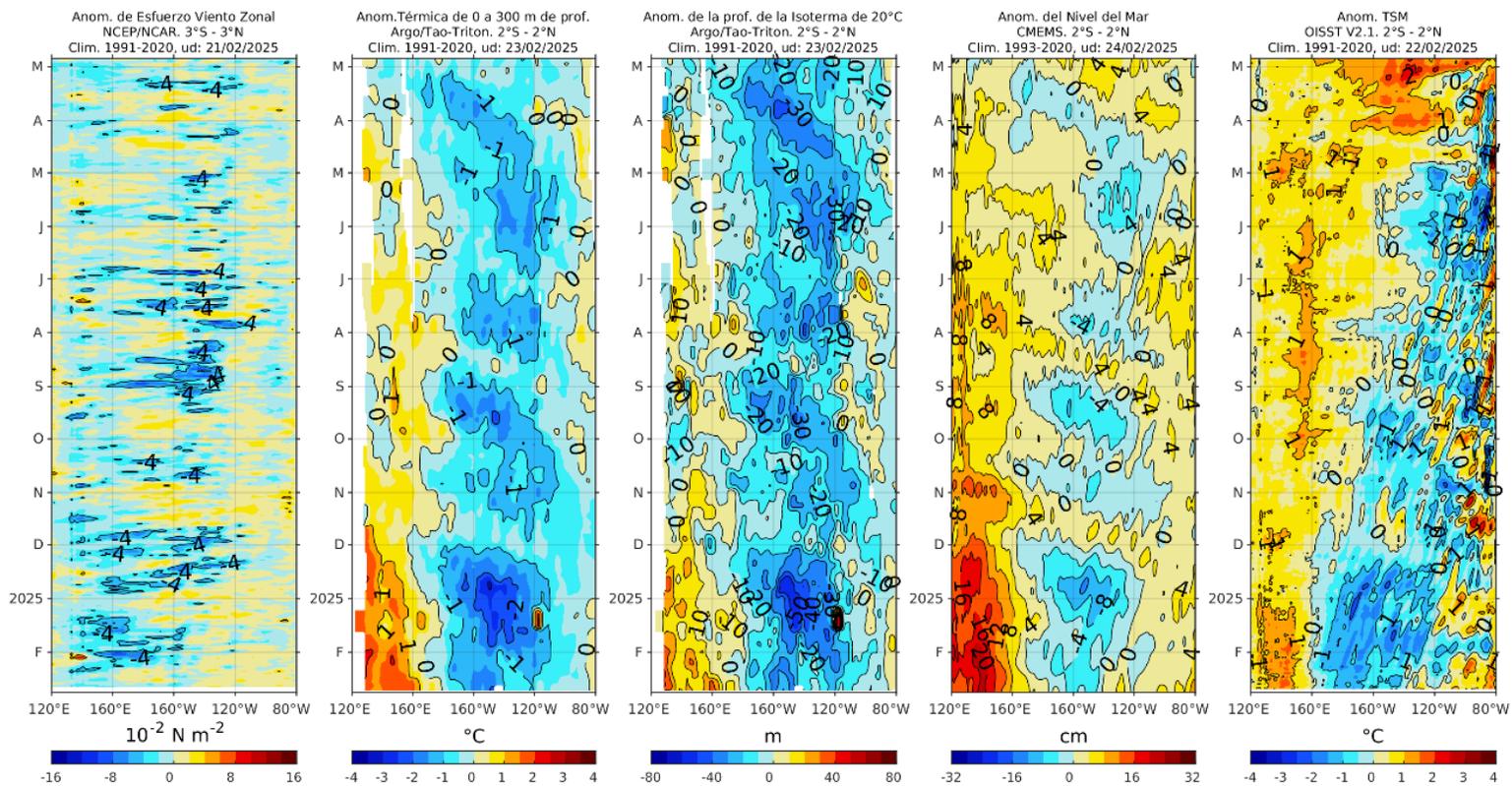


Figura 2. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO; d) anomalía de nivel del mar (cm). Fuente: CMEMS. Fuente: OISST V2.1. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

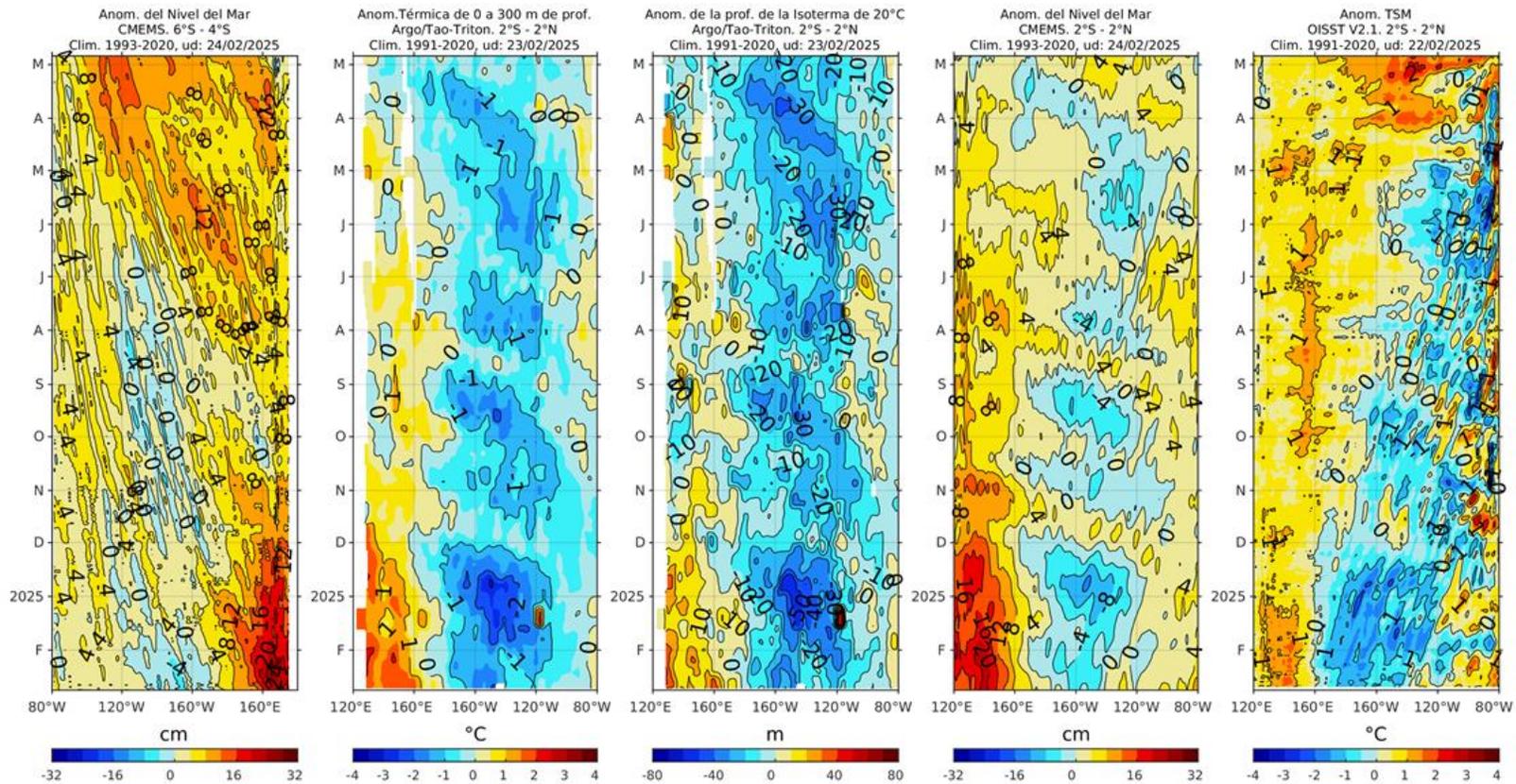


Figura 3. Diagrama Hovmöller de a) anomalía del nivel del mar entre los 4°S y 6°S que recoge la señal de las ondas Rossby (cm); fuente: CMEMS. Diagramas (b-d) similares a los de la Figura 2. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

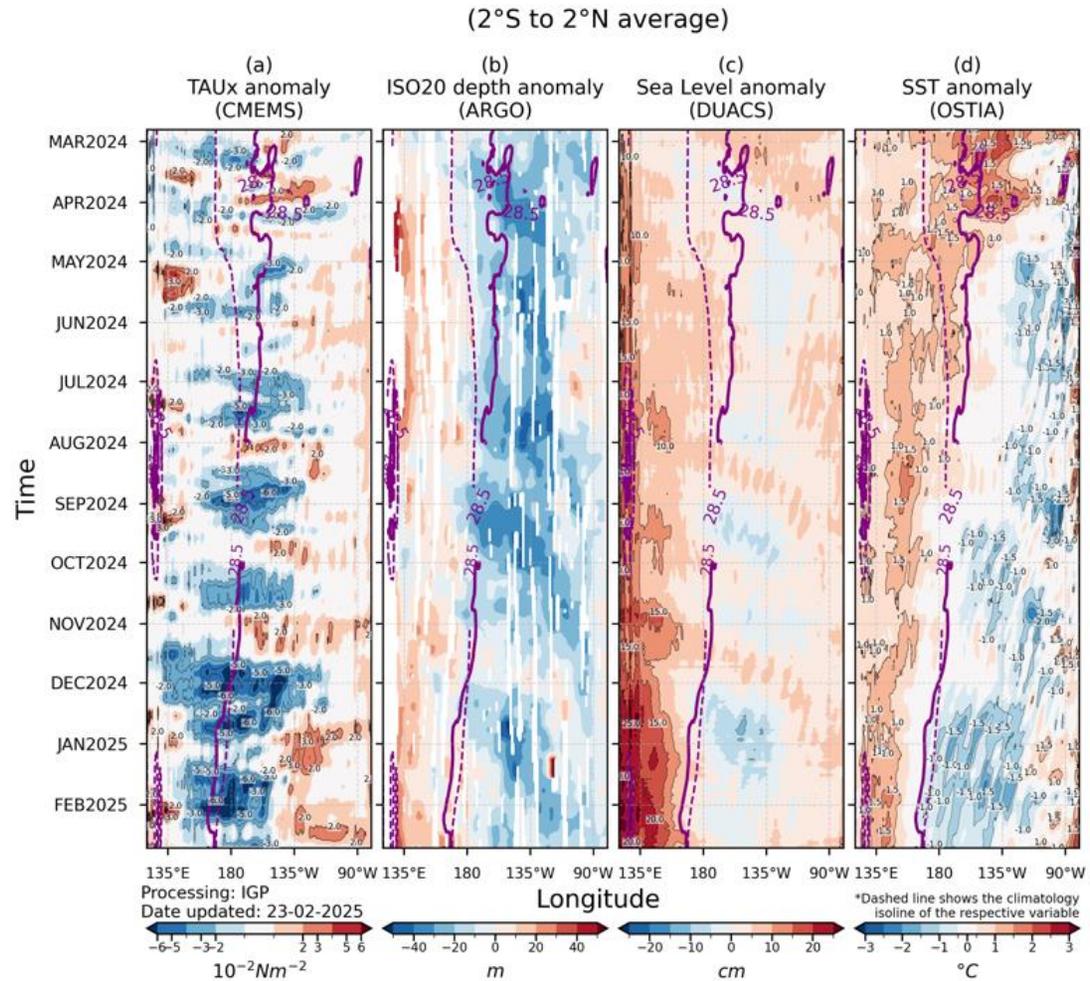


Figura 4. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento, Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C, Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

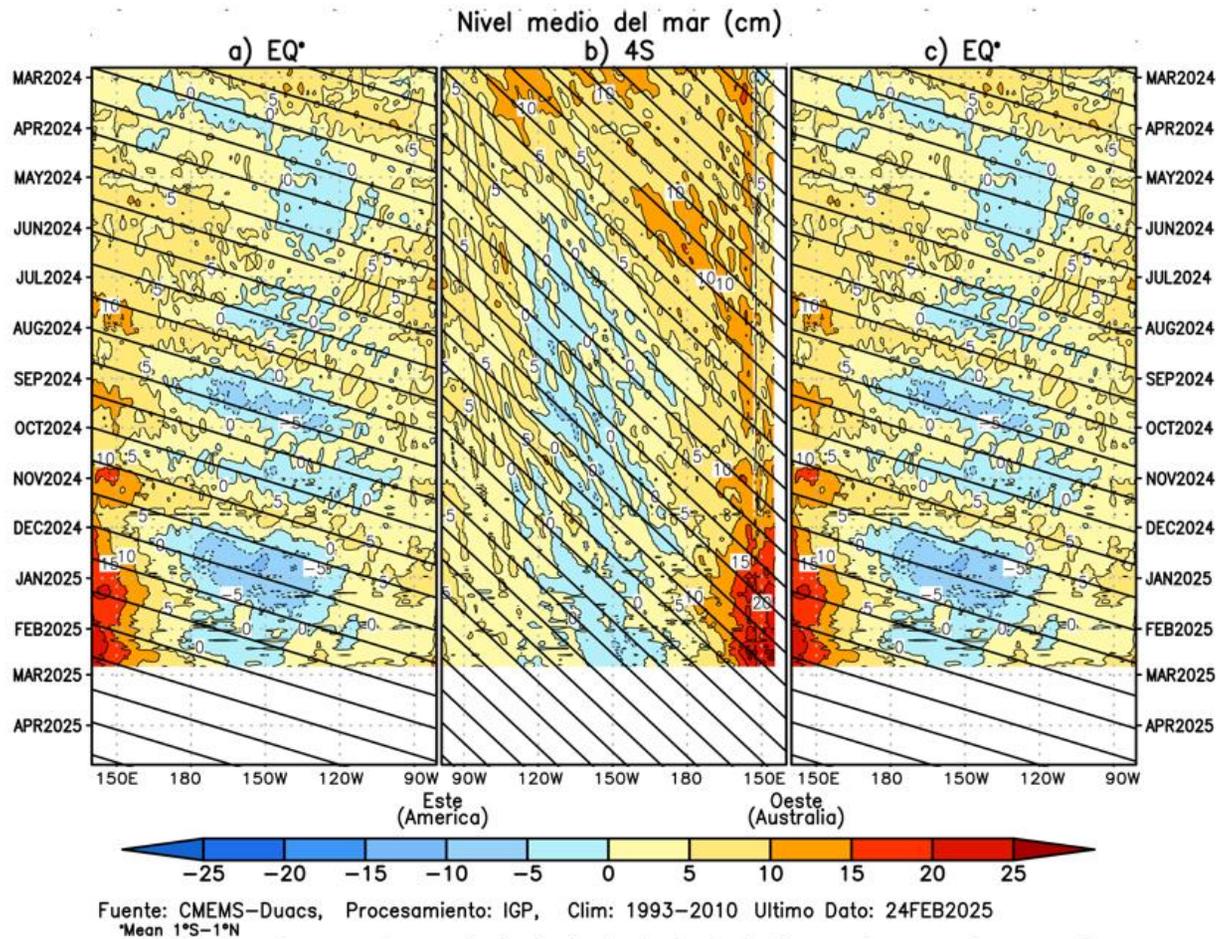


Figura 5. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras este y oeste del Pacífico. Las líneas negras inclinadas en cada panel indican la trayectoria teórica de la onda de Kelvin (a y c) y Rossby (b) del primer modo baroclínico. Elaboración: IGP.

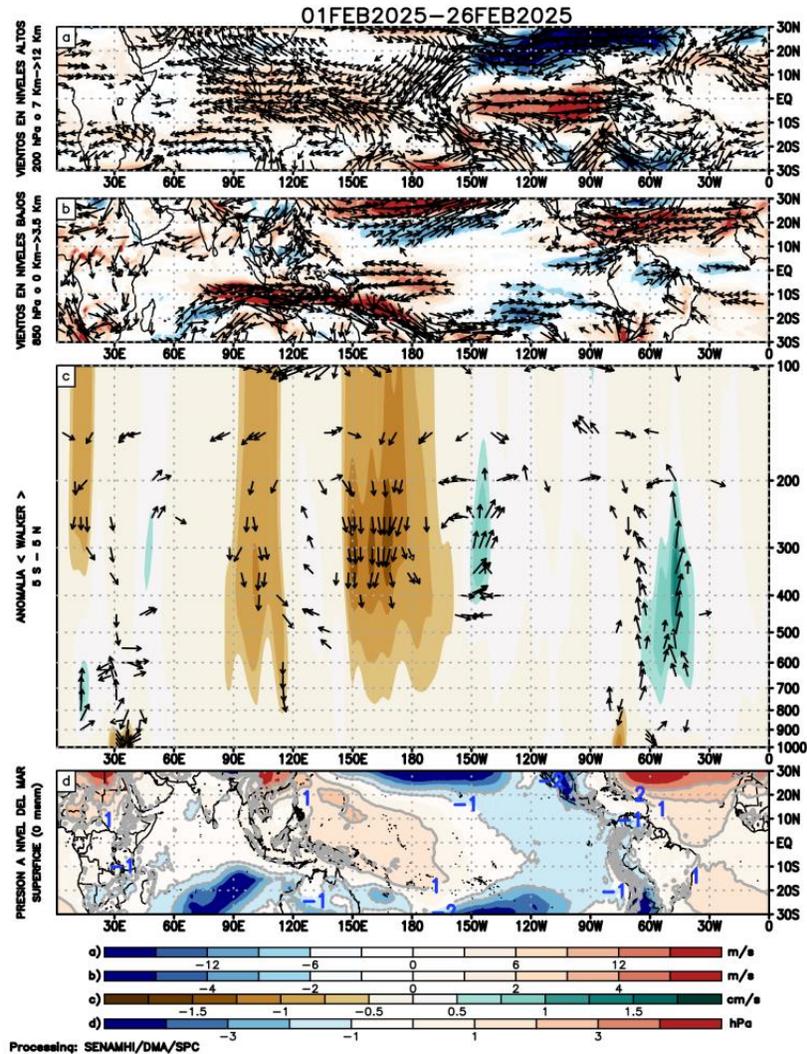


Figura 6. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) en el mes de febrero 2025, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

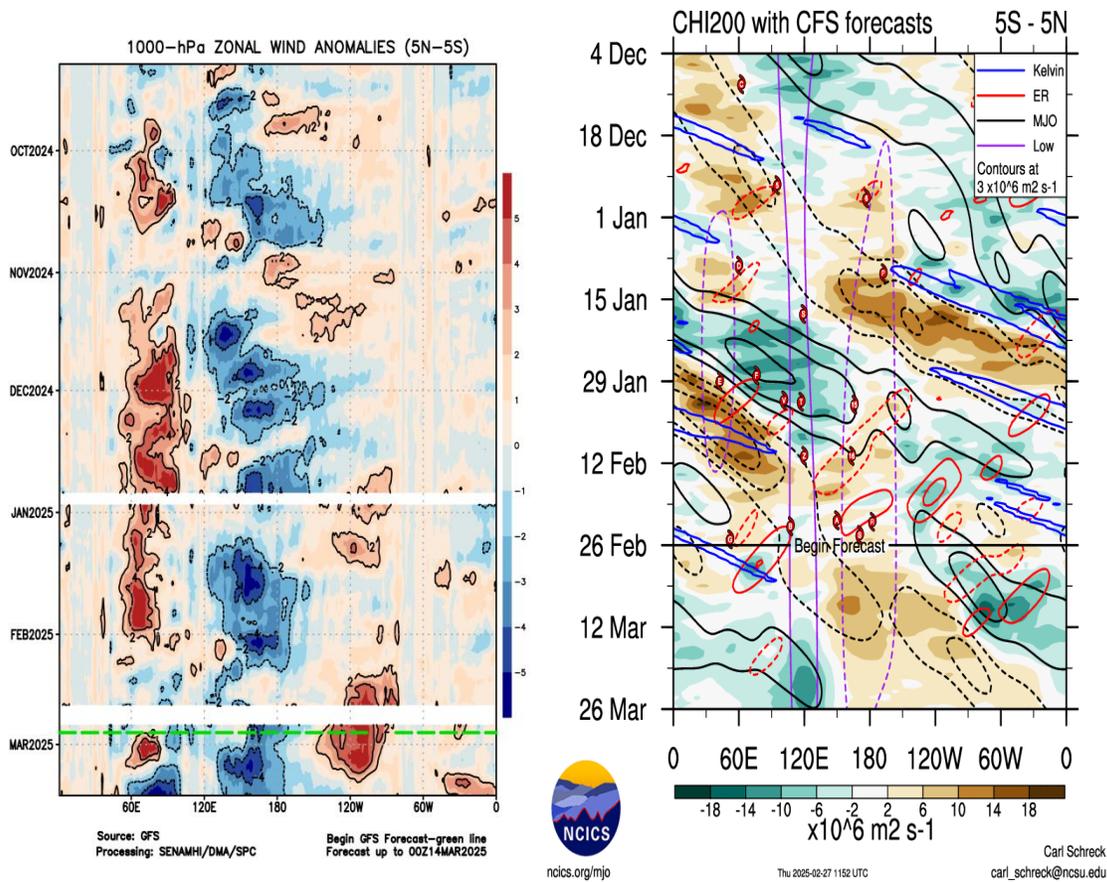


Figura 7. Anomalías promedio de viento zonal y velocidad potencial entre los 5°N y 5°S (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) velocidad potencial en 200 hPa. Fuente: GFS (2a) y CFS (2b). Procesamiento: SENAMHI (a), NOAA (b).

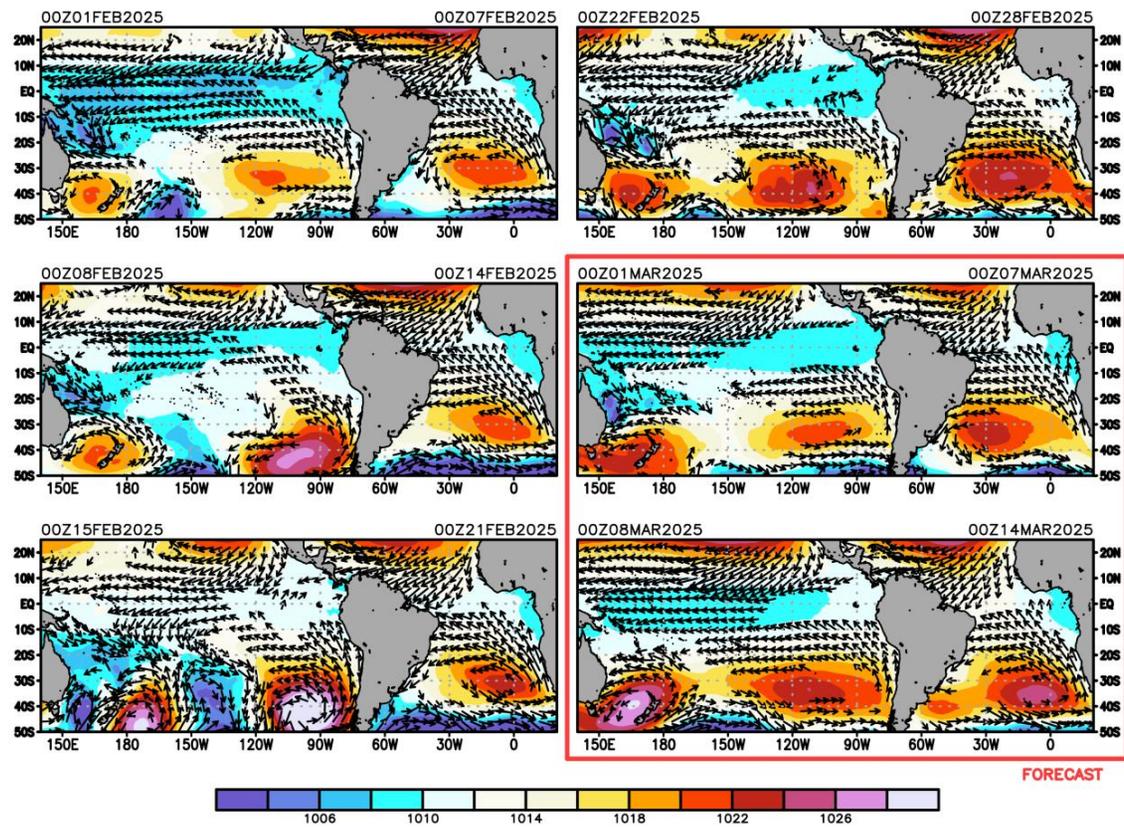


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 01 de febrero al 28 de febrero de 2025. Pronóstico: del 01 al 14 de marzo del 2025. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

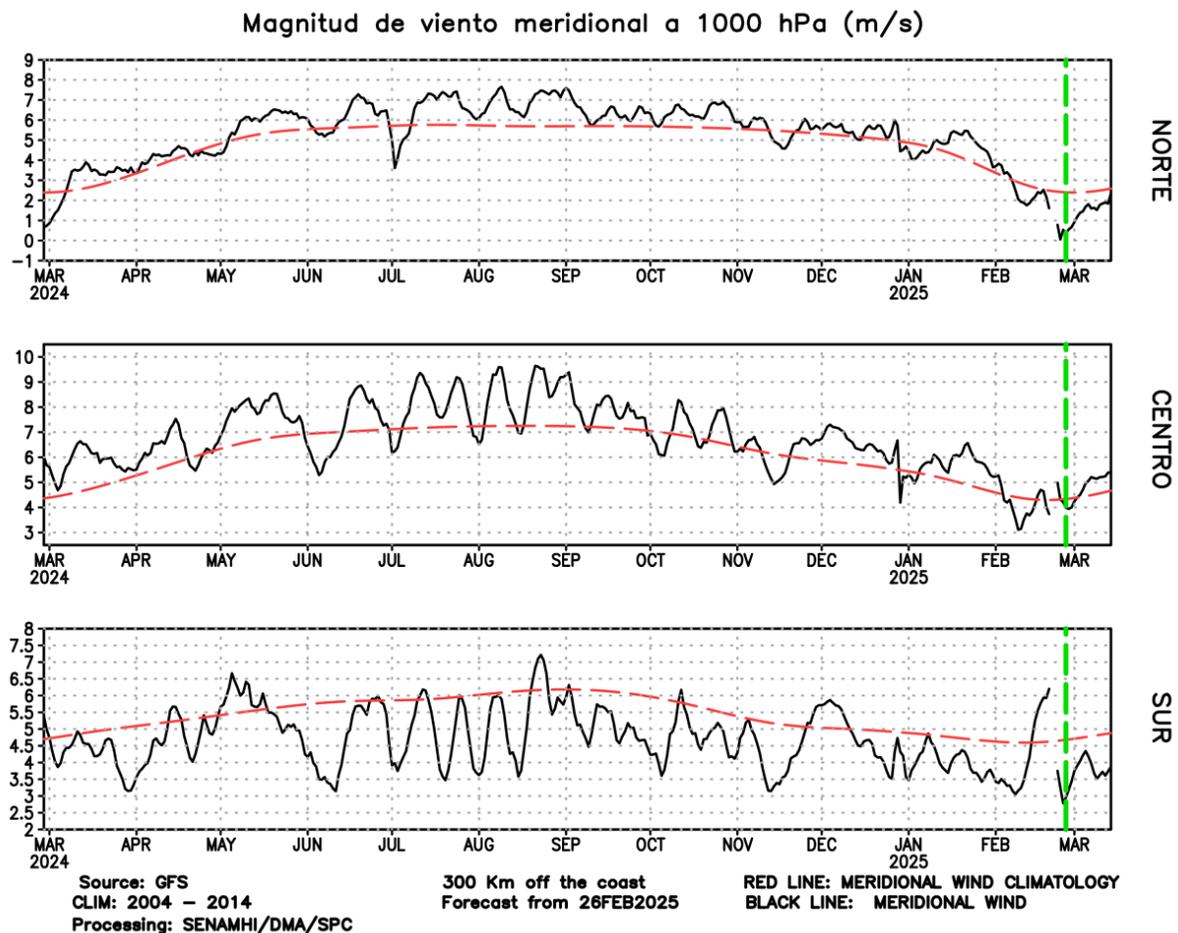


Figura 9. Magnitud de viento meridional (línea negra sólida) y Climatología (línea roja discontinua) (m/s) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú (300 Km fuera de la costa). Fuente: GFS. Análisis: 01 marzo 2024 al 25 de febrero de 2025. Pronóstico: del 26 de febrero al 14 de marzo del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

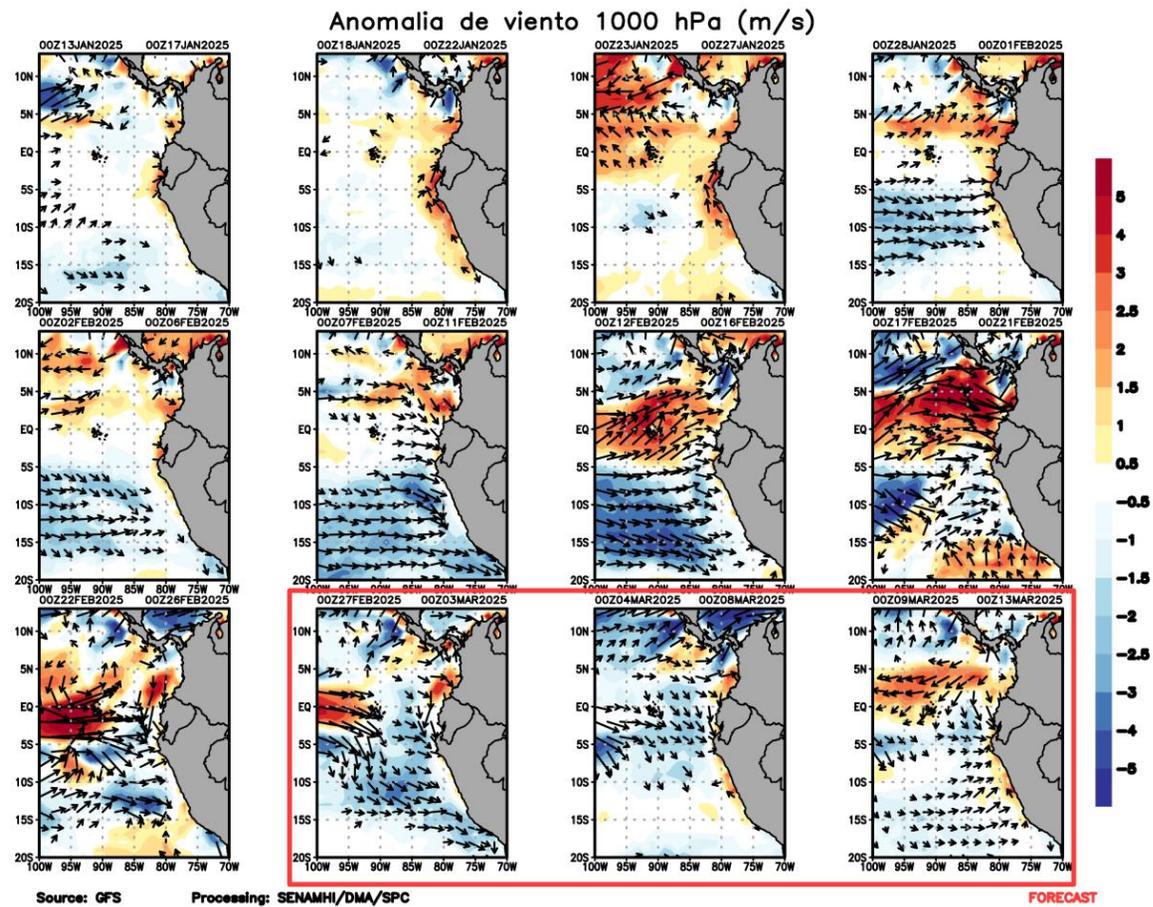


Figura 10. Anomalia de viento a 1000 hPa (flechas negras sólidas) y magnitud de la anomalía (sombreado) (m/s) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú. Fuente: GFS. Análisis: 13 de enero del 2024 al 26 febrero 2025. Pronóstico: del 27 de febrero al 13 de marzo del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

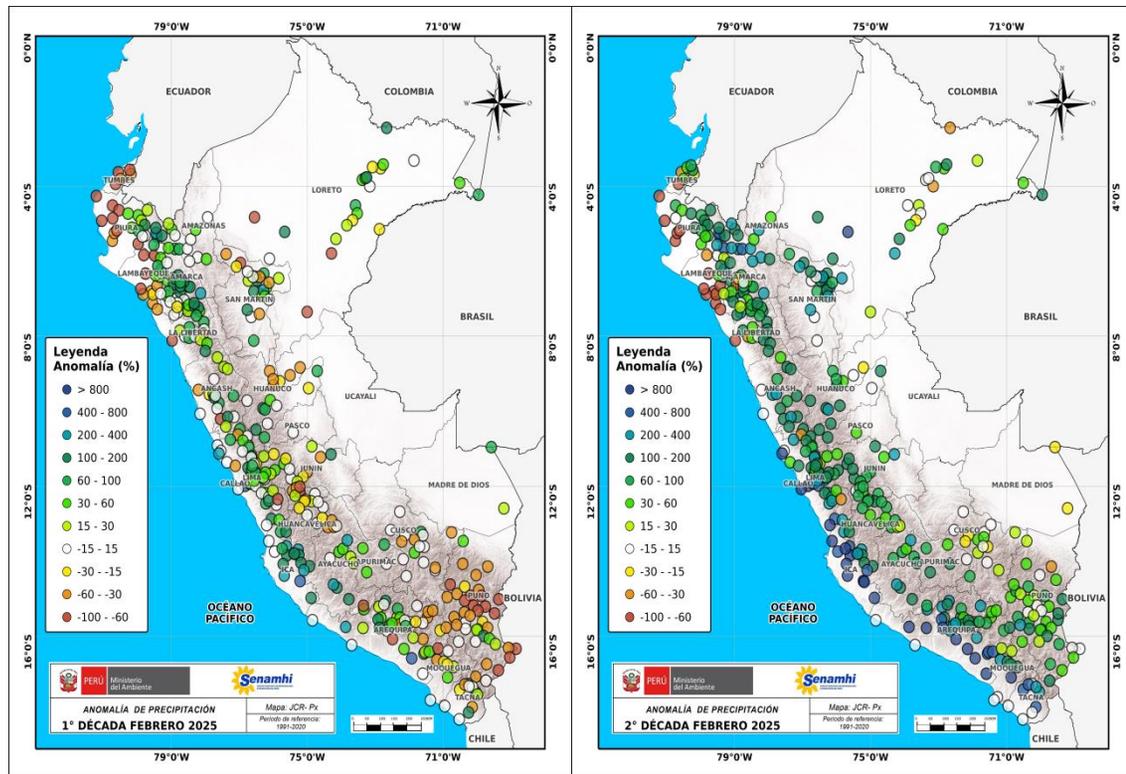


Figura 11. Anomalia mensual (izquierda) y decadal (derecha e inferior) de precipitación para el mes de enero del 2025, 1ra y 2da década de febrero 2025 a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

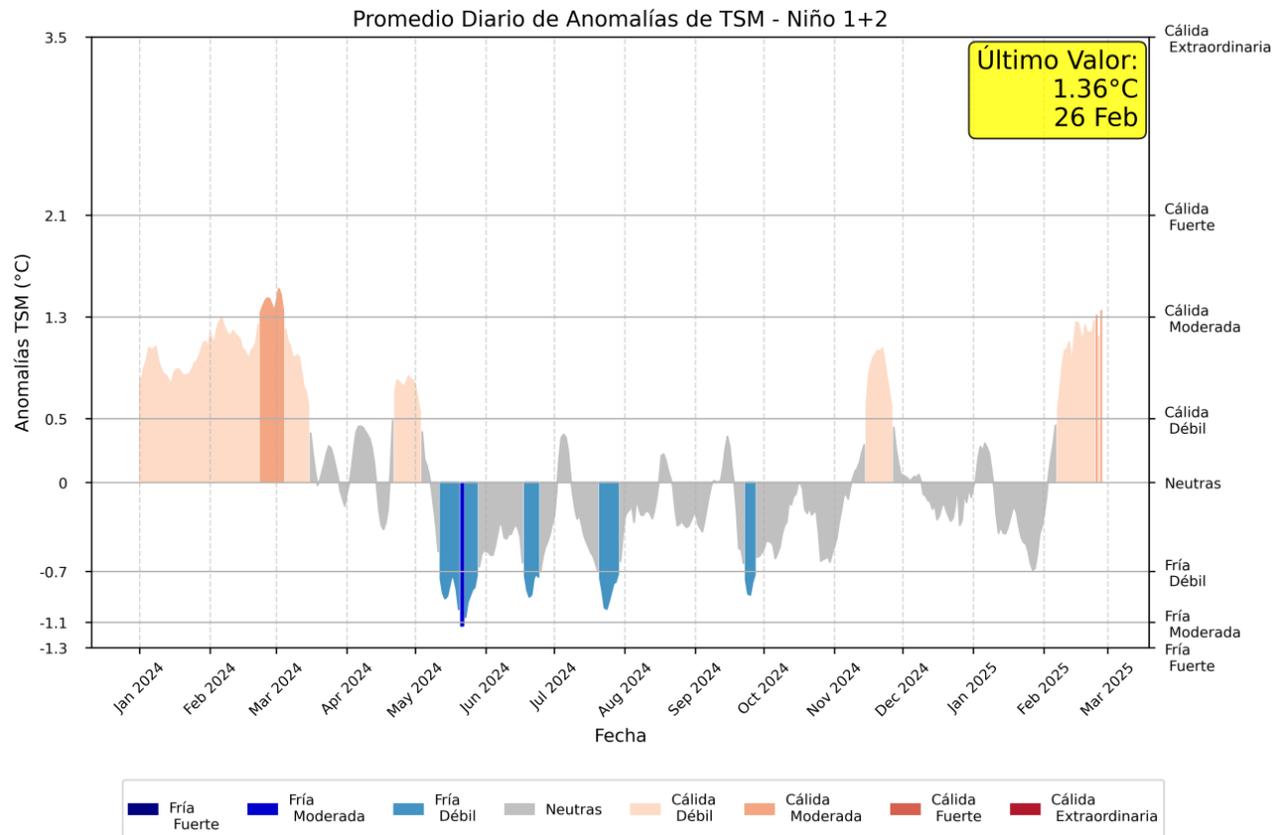


Figura 12. Promedio diario de anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Período 01 enero 2024 - 26 febrero 2025. Fuente OISST – NOAA. Procesamiento SENAMHI.

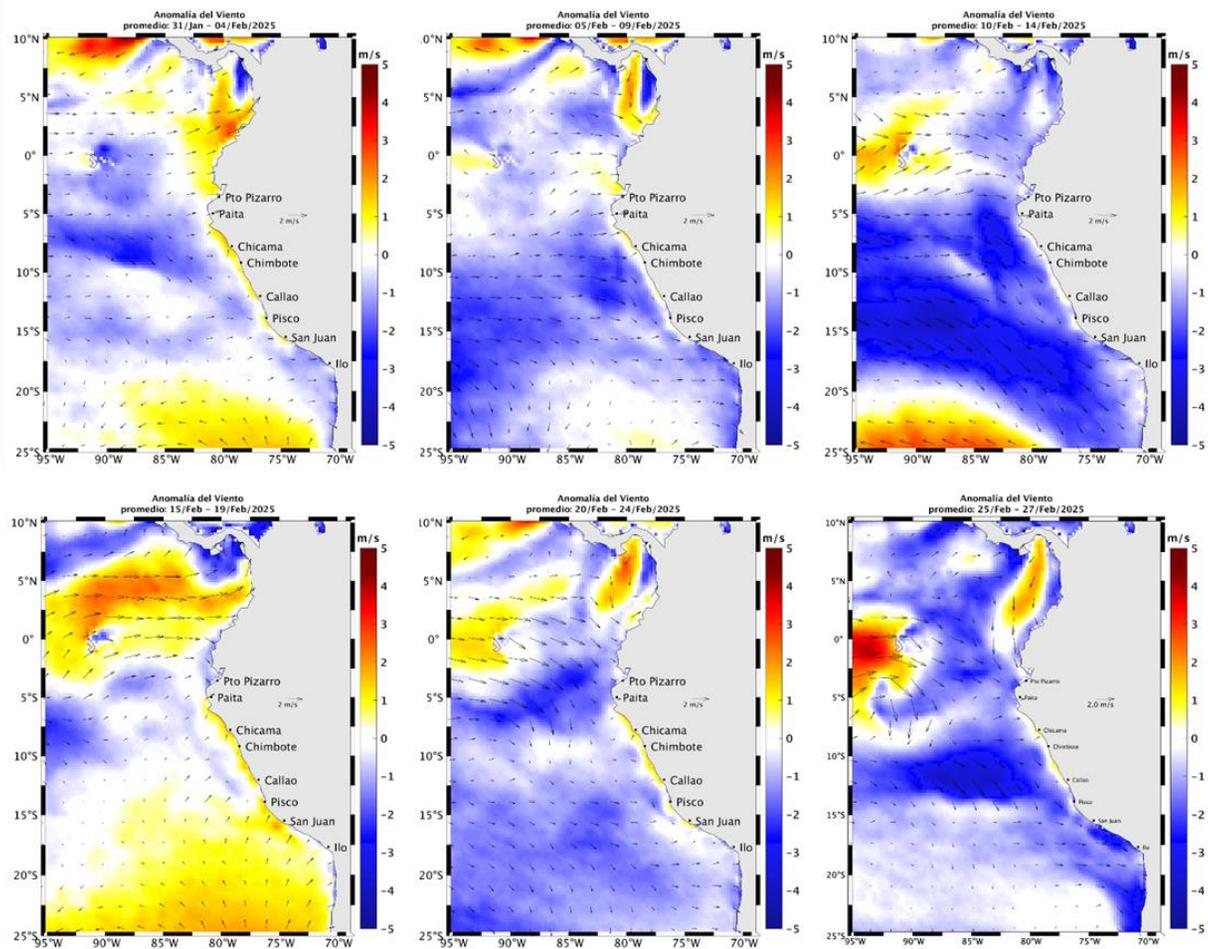
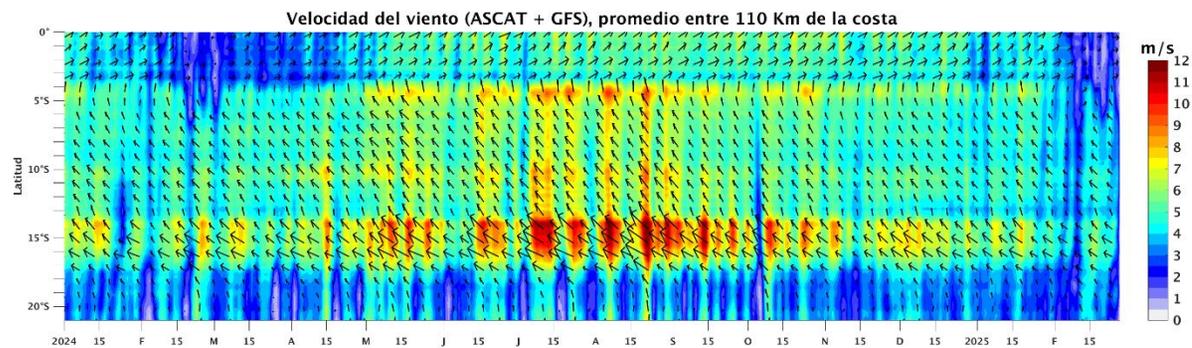


Figura 13. Mapas pentadales de la anomalía del viento superficial frente a la costa entre el norte de Panamá y el norte de Chile (31 de enero al 27 de febrero 2025). Fuente: modelo GFS. Climatología 2000 – 2014. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC, IMARPE.

a)



b)

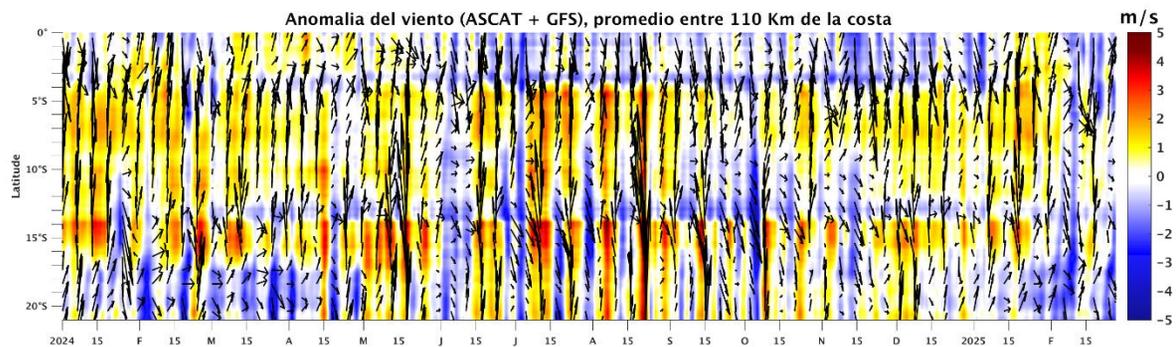


Figura 14. Viento Satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento ( $\text{ms}^{-1}$ ), b) Anomalia de la velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ). Fuente: GFS (desde 1 de enero del 2024), Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 27 de febrero 2025.

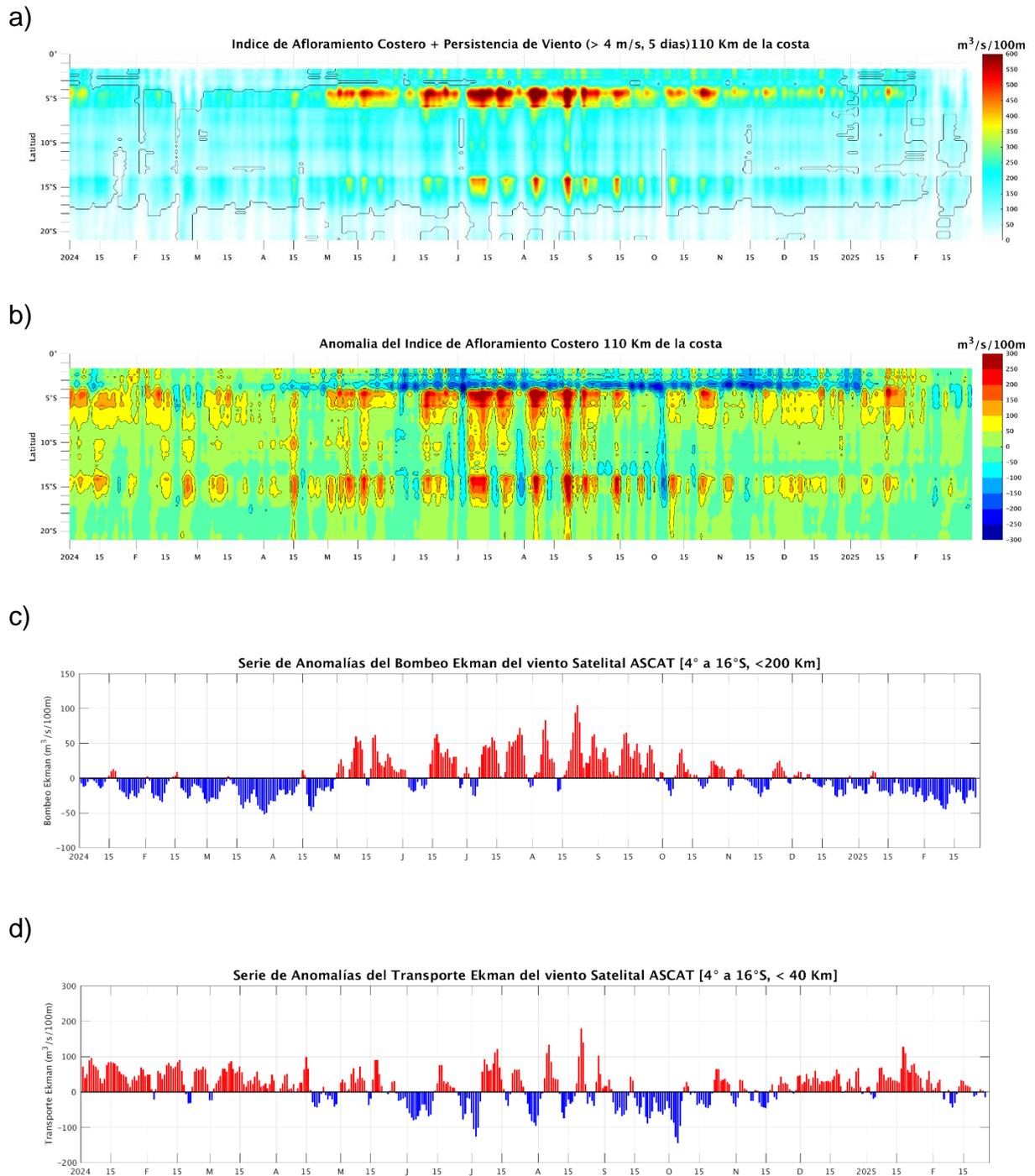


Figura 15. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ), b) Anomalia del IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km y d) Anomalia del Transporte Ekman dentro de los 40km ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 27 de febrero 2025.

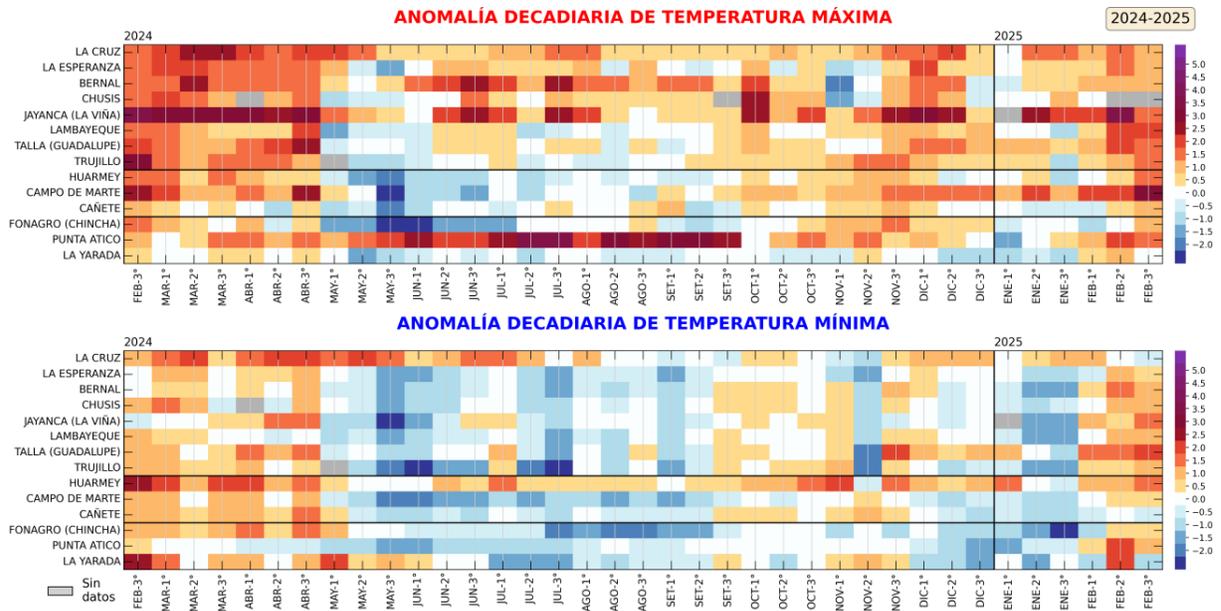


Figura 16. Anomalías decadiarias (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

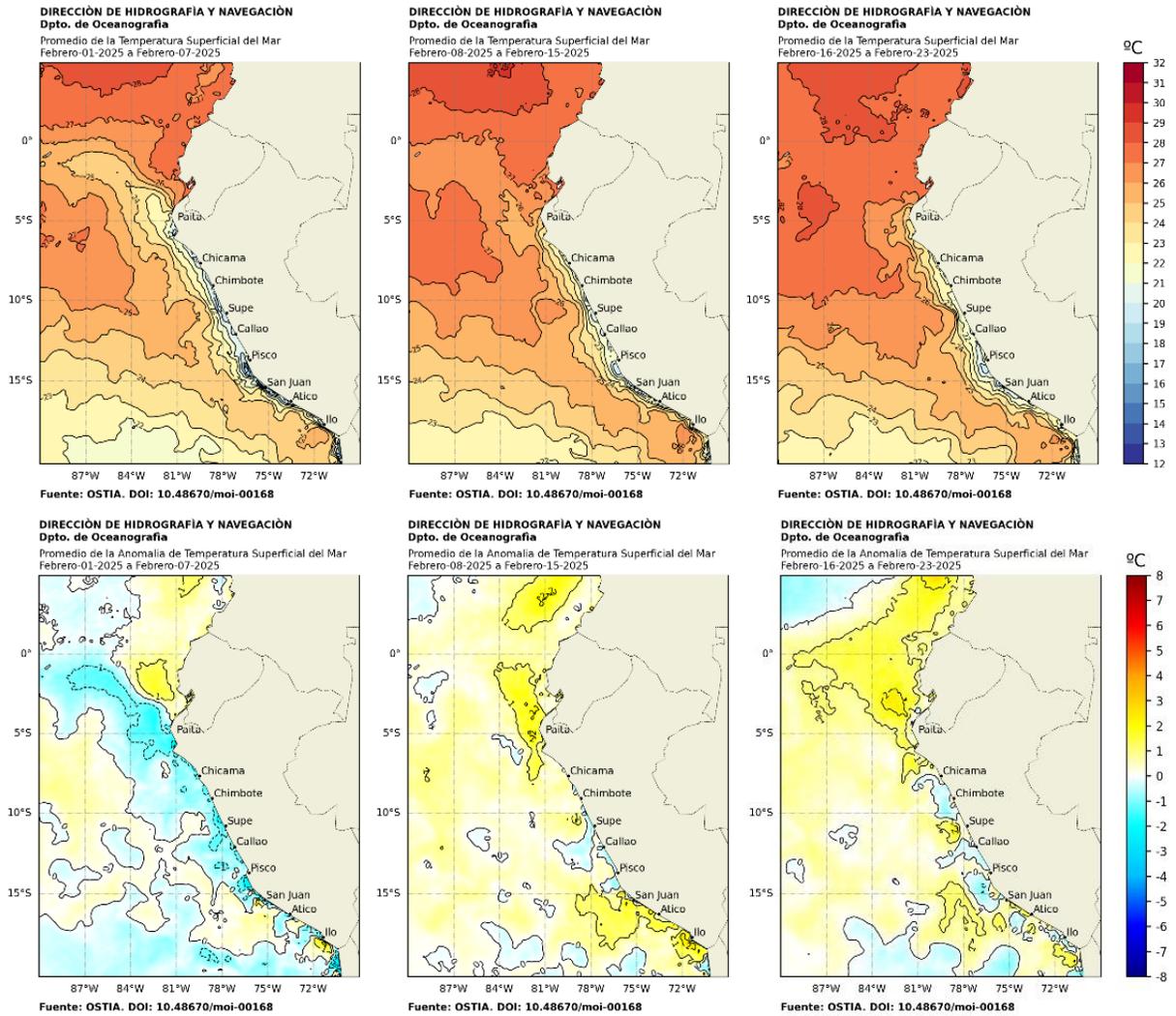
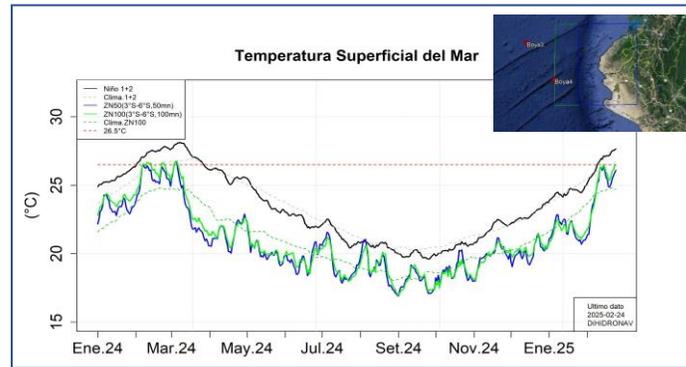


Figura 17. Distribución semanal de temperatura y anomalía superficial del mar (TSM), del 01 al 25 de febrero 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

a)



b)

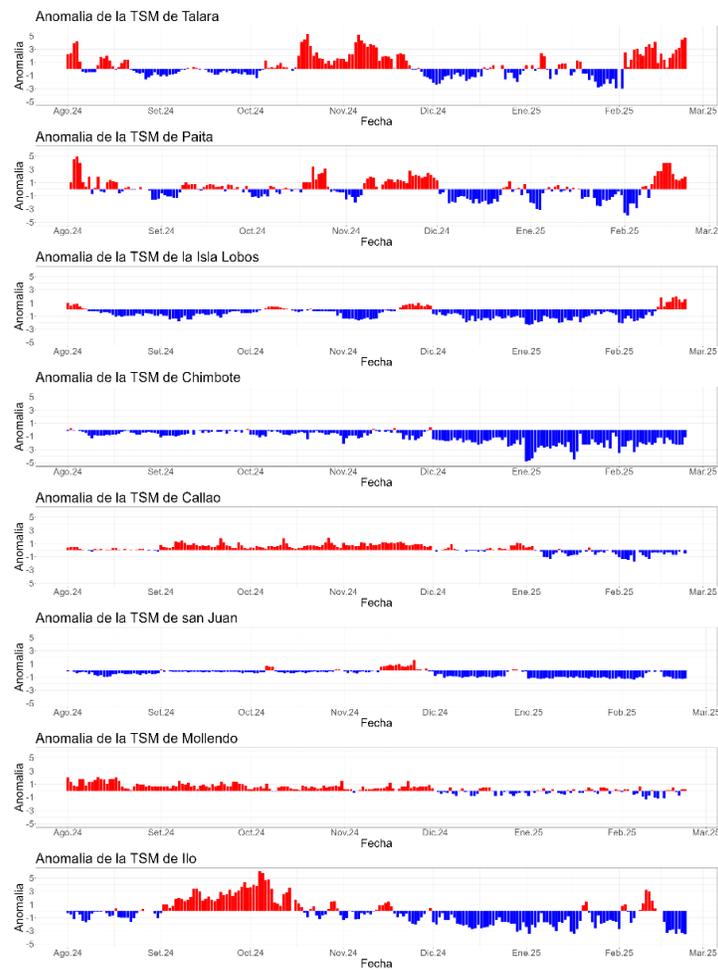


Figura 18. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S - 6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 24 de febrero 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de agosto 2024 al 24 de febrero 2025. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

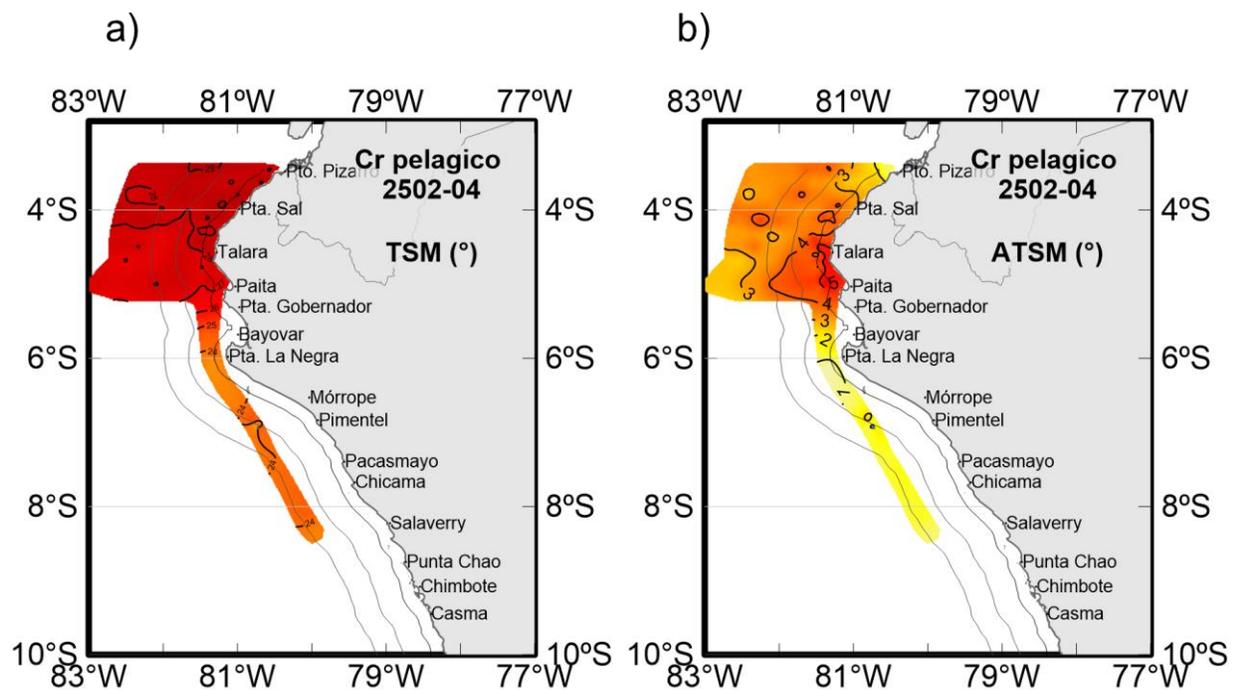


Figura 19. Distribución de la TSM (a) y ATSM (b) registrado en lo que va del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Cr. 2502-04 a bordo del BIC José Olaya y BIC Flores, registradas entre el 23 y el 27 de febrero de 2025. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

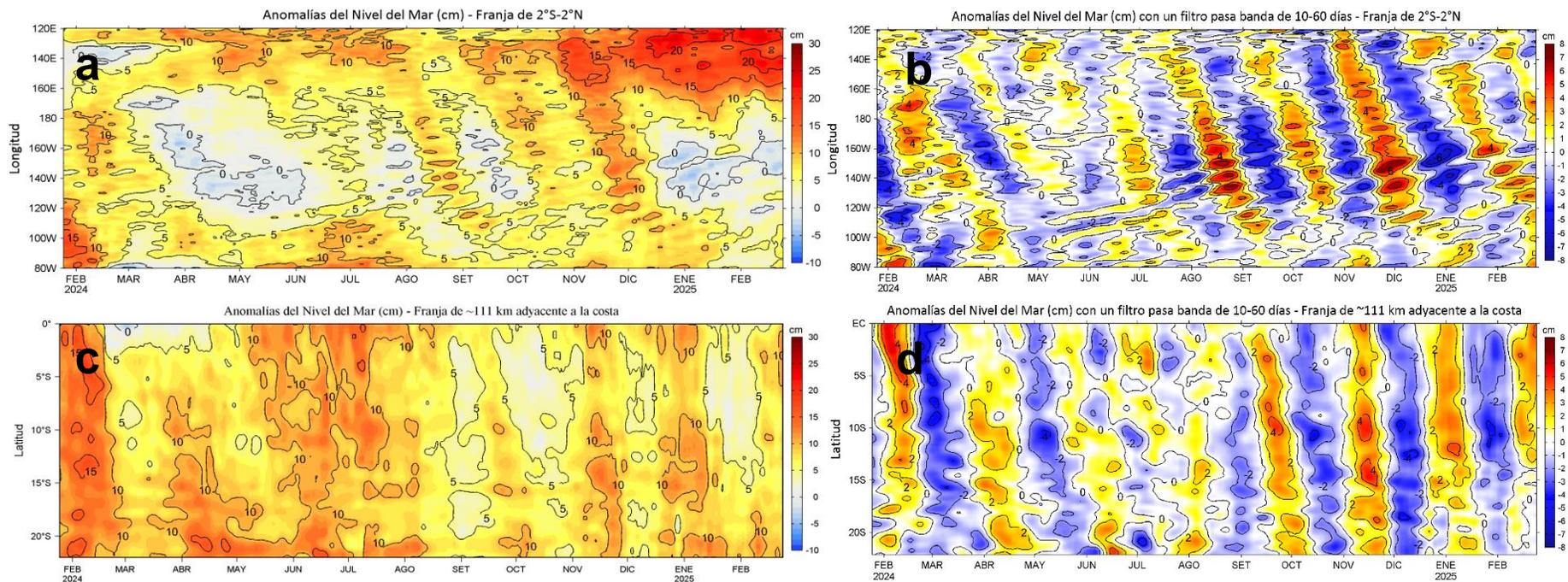


Figura 20. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S - 2°N en el sector ecuatorial (a y b, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (c y d, panel inferior), para los últimos trece meses hasta el 24 de febrero de 2025, sin filtrar (a, c, lado izquierdo) y con un filtro pasa-banda 10-60 días (b y d, lado derecho). Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

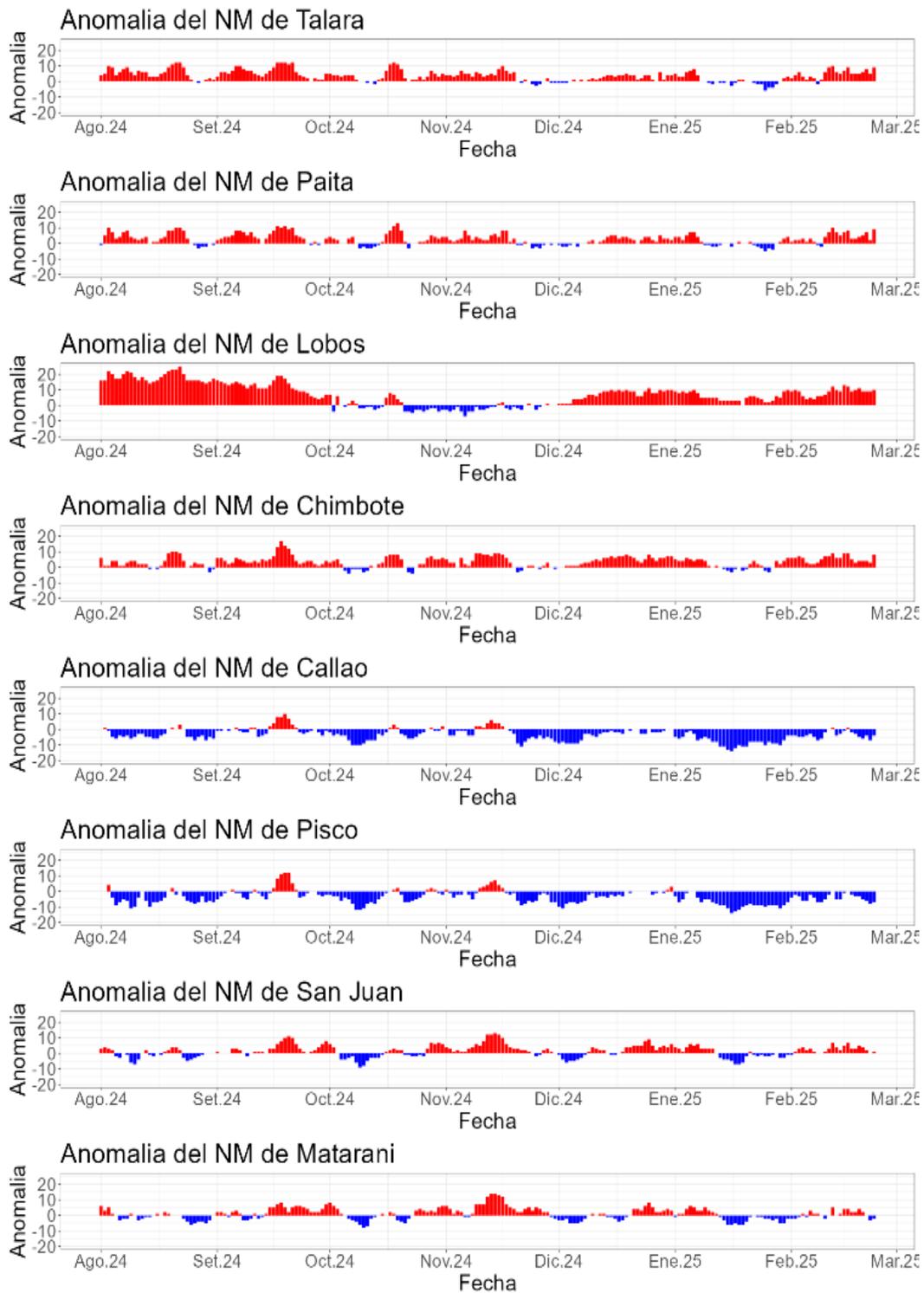
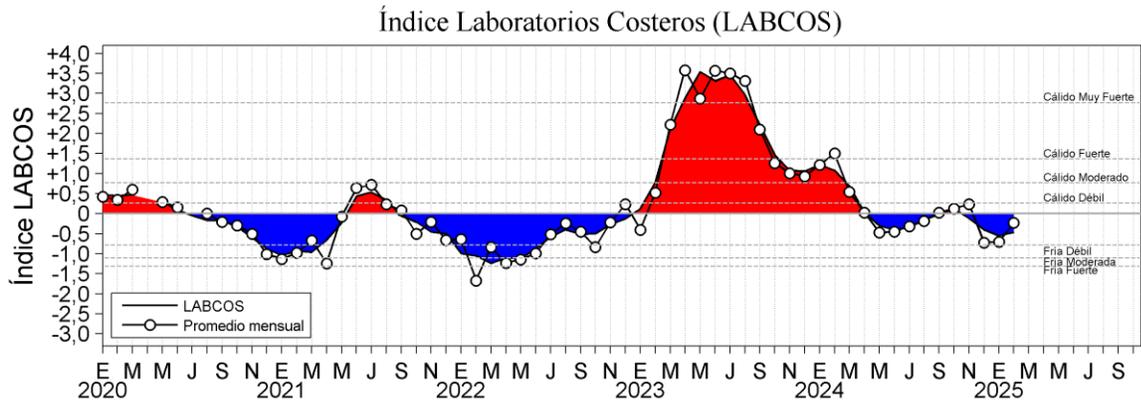


Figura 21. Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de agosto 2024 al 24 de febrero 2025. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

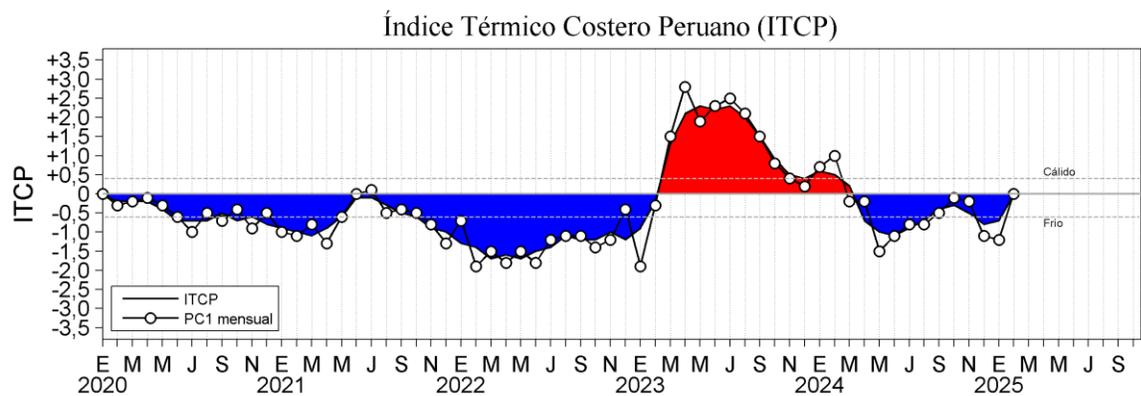


Figura 22. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero del 2020 a febrero del 2025.

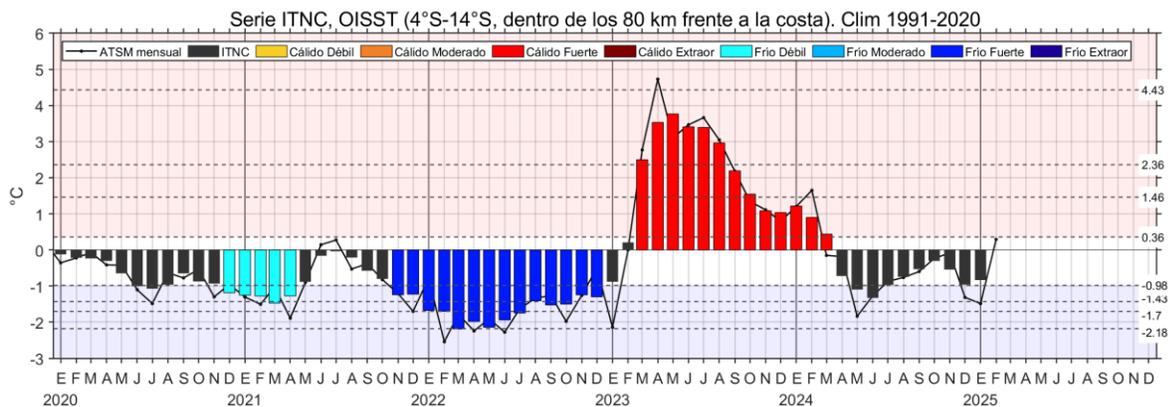


Figura 23. Serie de tiempo del Índice Térmico Norte-Centro (ITNC), en base a la media móvil de tres meses de la anomalía de TSM mensual para la banda de 40 km adyacente a la costa entre los 4°S y 14°S. Climatología 1991-2020. Fuente de datos: OISST. Umbrales: Fría Extraordinaria: -2,18; Fría Fuerte: -1,70; Fría Moderada: -1,43; Fría Débil: -0,98; Cálido Débil: 0,36; Cálido Moderado: +1,46; Cálido Fuerte: +2,36; y Cálido Extraordinario: +4,43.

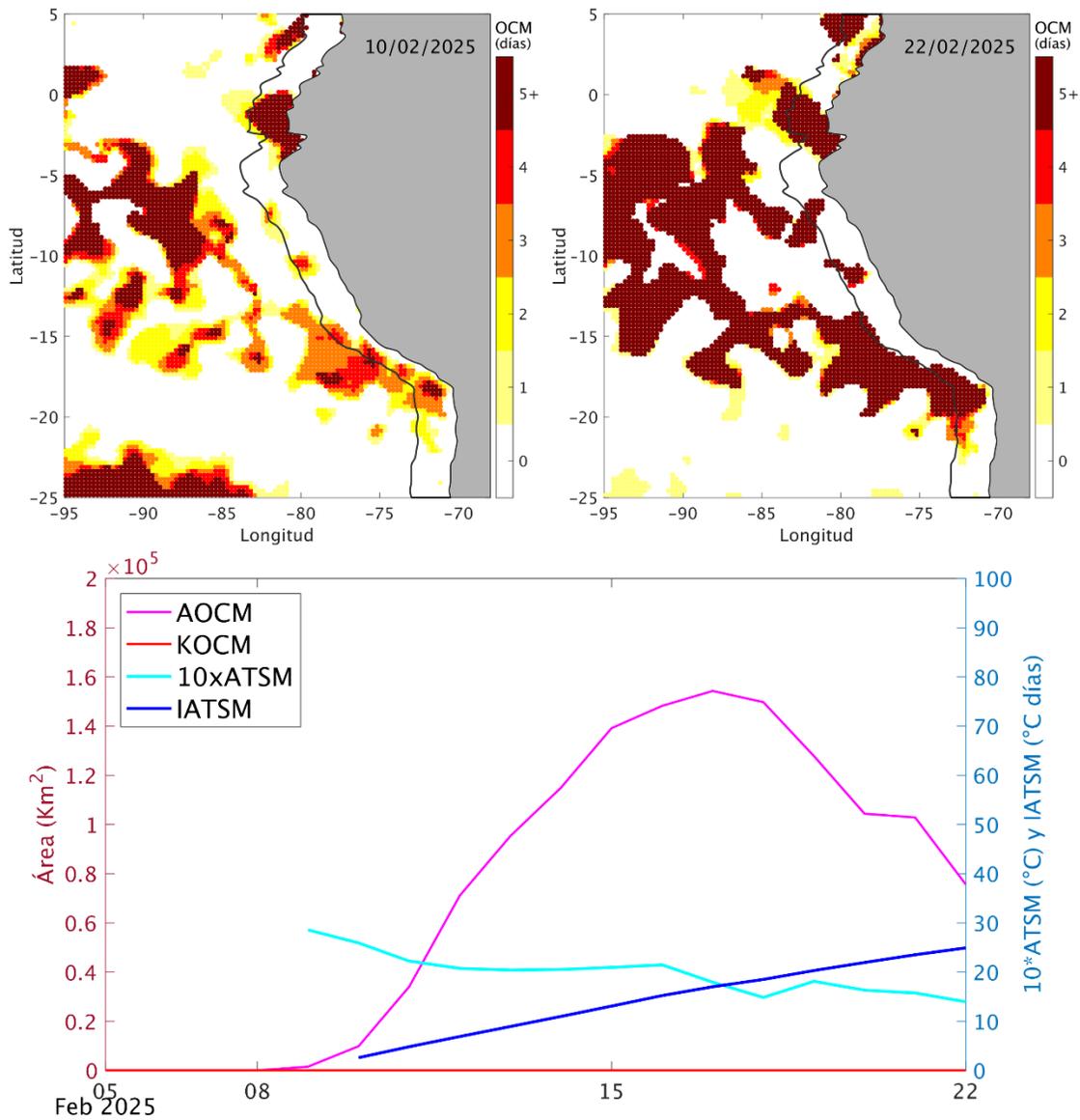
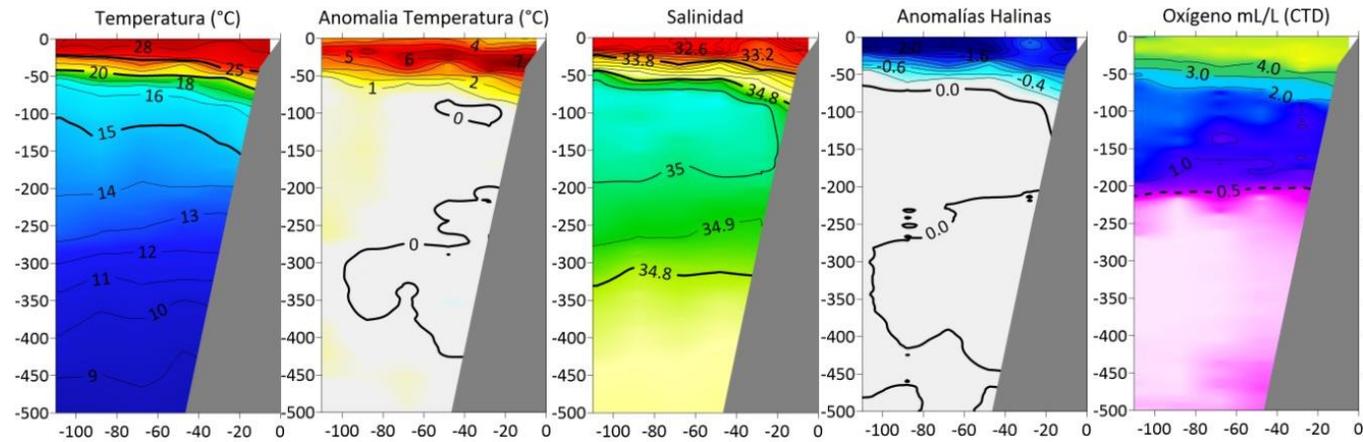


Figura 24. Distribución espacial de la condición de ola de calor marina (OCM) entre los 2°S y 25°S, 70°W y 95°W el 05 de febrero del 2025 (a) y el 22 de febrero del 2024 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando 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<sup>2</sup>); área de la extensión de la OCM donde la ATSM > +4 °C (KOCM, Km<sup>2</sup>); anomalía diaria de la TSM; y anomalía acumulada (IATSM; °C x días). Al 22 de febrero, la condición de OCM presenta una duración de 13 días y una anomalía acumulada de 24,91 °C x días. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

**Cr. Pelágico 25 02-04 - BIC Flores**  
**Sección Puerto Pizarro (24-25 febrero del 2025)**



**Sección Paita, 27 febrero 2025 (BIC Olaya); base 1991-2020**

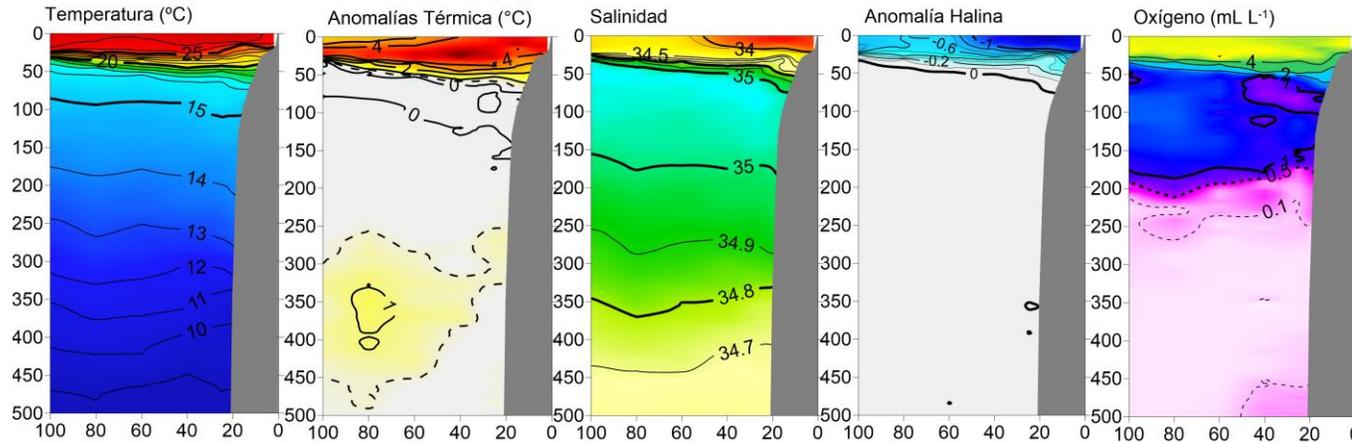


Figura 25. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Puerto Pizarro dentro de las 100 mn, entre el 24 y 25 de febrero de 2025 (arriba) y frente a Paita el 27 de febrero (abajo), durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Cr. 2502-04. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

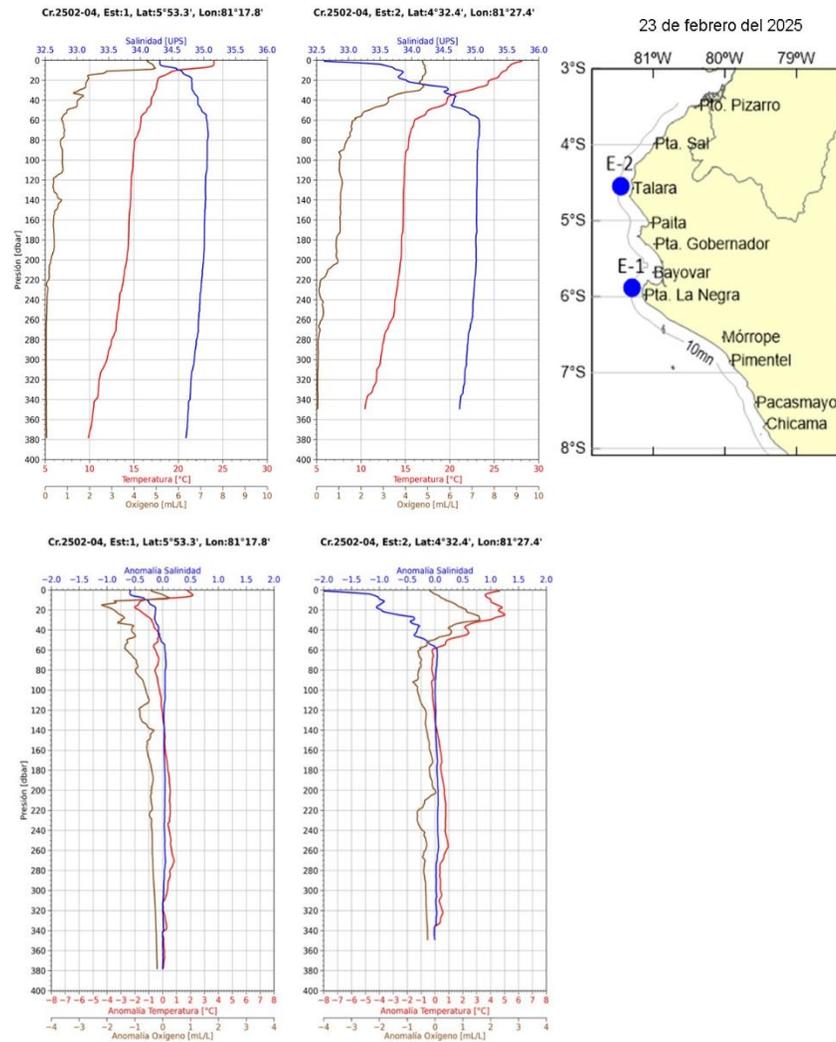


Figura 26. Arriba: Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto frente a Talara y Punta la Negra del 23 de febrero de 2025; abajo: Perfiles de anomalía de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto; derecha: ubicación de las estaciones (Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, 2502-04). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

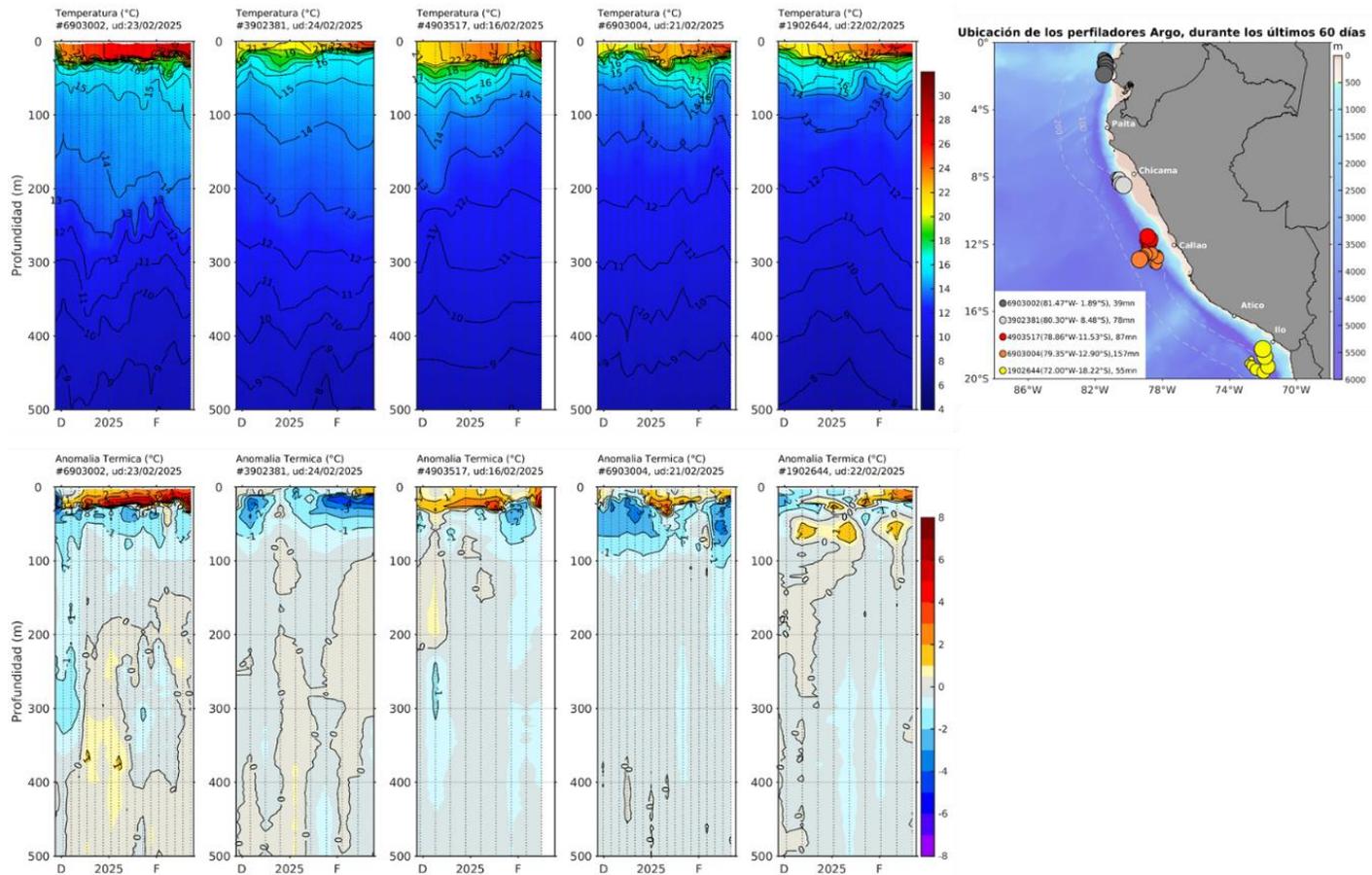


Figura 27. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (diciembre 2024 y enero 2025). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

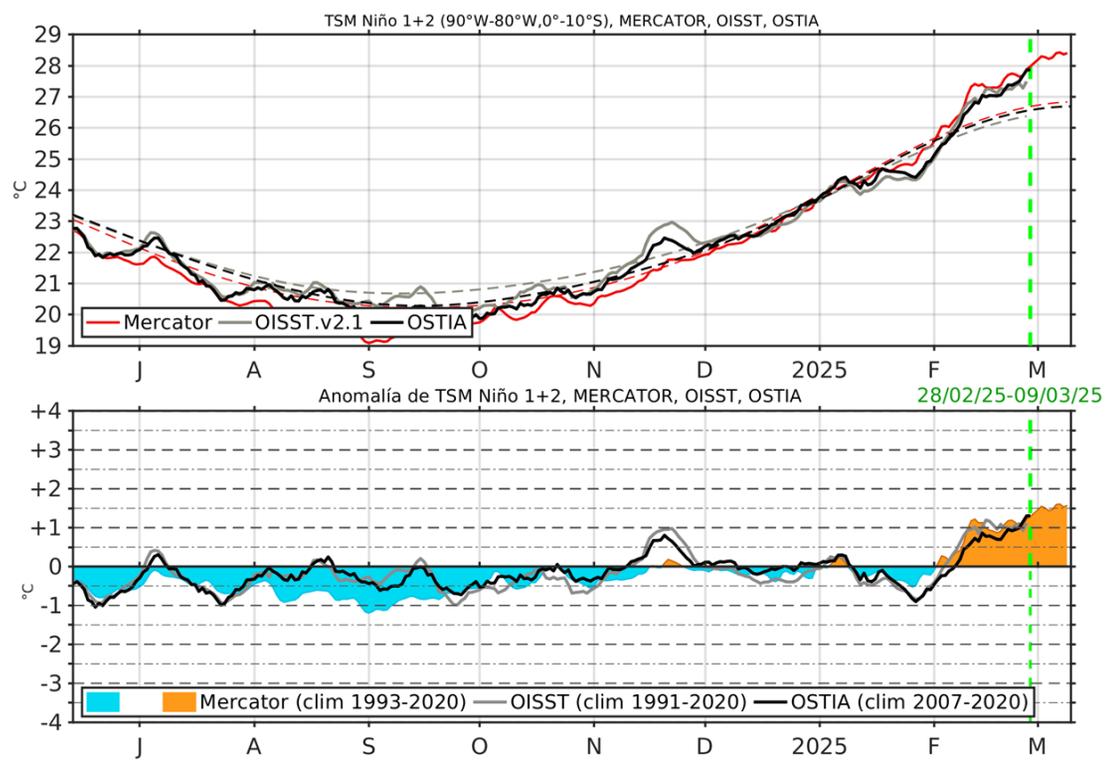


Figura 28. Temperatura superficial del mar (TSM) observada y pronosticada hasta el 9 de marzo en la región Niño 1+2. Arriba: MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro); y abajo: anomalía de TSM, MERCATOR (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro).

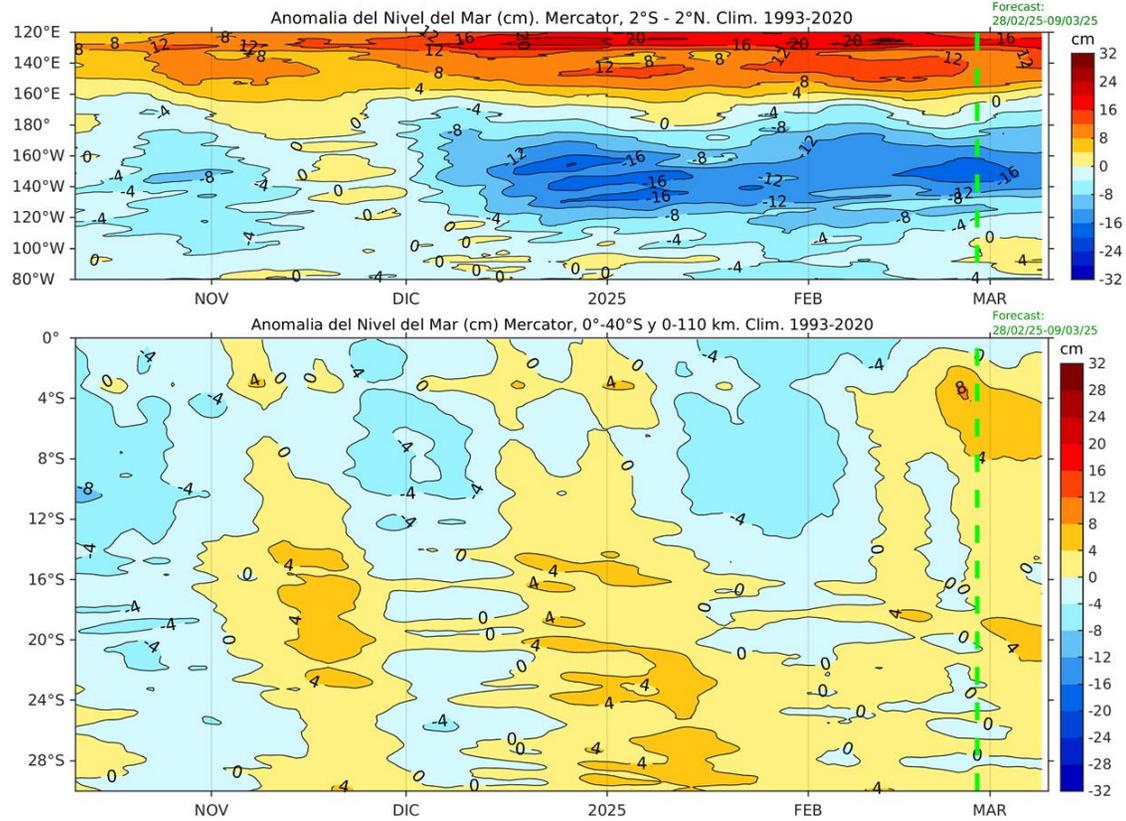


Figura 29. Anomalia de nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo) y pronóstico hasta el 9 de marzo. Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

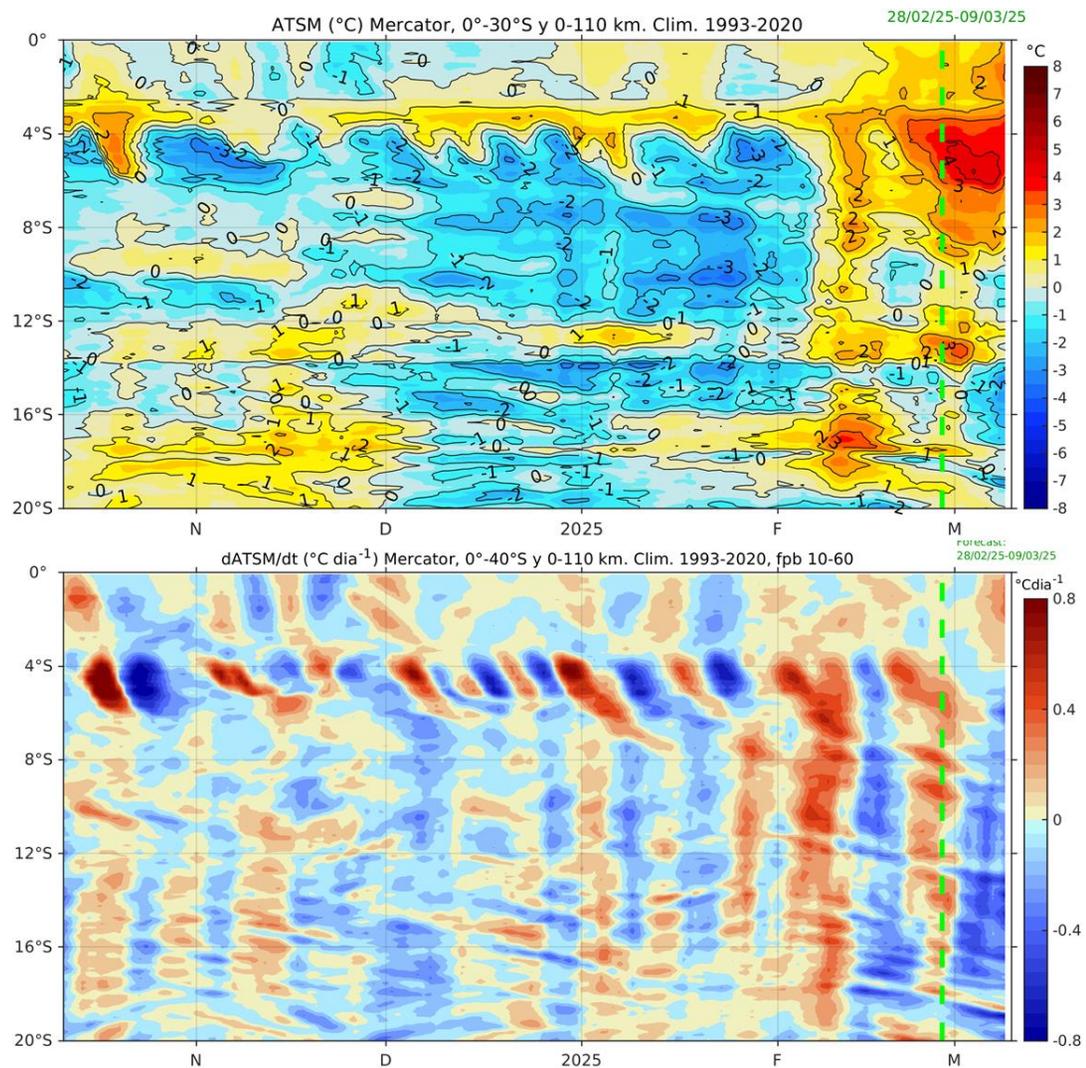


Figura 30. Anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) dentro de los 80 mn frente a la costa (arriba) y tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 km frente a la costa (abajo), pronosticadas hasta el 9 de marzo. Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

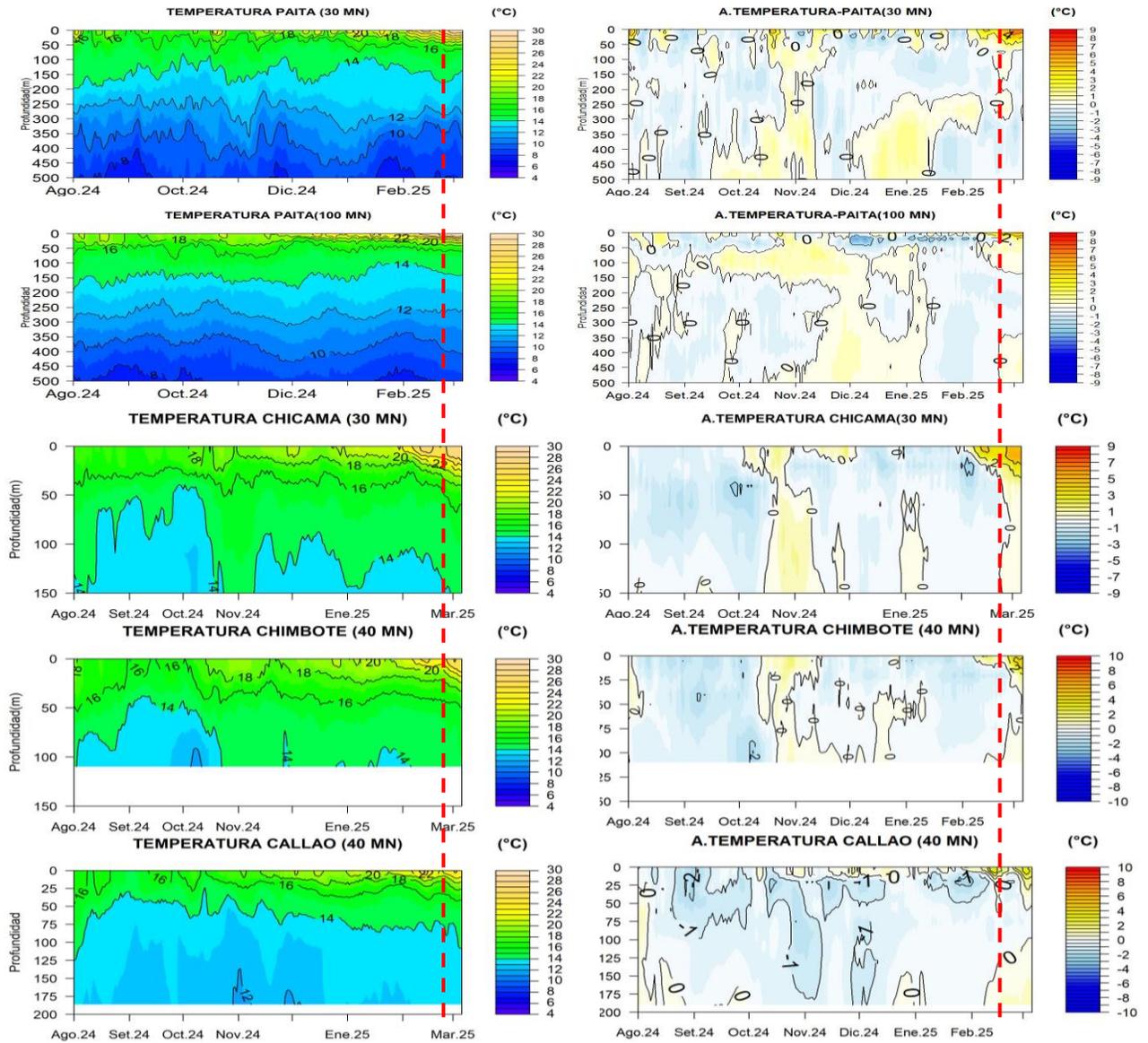
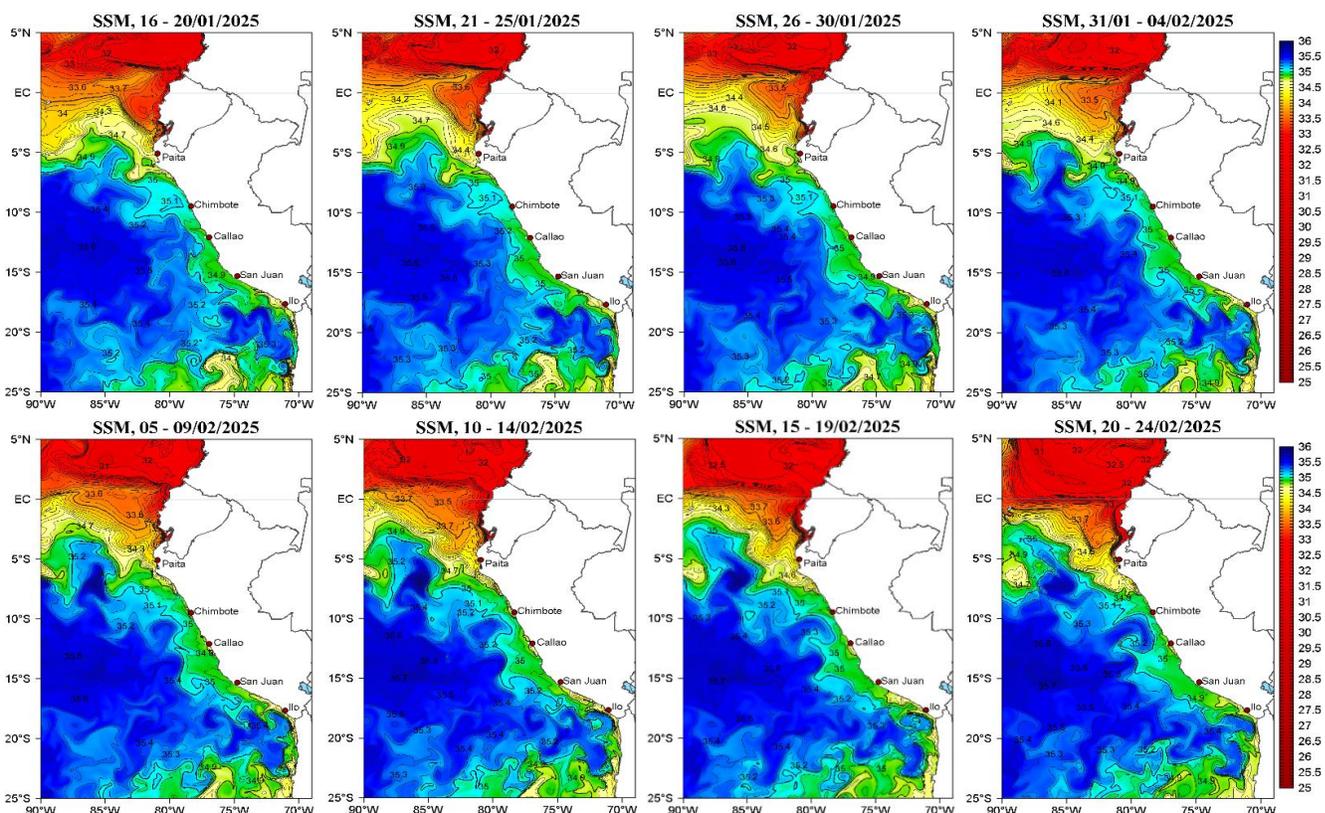


Figura 31. Pronóstico de temperatura subsuperficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (30 mn), b) Paita (100 mn), c) Chicama (30 mn), d) Chimbote (40 mn) y e) Callao (40 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

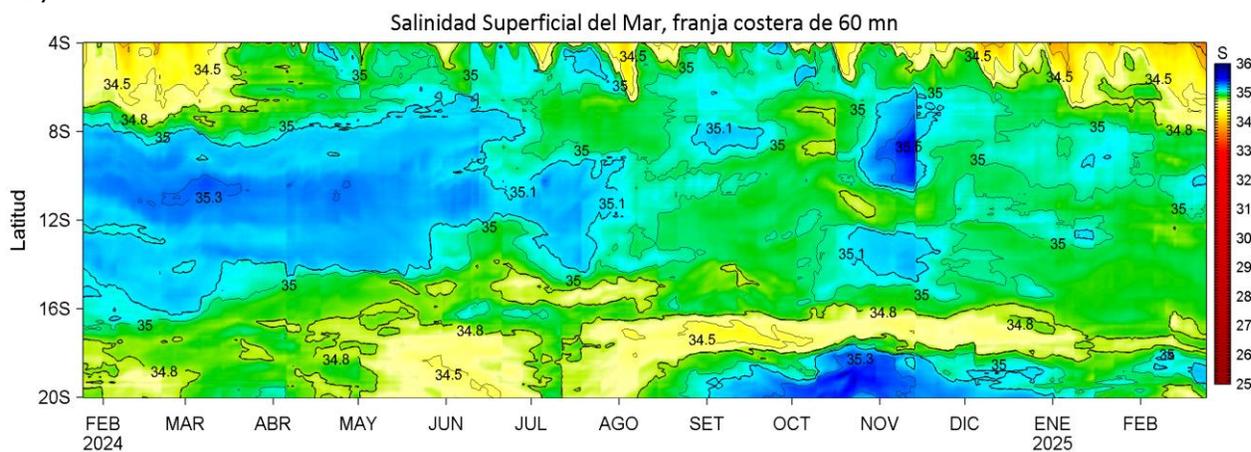


Figura 32. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 16 de enero y 24 de febrero del 2025. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 24 de febrero del 2025. Datos: GLOBAL\_ANALYSIS\_FORECAST\_PHY\_001\_024 (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](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/IMARPE.

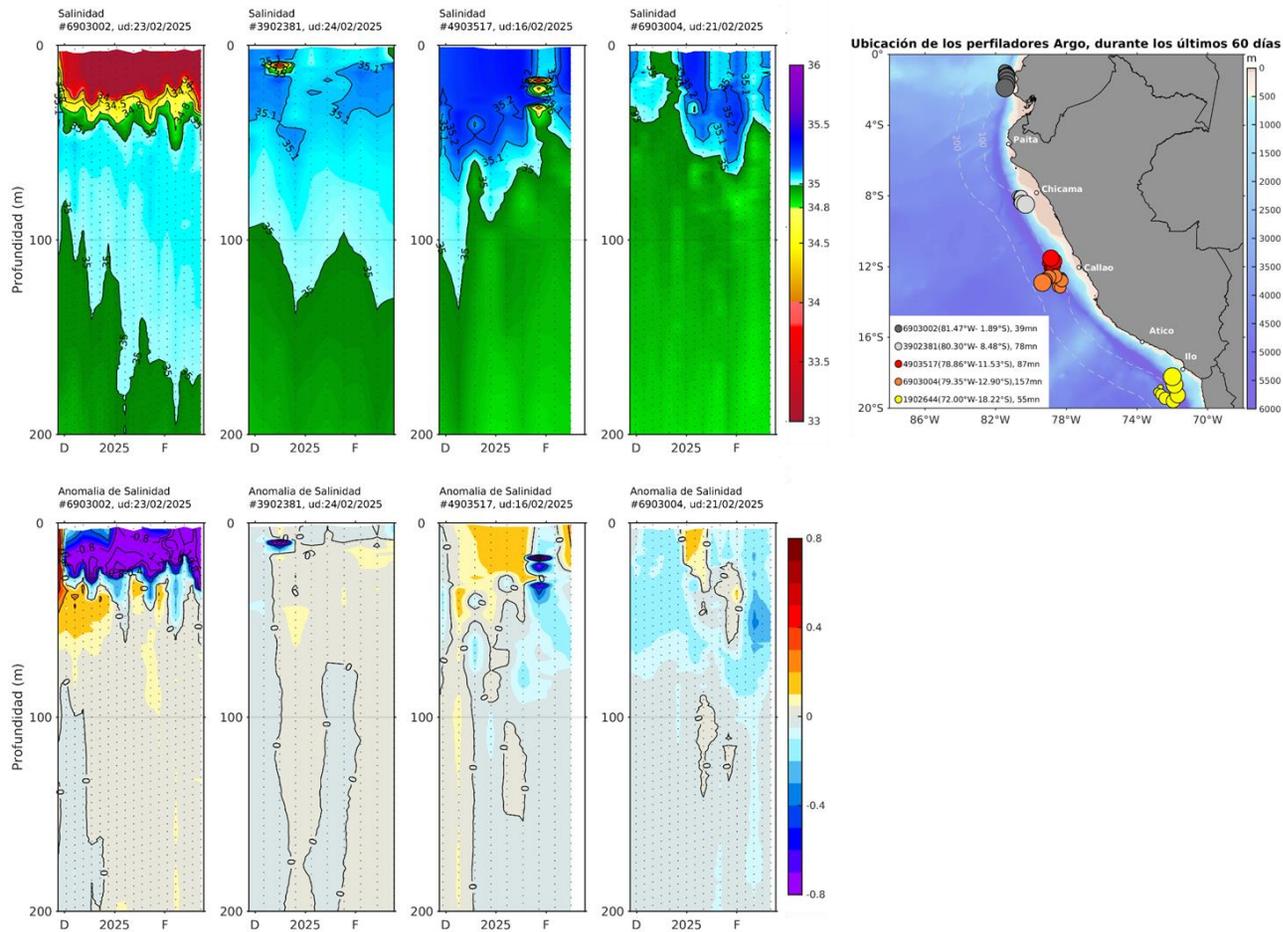
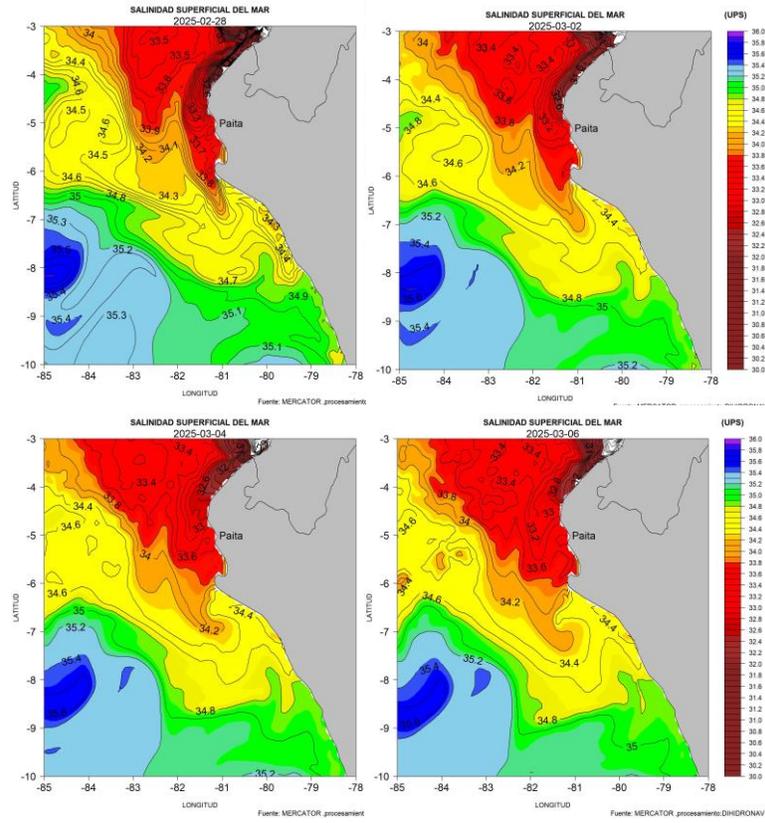


Figura 33. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

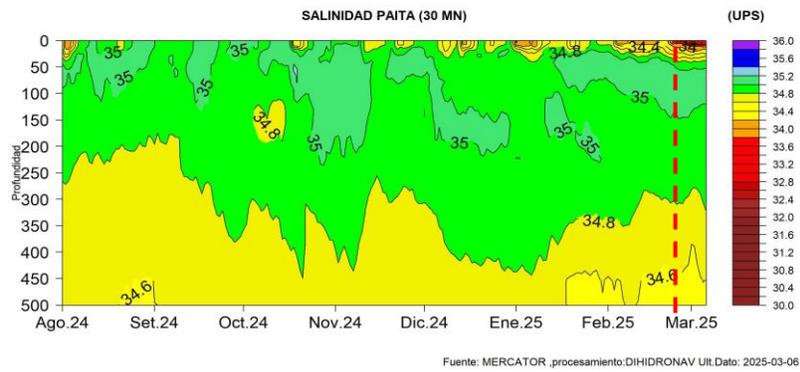


Figura 34. Pronóstico espacial de salinidad del mar superficial frente a la costa norte y centro de Perú para el periodo del 28 de febrero al 06 de marzo 2025. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

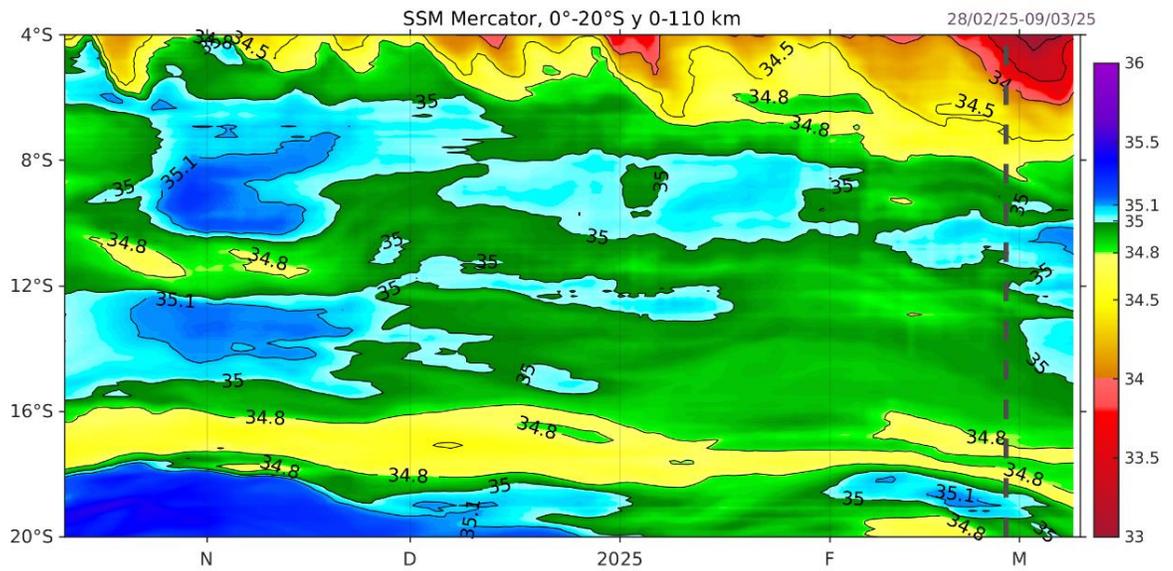
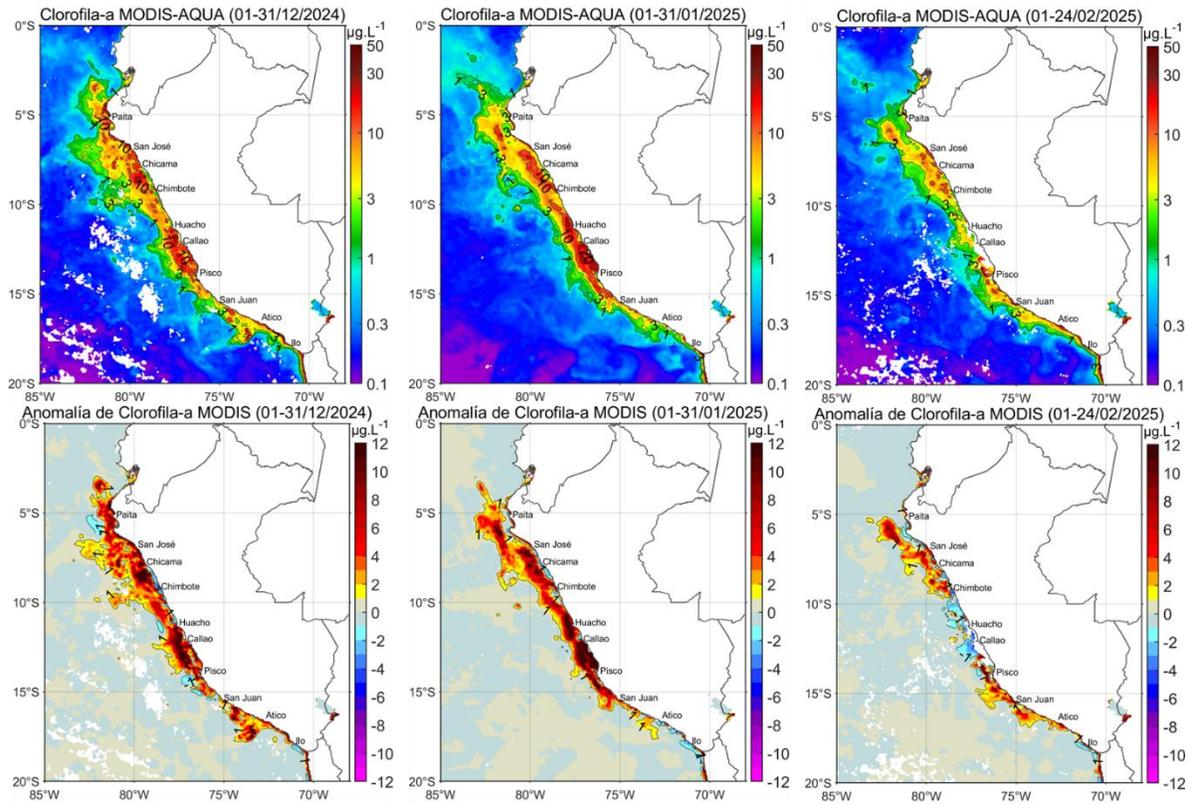


Figura 35. Salinidad Superficial del mar dentro de los 110 km frente a la costa, pronosticada hasta el 9 de marzo. Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

a)



b)

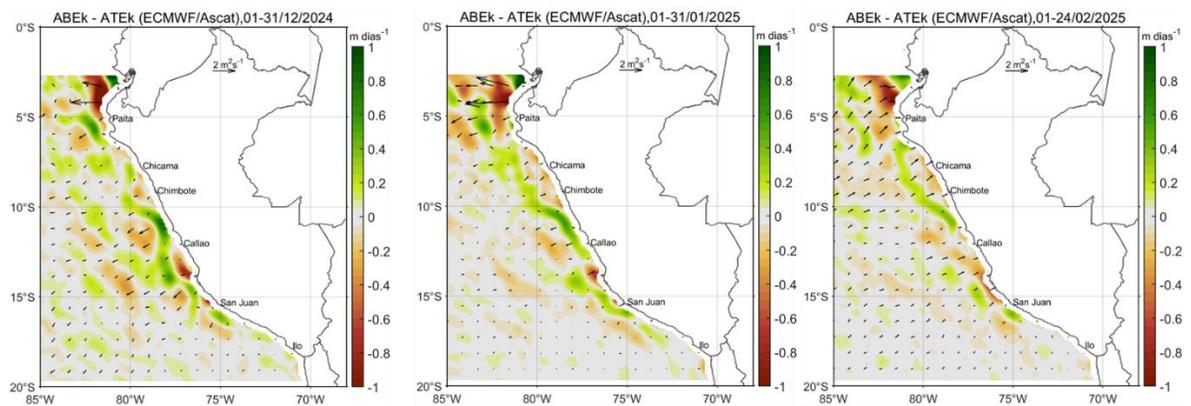


Figura 36. Distribución de la concentración de clorofila-a (a) superficial satelital ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel superior) y su anomalía ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel central); así como en (b) las anomalías de bombeo de Ekman (color) y anomalías del transporte de Ekman (flechas) (panel inferior) durante diciembre 2024 y enero y los primeros días de febrero de 2025 (de izquierda a derecha). La clorofila-a proviene de MODIS-AQUA, mientras que, los datos para el cálculo de bombeo y transporte Ekman de ECMWF/Ascet. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

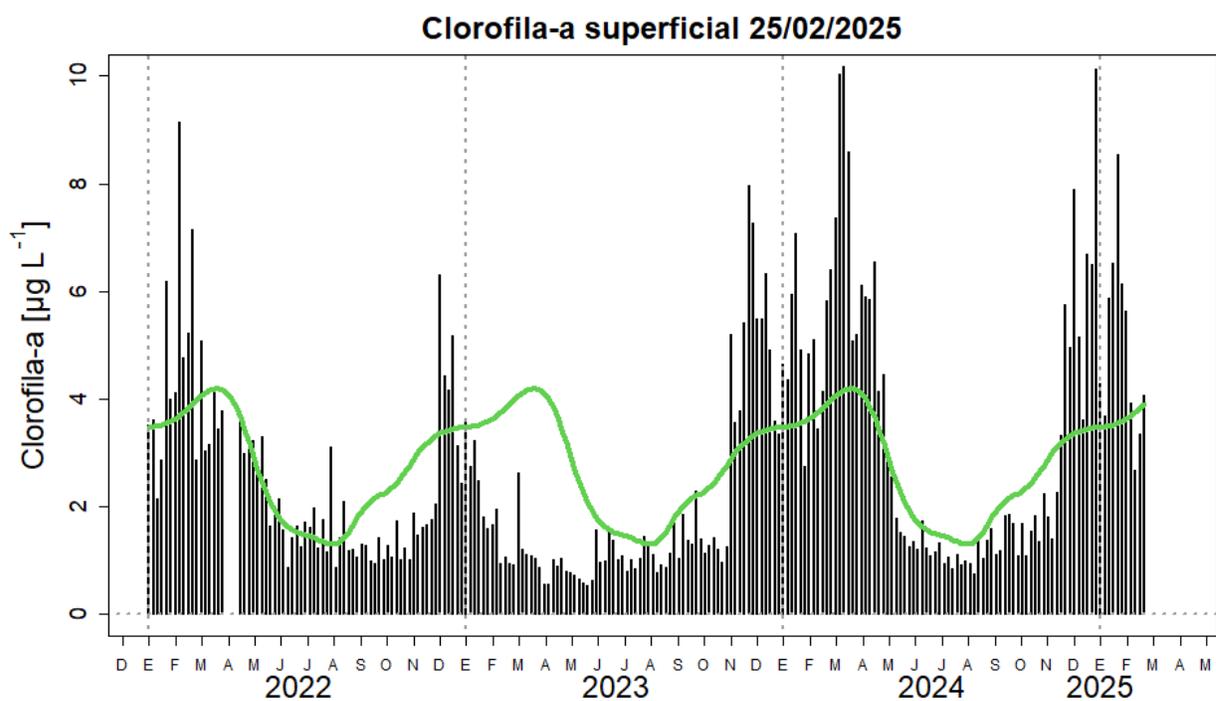


Figura 37. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) entre  $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$  y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

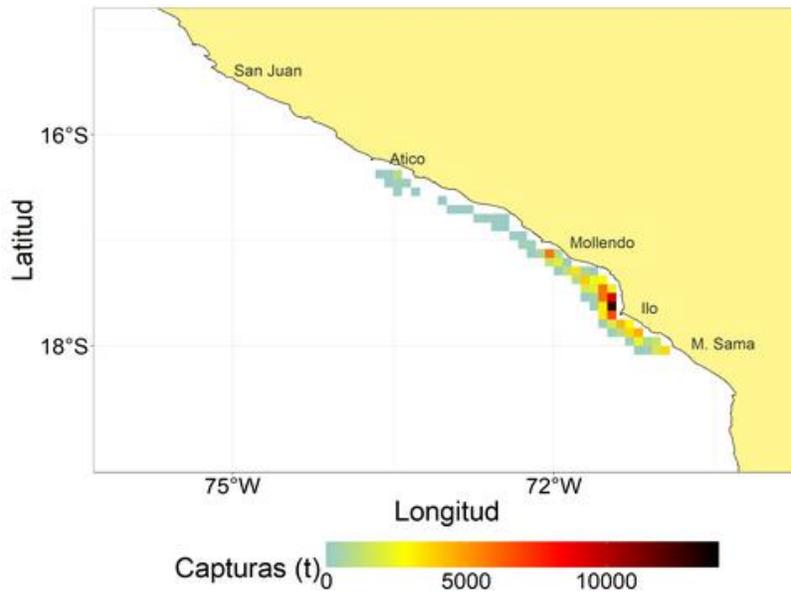


Figura 38. a) Distribución espacial de la anchoveta, durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

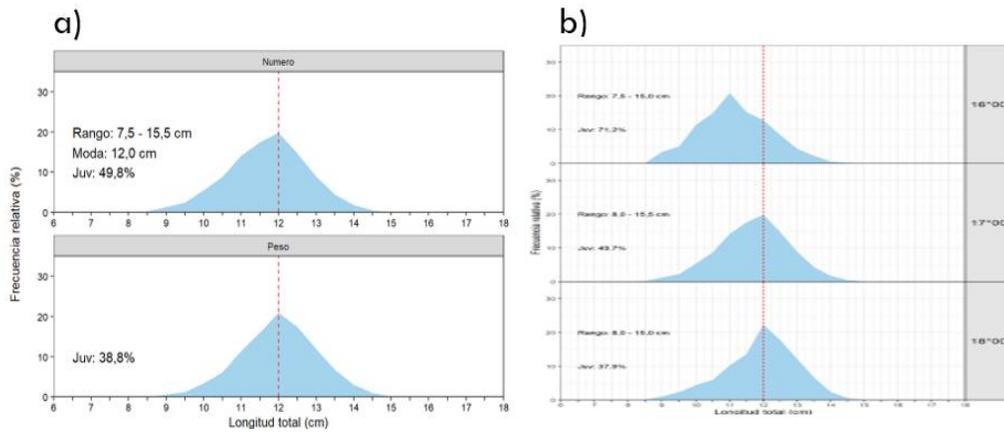


Figura 39. Estructura de tallas de anchoveta a) total, b) según grado latitudinal durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

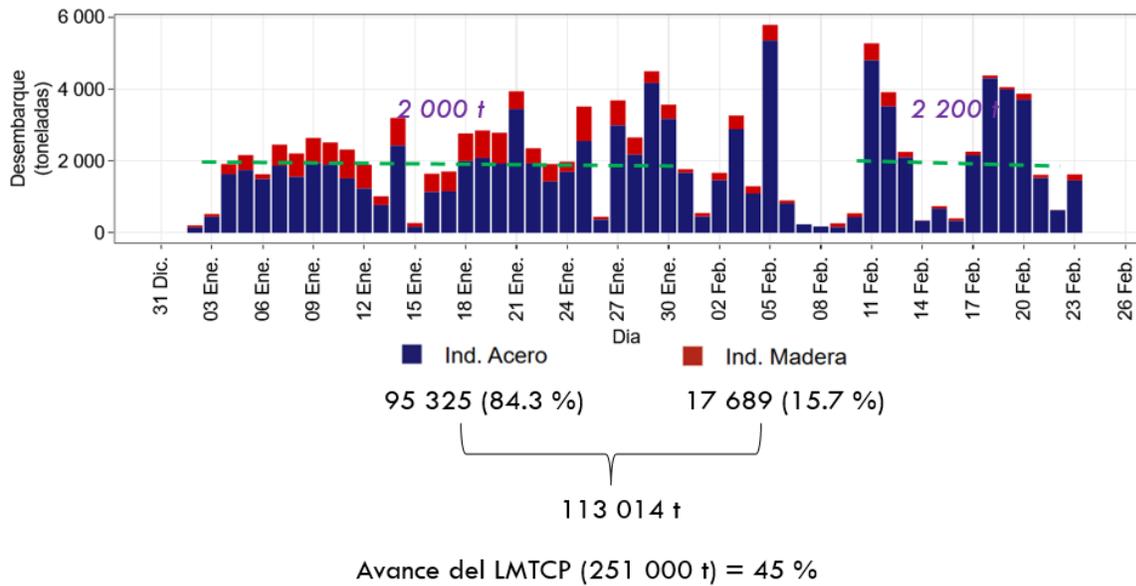


Figura 40. Desembarques diarios de anchoveta según tipo de flota durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

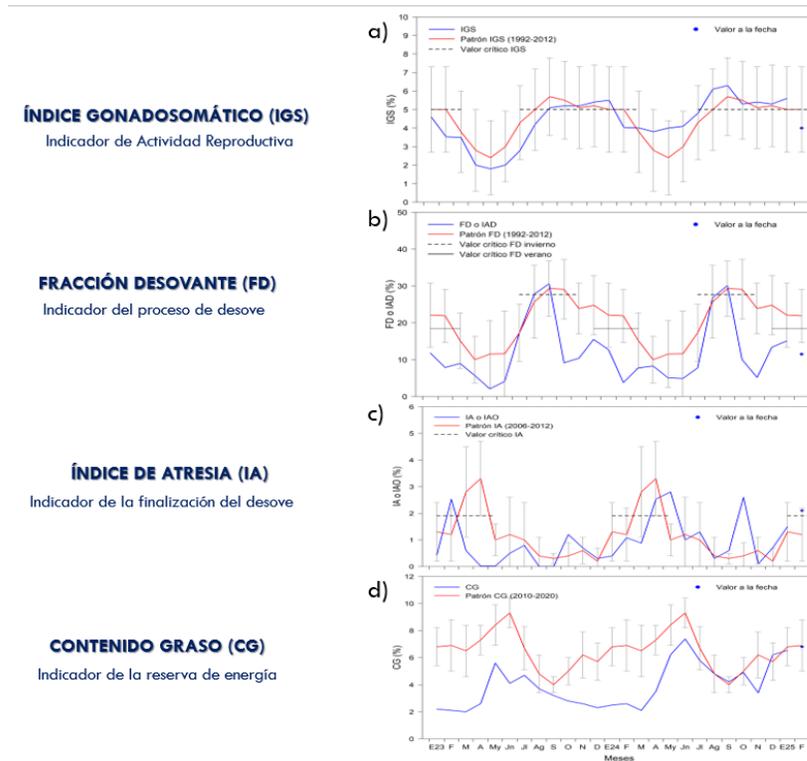


Figura 41. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante, c) índice de atresia y de condición somática d) contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* de la región norte centro, Periodo: enero del 2023 a febrero del 2025.

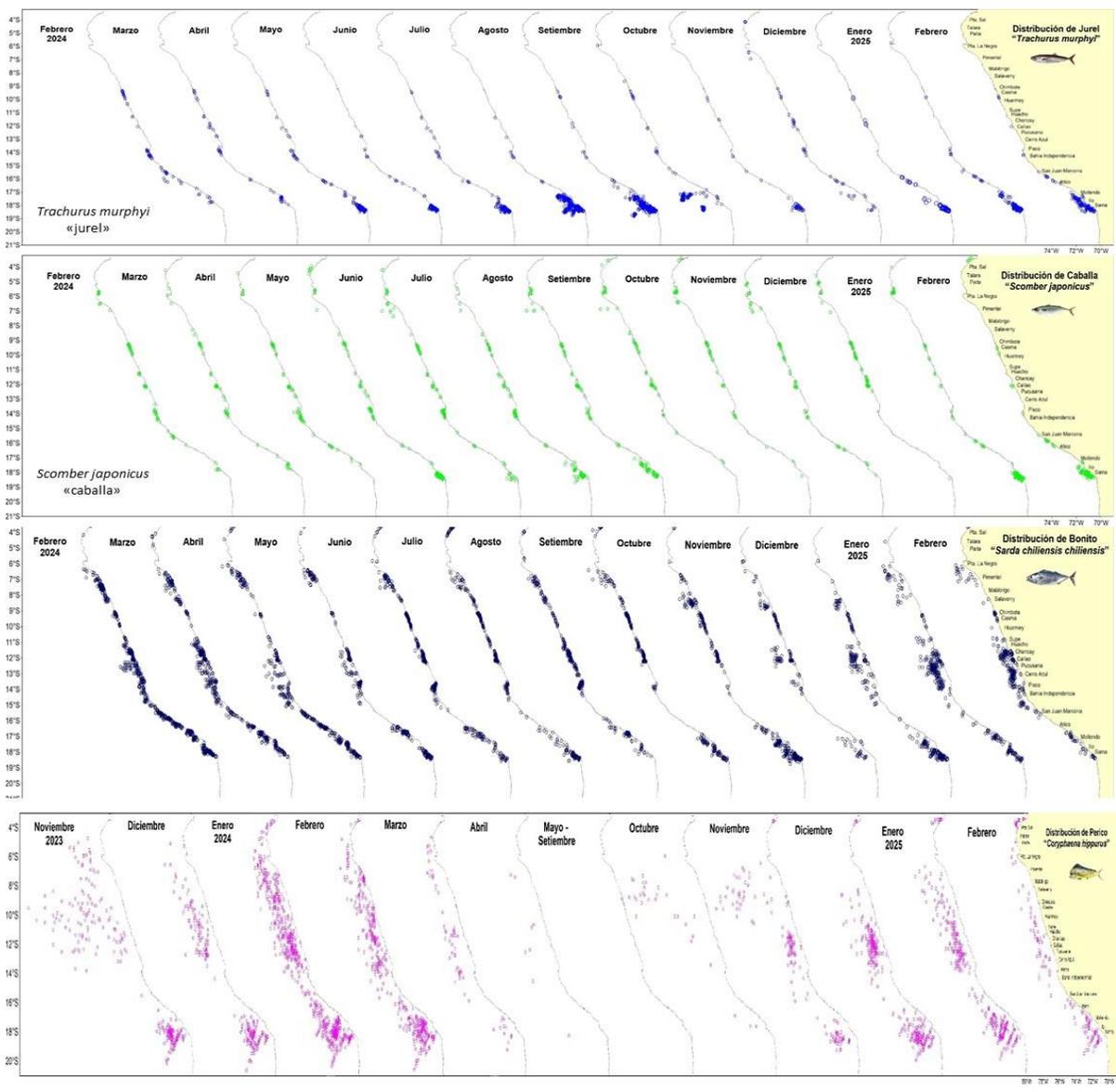


Figura 42. Distribución de los recursos transzonales a) jurel, b) caballa, c) bonito y d) perico durante noviembre 2023 a febrero del 2025.

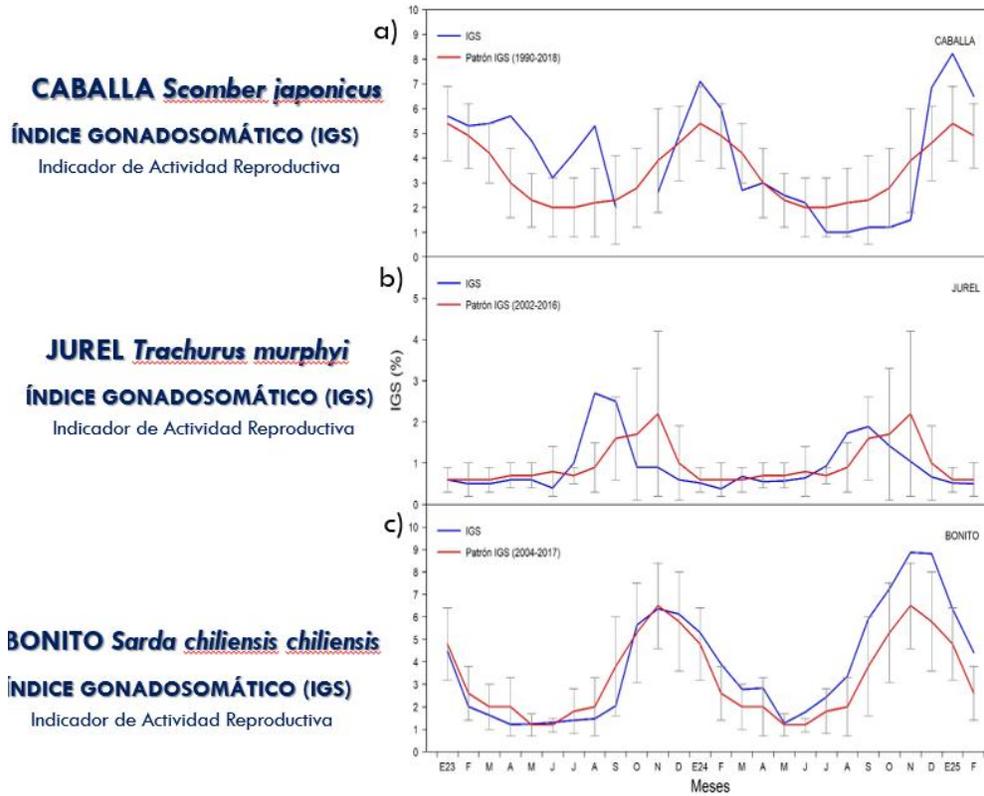


Figura 43. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito de enero del 2023 a enero del 2025.

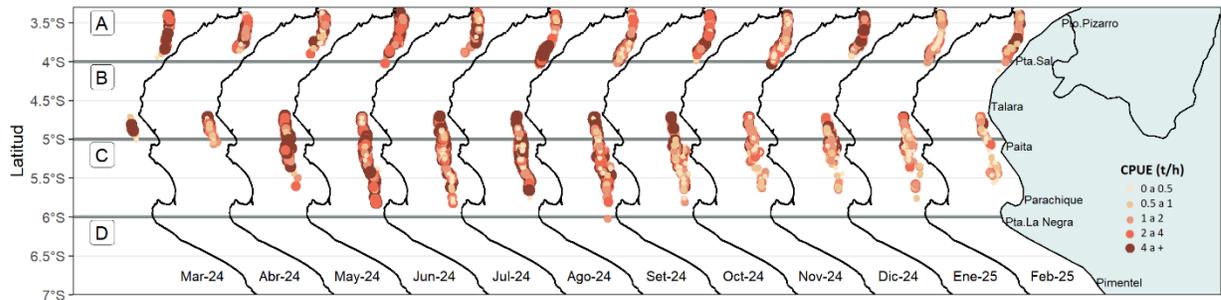


Figura 44. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en  $t h^{-1}$ ) por lance de pesca entre febrero del 2024 al 23 de febrero de 2025 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

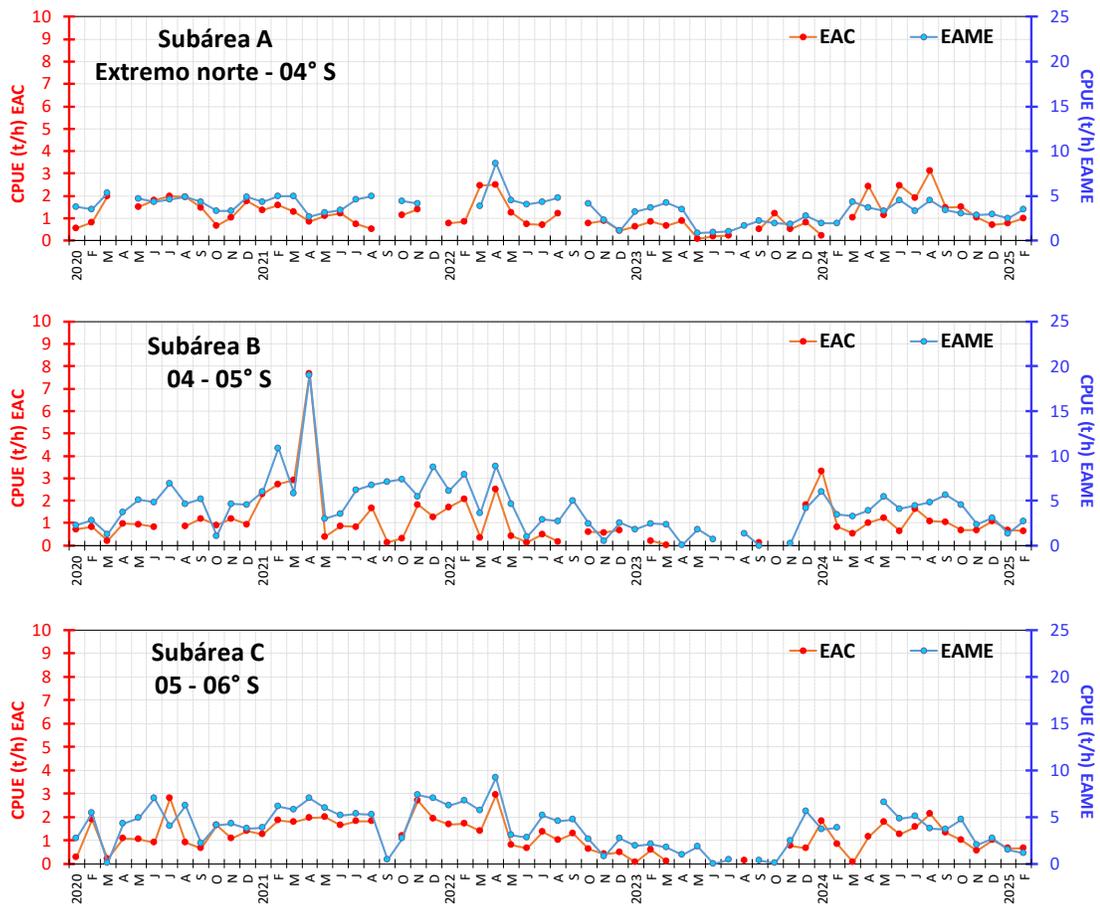


Figura 45. CPUE mensual ( $t h^{-1}$ ) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

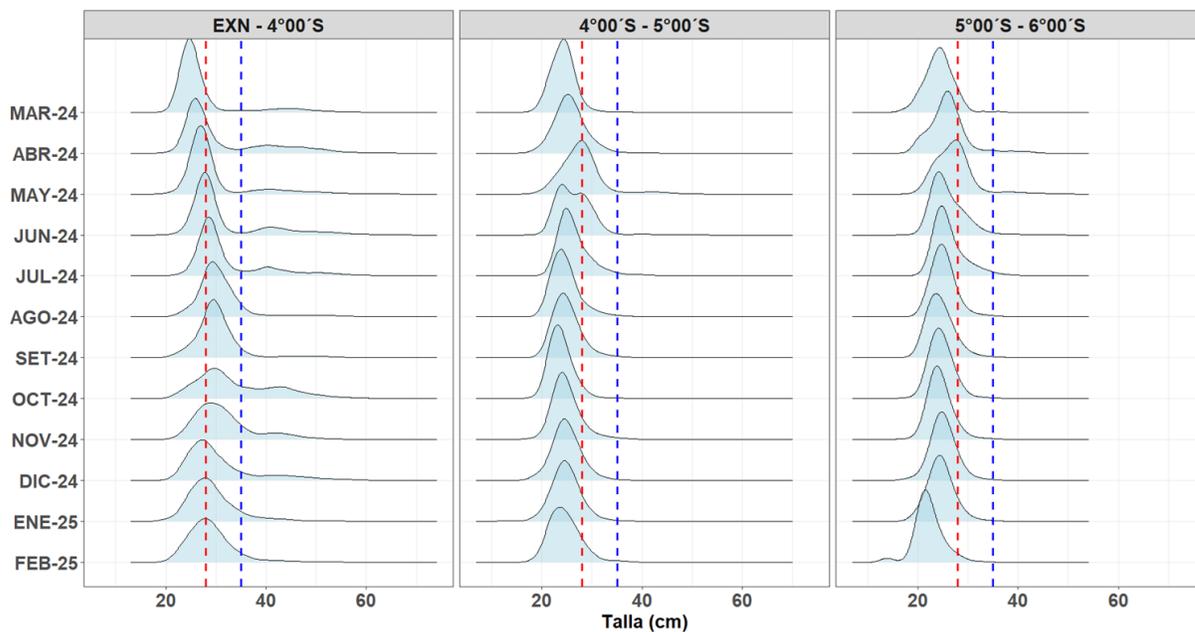


Figura 46. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) de febrero 2024 al 23 de febrero 2025, capturada por la flota industrial de arrastre.

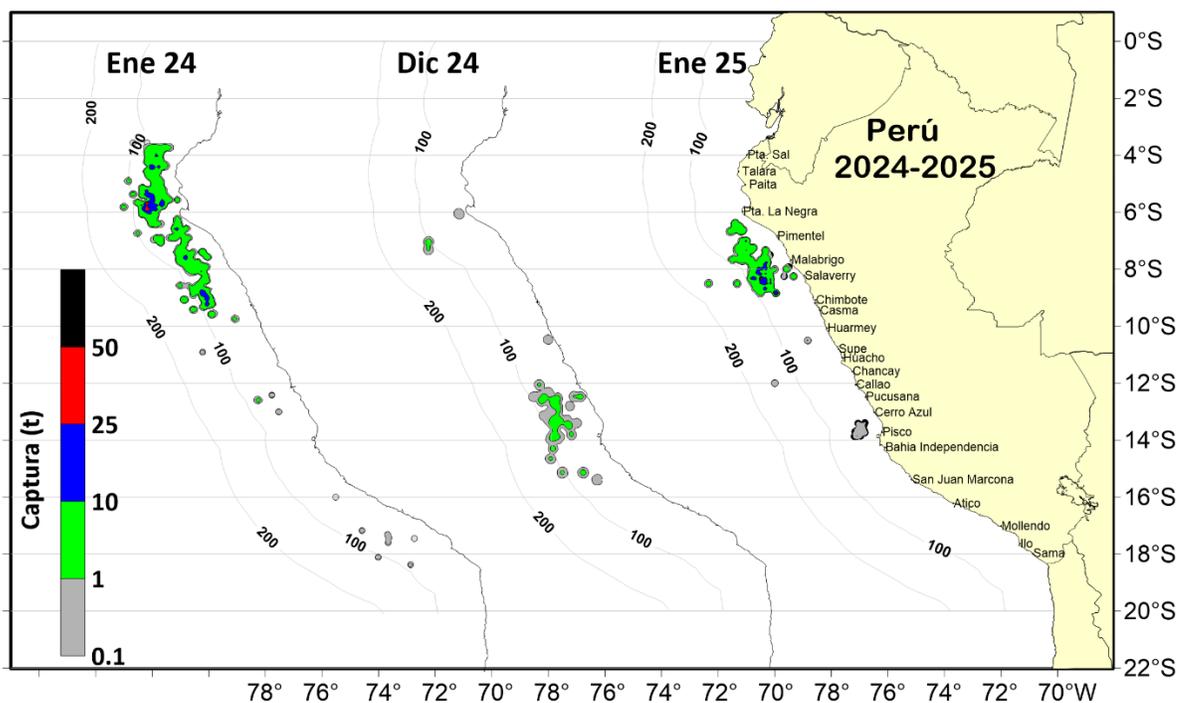


Figura 47. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero 2024 – ene 2025. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. información preliminar para uso científico.

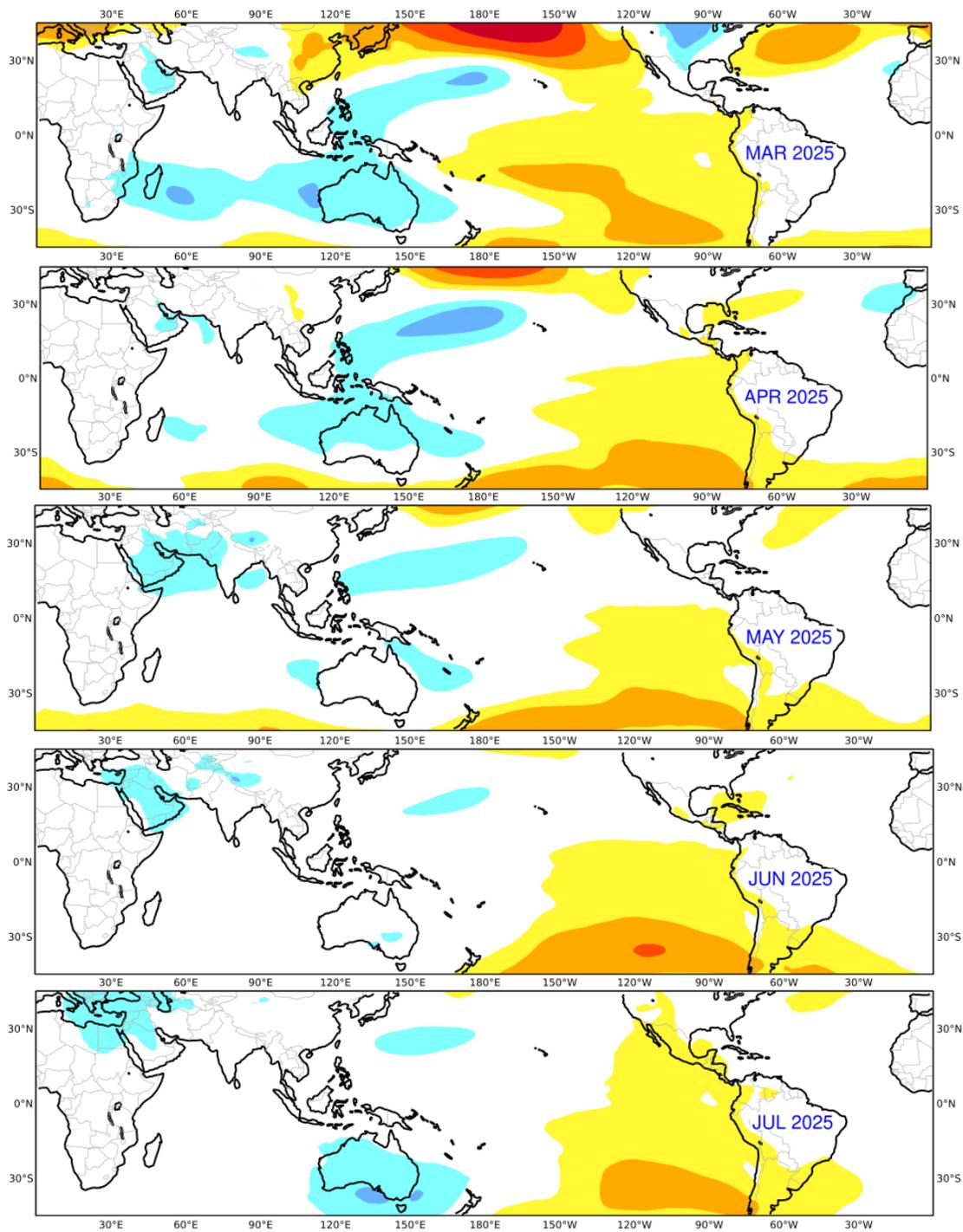


Figura 48. Mapas de pronóstico mensual del ensamblado de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar en hPa, desde marzo hasta julio 2025, usando el producto C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service iniciados el 01 febrero 2025. Adaptado por IMARPE.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ( $E > 1.5$ ) in the following Jan:  
 0.03% (classif.), 0.00% (regress.) IC: January (Final) FT 1871-1984. Processing date: 26-02-2025

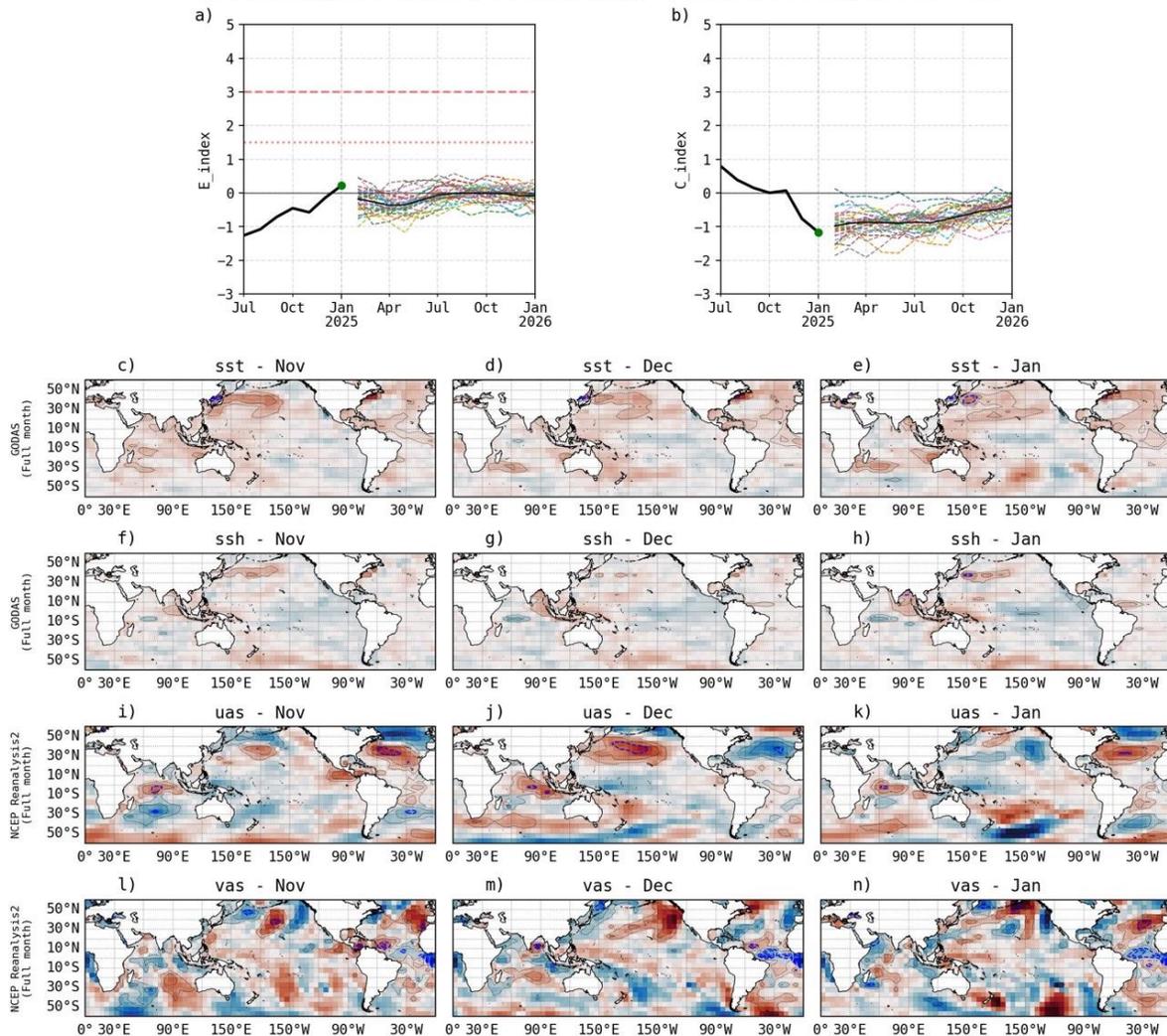


Figura 49. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde julio a enero de 2025; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde febrero a enero de 2026. (b) Es lo mismo que (a) pero para el índice C (Takahashi et al., 2011). Desde (c) a (n), se muestra la “Explicabilidad” (explainability) de cuatro variables, en anomalías, usadas para el pronóstico: temperatura superficial del mar (primera fila), nivel del mar (segunda fila), viento zonal (tercera fila) y viento meridional (cuarta fila). Estas variables se obtienen de distintos meses: noviembre (primera columna), diciembre (segunda columna) y enero (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

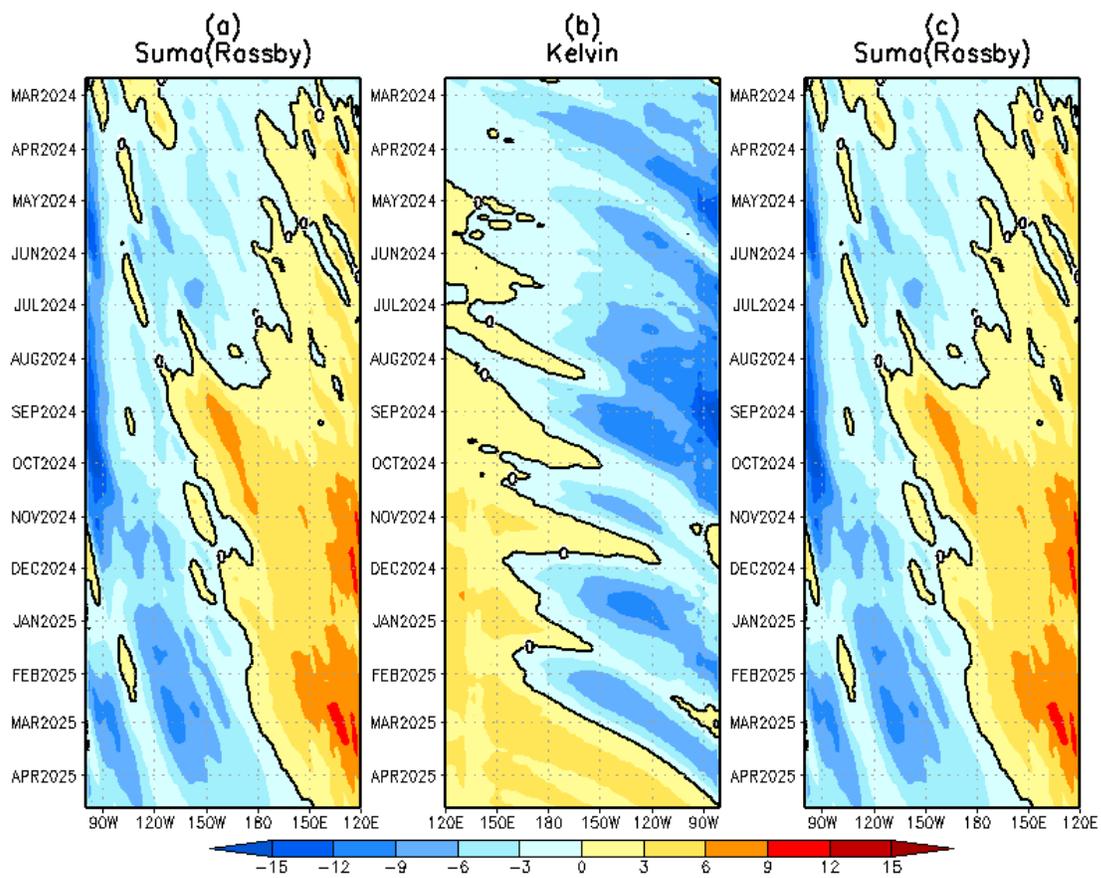


Figura 50. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina variable. El pronóstico se inicia luego del 22 de febrero de 2025. Fuente: IGP.

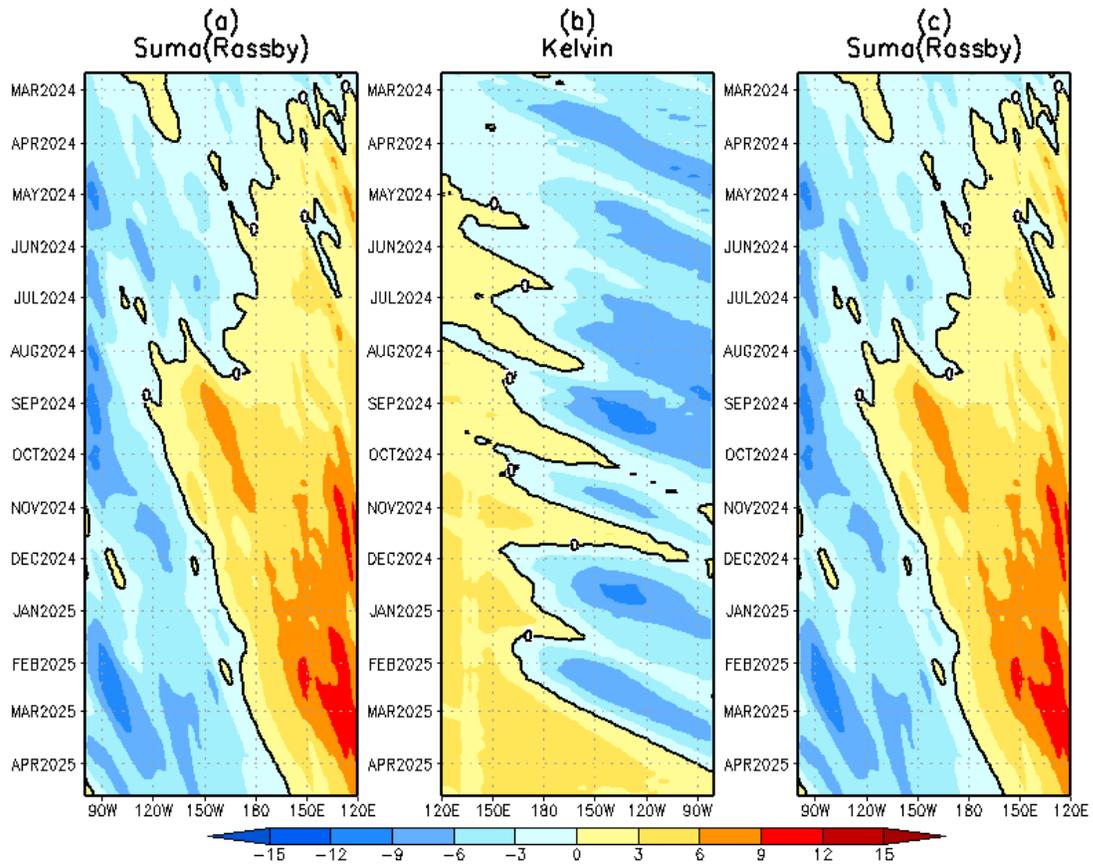


Figura 51. Igual que la Figura 45 pero el modelo es forzado con termoclina constante.  
 Fuente: IGP.

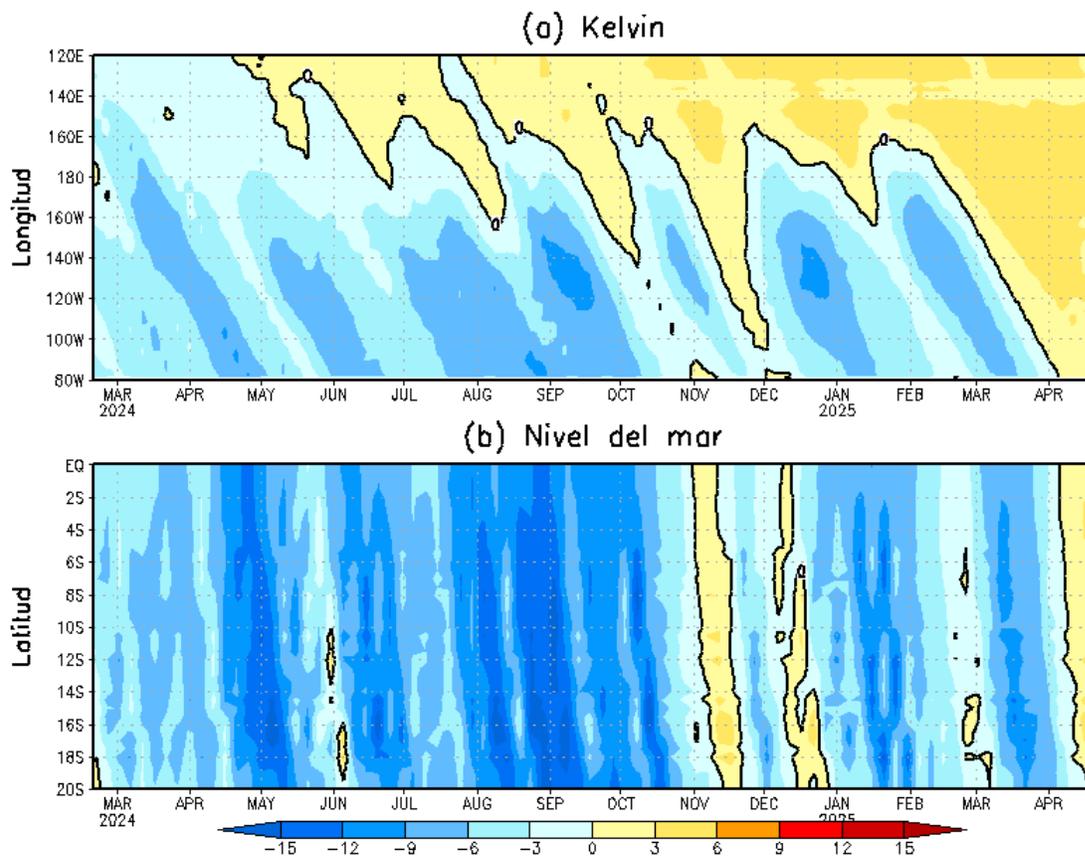


Figura 52. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del reanálisis de NCEP. El pronóstico se inicia luego del 22 de febrero de 2025. Elaborado por el IGP.

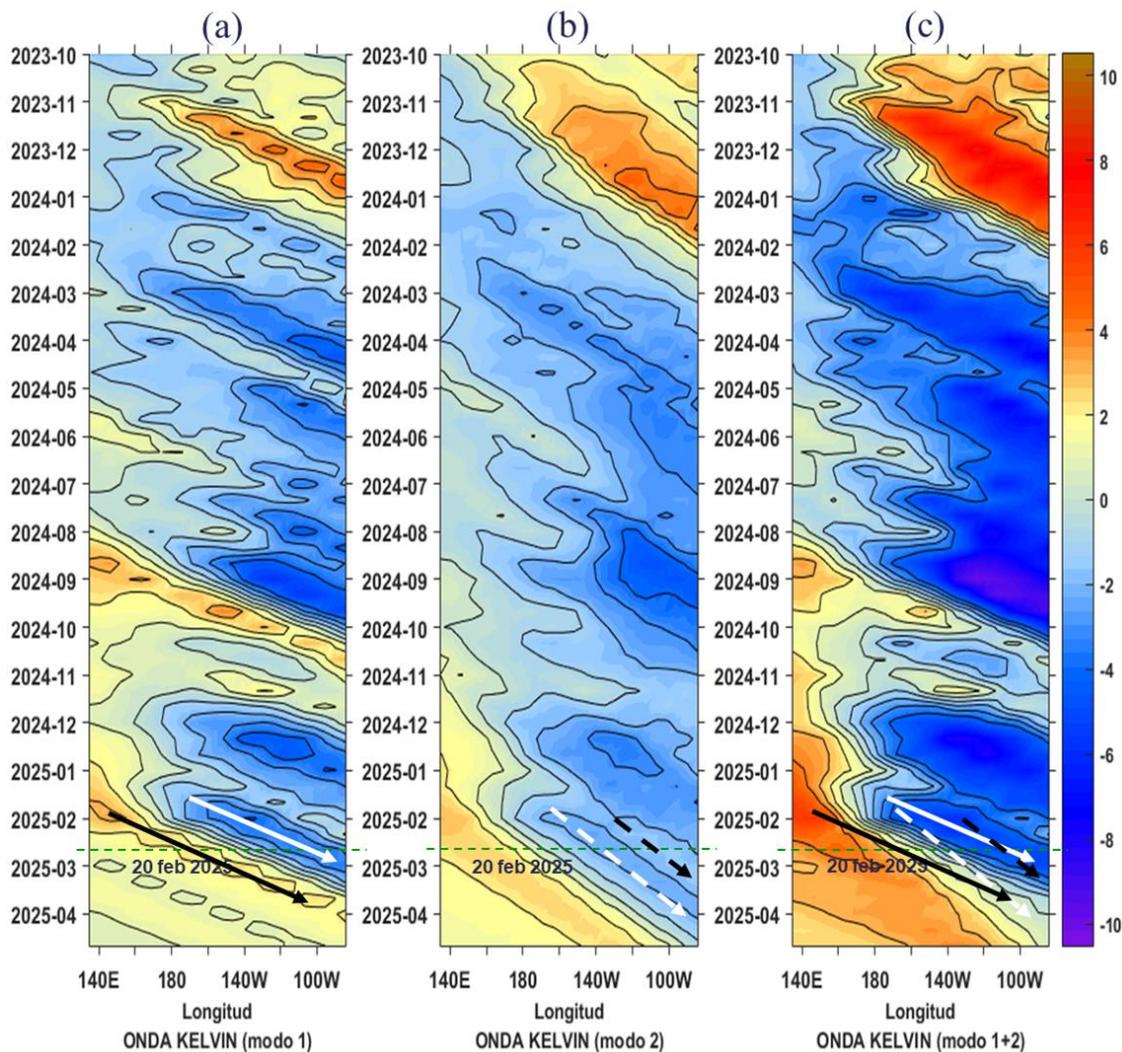


Figura 53. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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.

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

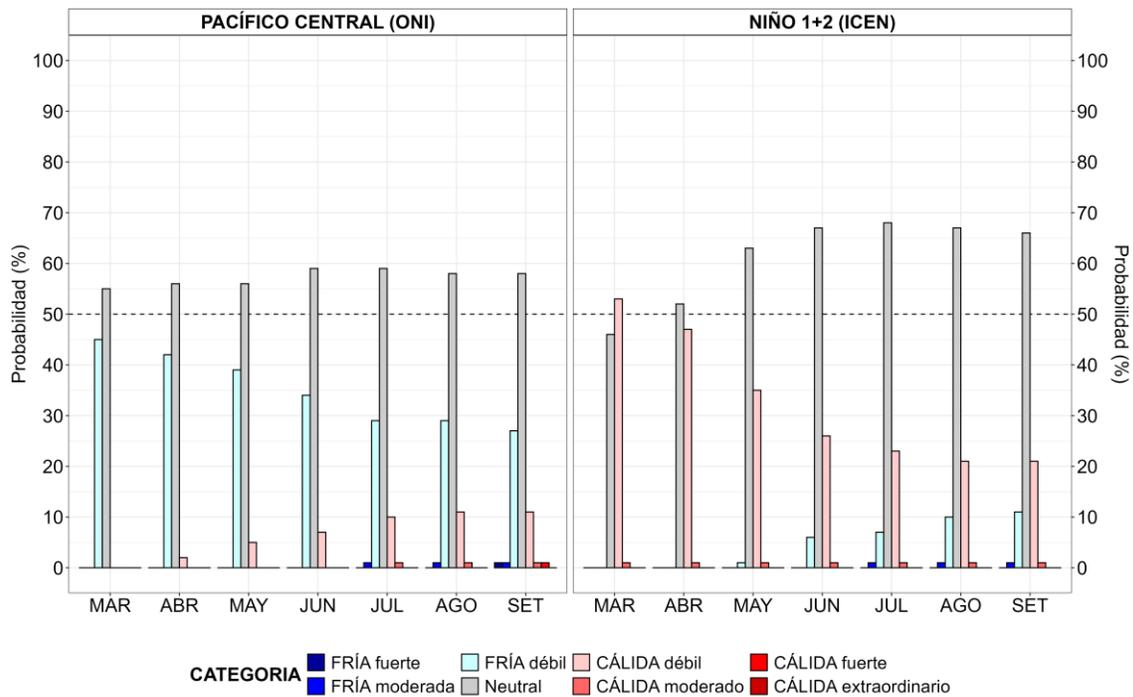


Figura 54. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre marzo y setiembre de 2025.

## VII. REFERENCIAS

- Behringer, D., & Xue, Y. (2003). *EVALUATION OF THE GLOBAL OCEAN DATA ASSIMILATION SYSTEM AT NCEP: THE PACIFIC OCEAN*. <https://www.semanticscholar.org/paper/EVALUATION-OF-THE-GLOBAL-OCEAN-DATA-ASSIMILATION-AT-Behringer-Xue/2824da5d850b9c12d20ec304919c311b508d909e>
- Bentamy, A., Croize-Fillon, D., & Perigaud, C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265–274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Boulanger, J.-P., & Menkes, C. (1995). Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 100(C12), 25041–25059. <https://doi.org/10.1029/95JC02956>
- 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.
- Carton, J. A., & Giese, B. S. (2008). A Reanalysis of Ocean Climate Using Simple Ocean Data Assimilation (SODA). *Monthly Weather Review*, 136(8), 2999–3017. <https://doi.org/10.1175/2007MWR1978.1>
- 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. *Geophysical Research Letters*, 29(14), 11-1-11–15. <https://doi.org/10.1029/2001GL014452>
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical Structure of an OGCM Simulation of the Equatorial Pacific Ocean in 1985–94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- Domínguez, N., Asto, C. y Gutiérrez, D. (2023). Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Período: 1991 – 2020. *Inf Inst Mar Perú*, 50(1), 19-35

- ENFEN. (2024). Definición Operacional de los Eventos El Niño Costero y La Niña Costera en el Perú. Nota Técnica ENFEN 01 2024. 07 pp. <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-01-2024-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-costero-y-la-nina-costera-en-el-peru/>
- ENFEN. (2025). Informe Técnico ENFEN, año 11, Número 02. 14 de febrero de 2025. <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/informe-tecnico-enfen-ano-11-n02-al-12-de-febrero-de-2025/>
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H. & Luo, J.-J. (2019), Deep learning for multi-year ENSO forecasts. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1559-7>.
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H., Kim, E.-S. & On, K.-W. (2021). Unified deep learning model for El Niño/southern oscillation forecasts by incorporating seasonality in climate data. *Sci. Bull.* 66, 1358–1366. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.03.009>.
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- 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>
- Illig, S., Dewitte, B., Ayoub, N., du Penhoat, 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 ocean general circulation model experiment in 1981–2000. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C2). <https://doi.org/10.1029/2003JC001771>
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., ... Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(3), 437–472. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2)

- Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Dool, H. van den, Saha, S., Mendez, M. P., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., DeWitt, D. G., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4), 585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, 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.
- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3594>
- Mosquera, K. A. (2014). Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4638>
- Mosquera, K. A., Dewitte, B., & Lagos Enríquez, P. (2010). Variabilidad intra-estacional de la onda Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación numérica y datos observados. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/949>
- 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, C., Tam, J., Arrellano, C., Chamorro, A., Espinoza, D., Romero, C., & Ramos, J. (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. Instituto del Mar del Perú - IMARPE. <https://repositorio.IMARPE.gob.pe/handle/20.500.12958/3149>

- Rivera Tello, G.A., Takahashi, K. & Karamperidou, C. Explained predictions of strong eastern Pacific El Niño events using deep learning. *Sci Rep* 13, 21150 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45739-3>
- Takahashi, K.; Montecinos, A.; Goubanova, K.; Dewitte, B. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.* 2011, 38, L10704. <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento.*